

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**EPIDEMIOLOGIA DAS INFECÇÕES POR NEMATÓDEOS
GASTRINTESTINAIS EM OVINOS CRIADOS EM BOTUCATU**

MAURÍCIO ORLANDO WILMSEN

Botucatu-SP

2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**EPIDEMIOLOGIA DAS INFECÇÕES POR NEMATÓDEOS
GASTRINTESTINAIS EM OVINOS CRIADOS EM BOTUCATU**

MAURÍCIO ORLANDO WILMSEN

Dissertação apresentada junto ao
Programa de Pós graduação em
Medicina Veterinária para
obtenção do **título de Mestre**.

Orientador: Professor Titular
Alessandro Francisco Talamini do
Amarante.

Nome: Maurício Orlando Wilmsen

Título: **Epidemiologia das infecções por nematódeos gastrintestinais em ovinos criados em Botucatu**

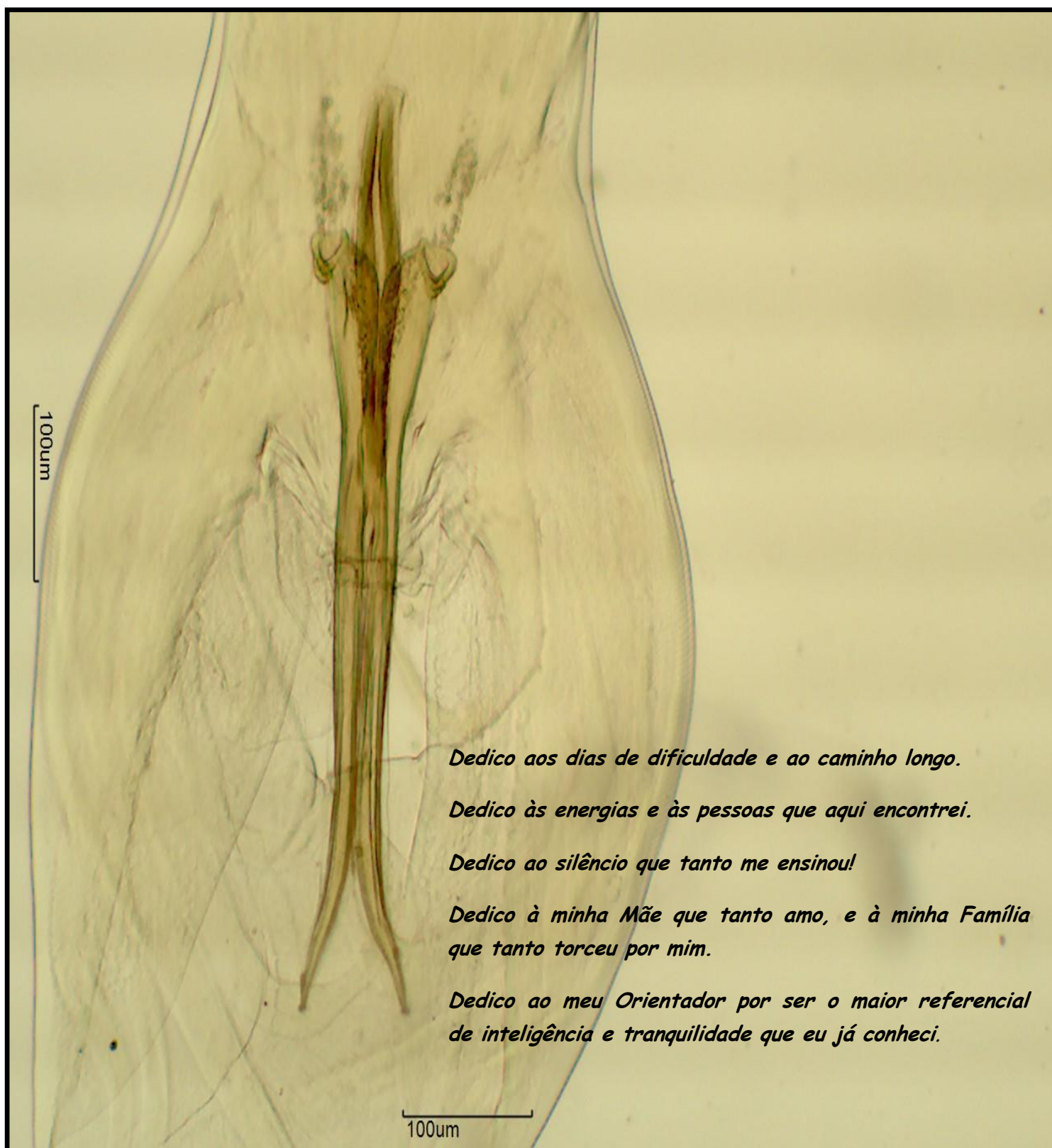
COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Alessandro Francisco Talamini do Amarante
Presidente e Orientador
Departamento de Parasitologia
Instituto de Biociências – Unesp – Botucatu

Prof. Dr. Raimundo de Souza Lopes
Membro
Departamento Clínica Veterinária
FMVZ – Unesp – Botucatu.

Profª Drª Fernanda Rosalinski Moraes
Membro
Faculdade de Medicina Veterinária
Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

Data de defesa: 27 de Fevereiro de 2014.

Dedico

"...tudo que sei é que nada do que vivemos tem sentido se não tocarmos o coração das pessoas." Cora Coralina

Agradecimentos

Aos **72 animais**, que contribuíram com a vida para o desenvolvimento desta pesquisa, minha eterna gratidão.

À Vida e as oportunidades que tive até agora.

À minha mãe **Ana Wilmsen** por ser sempre a minha melhor parte, por ser sempre a dona dos maiores sentimentos. Obrigado por tamanha preocupação, carinho, consideração, dedicação e a imensa SAUDADE, que parece não ter fim “Maurício, eu nem sei mais quem sou eu, acho que sou apenas saudade e vontade de abraçar, confesso chorei!”.

A “Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo” – **FAPESP** (2008/53494-2) pelo fomento ao projeto. Da mesma forma ao “Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico” – **CNPq**, pela bolsa concedida.

Ao restante da minha **Família**, irmãos **Ana Paula** e **Paulo César**, sobrinhos **Pamela, Gabriel e Murilo**, **Tios, Primos** que sempre se preocuparam comigo, expresso a maior gratidão e carinho. Aos meus tios **Nadir** e **Flávio** e minha prima **Elizandra**, especialmente.

Ao meu estimado orientador **Alessandro Francisco Talamini do Amarante** que desde 2010 sempre foi muito solícito. Obrigado por toda dedicação e auxílio, compreensão. Obrigado por abrir as portas para esta etapa tão importante da minha vida.

A **Bruna Silva** pela acolhida neste laboratório desde junho de 2010. Obrigado pela força. Obrigado pela ajuda no desenvolvimento do meu projeto e pelo apoio.

Aos companheiros do Laboratório de Helminologia Veterinária, **Jorge Konrado Xavier, César Cristiano Basseto, Michelle Cardoso dos Santos, Maria Regina Lucas da Silva, Nadino Carvalho** e **José Henrique das Neves** pelos dias de luta, de sorrisos e de tensão. Pelas trocas de informação, opiniões e ajuda. Especialmente ao **Jorge Konrado Xavier**, pela grande amizade, hombridade, gentileza em tudo, com você aprendi muito mesmo.

Aos estagiários que passaram por este laboratório durante este período **Ana Lopes, Adilton Pacheco, Adriana Diaz, Lucca Batistela de Napoli, Mariana Frontana, Luna Scarpari Rolim, Gabriela Souza** pela dedicação, pela paciência e por tentarem entender algo mais sobre Parasitologia.

Ao setor de Pós graduação, **José Roberto de Lalla Júnior, Maria Aparecida D. de A. Manuel e Carlos Pazini Junior**, desta Universidade pela atenção em todas as situações.

À Professora **Fernanda Rosalinski Moraes** que me deu incentivo para chegar até aqui. Obrigado por fazer parte desta conquista.

À Professora **Mônica Regina Vendrame Amarante**, por me receber no Laboratório de Helminologia Molecular e ter me ensinado tudo com tanto carinho.

A minha banca de qualificação, **Profa. Elizabeth Moreira dos Santos Schmidt** e **Profa. Lúcia Helena O'Dwyer**, pelas contribuições feitas junto ao meu trabalho.

Aos docentes desta instituição pela contribuição intelectual. **Reneé Laufer Amorim, Raimundo Souza Lopes, Luiz Henrique de Araújo Machado, Júlio Lopes Sequeira, Regina Kiomi Takahira, Simone Biagio Chiacchio, Antônio Carlos Paes, Alexandre Securon Borges, Roberto Calderon Gonçalves, Noeme Souza Rocha.**

Aos amigos da pós-graduação: **Milena Coppola, Nádia Crosignani, Denise Theodoro, Claudia Garcia, Naiana Branchini, Alexandre Matos, Carla Ulian, Gabriela Dantas, Marta Heckler, Denis Svicero, Gisele Junqueira.** Levarei todos no coração e obrigado por todo apoio.

Aos três maiores pedaços de mim que eu encontrei aqui em Botucatu. **Ana Lopes, Pedrita Assunção e Raíssa Salgueiro.** Com toda certeza eu poderia escrever um livro, mas este não é o momento. Portanto, OBRIGADO por poder contar com cada uma de vocês para sempre.

A **Guilherme Pucci**, por ser o mais especial, e por estar sempre presente. Obrigado pela confiança. Obrigado por me ensinar a dar valor ao que sozinho eu não percebia. Obrigado por me fazer entender que a vida tem mais sentido assim.

Aos meus amigos que muito me ensinaram sobre as escolhas que fazemos durante a vida, **Prati, Voodoo, Milk, Jopa, Flambs, Kssilds, Fexa, Elka, Miss e Jafu**. Obrigado por me ajudar a crescer quando eu senti medo.

Aos amigos de Maringá que de coração me desejaram sorte nesta etapa: **Rúbia Antoniassi, Angela Requena, Ricardo Requena, Carolina Lombardi, Franciely Onofre, Walter Fernandes de Carvalho, Marianne Dollis e Ivanilda**.

Aos que partiram sem olhar pra trás.

A **Deus** pela confiança e pela sabedoria de todos os dias. Pela gratidão e amparo.

A **Botucatu** que me fez conhecer grande parte do mundo sem muitos esforços. Pelos caminhos, pelas pessoas, pelos novos amigos e pelo céu que fez meu coração bater mais forte, obrigado!

Hoje tenho certeza de que os agradecimentos serão infinitos e que levo para o restante da minha vida tudo, tudo que aqui aprendi e resgatei.

SUMÁRIO

Capítulo 1	XIV
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 EPIDEMIOLOGIA	17
2.1.1 <i>Oceania</i>	17
2.1.2 <i>Ásia</i>	18
2.1.3 <i>África e Europa</i>	19
2.1.4 <i>América do Norte</i>	20
2.1.5 <i>América do Sul</i>	21
2.2 EPIDEMIOLOGIA DA VERMINOSE OVINA NO BRASIL.....	21
2.2.1 <i>Região Sul</i>	21
2.2.2 <i>Região Centro-Oeste</i>	22
2.2.3 <i>Região Sudeste</i>	22
2.2.4 <i>Região Norte e Nordeste</i>	23
2.3 CICLO DE VIDA DOS NEMATÓDEOS	27
2.4 PREJUÍZOS CAUSADOS PELOS NEMATÓDEOS	28
2.4.1 <i>Haemonchus contortus</i> (Rudolphi, 1803).....	28
2.4.1.1 <i>Identificação morfológica</i>	30
2.4.2 <i>Trichostrongylus colubriformis</i> (Giles, 1892).....	35
2.5 INFLUÊNCIA DO AMBIENTE NA EPIDEMIOLOGIA DA VERMINOSE	36
2.5.1 Clima tropical e subtropical.....	38
2.5.2 Clima temperado	39
2.5.2.1 <i>Hipobiose</i>	40
2.6 FATORES RELACIONADOS AO ANIMAL	42
2.6.1 Raças	42
2.6.2 Fenômeno do periparto	43
2.6.3 Importância do manejo da pastagem	44
2.6.4 Nutrição e imunidade.....	45

2.7 CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS	48
Capítulo 2	64
1.Artigo científico.....	65
Abstract.....	66
Resumo	67
1.Introduction	68
2. Material and methods	69
2.1 Study location.....	69
2.2 Management of tracers lambs	69
2.3 Worms counts	71
2.4 Statistical analyses	71
3 Results	72
4. Discussion.....	73
5. Acknowledgements	76
6. References.....	76

LISTA DE QUADROS

Capítulo 1

Quadro 1. Principais nematódeos gastrintestinais registrados em ovinos em diferentes Países..... 25

Quadro 2. Principais nematódeos gastrintestinais verificados em ovinos criados nas regiões sul, sudeste, centro-oeste, norte e nordeste do Brasil. 26

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1. Identificação morfológica a partir das medidas do comprimento total do espículo, gancho direito e gancho esquerdo de machos das espécies *H. contortus* e *H. placei*..... 33

Capítulo 2

Table 1. Monthly rainfall and averages of temperature and relative air humidity from April 2008 to March 2011. 82

Table 2. Mean number of nematodes of the tracer sheep naturally infected by gastrointestinal nematodes from April 2008 to March 2011, in Botucatu, São Paulo State..... 83

Table 3. Spearman rank correlation coefficients between worm counts and climatic variables..... 84

Lista de Figuras

Capítulo 1

- Figura 1.** Cordeiro traçador com sinal clínico de Haemonchose caracterizado por edema submandibular (A), exemplar adulto (fêmea) do gênero *Haemonchus* spp. (B). A: SILVA, B.F, 2012. B: M.O. WILMSEN, 2014. 29
- Figura 2.** Imagem de um corte realizado para a análise da Sínlofe clarificado com fenol na junção esôfago intestino de um *Haemonchus contortus* macho. Cristas cuticulares presentes na superfície externa do parasita (A), no interior presença de testículo (B) e intestino (C) em aumento de 40X. M.O. WILMSEN, 2014. 32
- Figura 3.** Região do esôfago com intestino. Local onde o corte deve ser realizado para a quantificação de cristas (A). Em aumento de 10X. M.O. WILMSEN, 2014..... 32
- Figura 4.** Sínlofe da Junção esôfago intestino de *H. contortus* macho, presença de canais excretores (A, B), cristas na superfície cuticular do parasita em C. Aumento de 40X. M.O. WILMSEN, 2014. 33
- Figura 5.** Corte para análise da sínlofe com presença de 22 cristas na superfície externa do parasita na junção esôfago intestino (A), corte com presença de 30 cristas na metade do corpo (B) de *H. contortus* em aumento de 10X. M.O. WILMSEN, 2014..... 33
- Figura 6.** Bolsa copuladora de *Haemonchus contortus* (A), comprimento total do espículo do parasita (B) em aumento de 40X. M.O. WILMSEN, 2014. 34
- Figura 7.** Comprimento Total do gancho esquerdo do espículo (A), comprimento total do gancho direito (B) em aumento de 40X. M.O. WILMSEN, 2014. 34
- Figura 8.** Conteúdo gastrintestinal de ovino em placa de Petri. Exemplares adultos de *Trichostrongylus* spp. M. O. WILMSEN, 2014..... 36
- Figura 9.** Pastagem durante o período seco (inverno). (SILVA, B.F, 2012). ... 45

Capítulo 2

Figure 1. Mean intensity of infection of *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in tracer sheep from April 2008 until March 2011, Botucatu, São Paulo State. 85

ABREVIATURAS

% – Porcentagem.

°C – Graus Celsius.

CEEA – Comitê de Ética e Experimentação Animal.

g/dL – Gramas por decilitros.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IgA – Imunoglobulina A.

IgE – Imunoglobulina E.

IgG – Imunoglobulina G.

IL – Interleucinas.

LB – Linfócitos tipo B.

LT – Linfócitos tipo T.

L1 – Larva de primeiro estágio.

L2 – Larva de segundo estágio.

L3 – Larva de terceiro estágio (infectante).

L4 – Larva de quarto estágio.

L5 – Larva de quinto estágio.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

MHC II – Complexo principal de histocompatibilidade tipo II.

Mm – Milímetros.

OPG – Ovos por grama de fezes.

sp – Espécie.

spp – Espécies.

SPRD – Sem padrões raciais definidos.

PAMPS – Padrões moleculares associados aos patógenos.

Th1 – Linfócitos do tipo T helper 1.

Th2 – Linfócitos do tipo T helper 2.

Capítulo 1

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da cadeia produtiva de ovinos no Brasil mostra-se como uma importante ferramenta na busca por matéria prima de qualidade tais como lã, carne e leite. Esta atividade propicia geração de renda e novos empregos. A expansão da ovinocultura no Brasil ainda não é suficientemente significativa para suprir a demanda do mercado interno e o Brasil ainda importa matéria prima ovina de países vizinhos.

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2009), os produtores que possuem produção e comercialização especializada de ovinos são os de países da Europa, Nova Zelândia e Austrália. O Brasil contribui com menos de 1% da produção mundial de carne ovina com abate anual de 309.172 cabeças (MAPA, 2009). Em relação ao abate, no ano de 2010, o rebanho brasileiro gerou aproximadamente 81 mil toneladas de carne ovina (FAOSTAT, 2010).

O Brasil é o oitavo país com o maior rebanho ovino no mundo. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) apontam que o rebanho ovino é de aproximadamente 17.380.581 cabeças. A região brasileira com maior efetivo de ovinos é a Nordeste, com aproximadamente 9.857.754 milhões, seguida pela região sul com cerca de 4.886.541 de animais. O Estado de São Paulo possui um efetivo de 467.253 de cabeças.

O principal entrave sanitário enfrentado pela ovinocultura no Brasil é a ocorrência de nematódeos gastrintestinais (SOTOMAIOR et al., 1998; AMARANTE et al., 2004; ROSALINSKI-MORAES et al., 2012). As perdas econômicas ocasionadas por esses helmintos podem ser superiores a 50% em rebanhos de animais jovens e na fase aguda da doença parasitária (BARGER e SOUTHCOTT, 1978).

Segundo Amarante et al. (2009), os principais prejuízos observados em rebanhos ovinos são decorrentes das infecções por *Haemonchus contortus*, nematódeo gastrintestinal hematófago, altamente patogênico, e que está presente em todos os rebanhos de pequenos ruminantes criados no Brasil. Outro fator que agrava a produção de ovinos é a falta de princípios ativos eficazes para o tratamento anti-helmíntico dos animais. O uso indiscriminado

das drogas comerciais ao longo dos anos favoreceu o desenvolvimento de populações resistentes (ALMEIDA et al., 2010).

Para auxiliar na elaboração de novos métodos de controle de enfermidades em animais, o estudo da epidemiologia visa compreender as enfermidades em populações a partir dos fatores que determinam a sua ocorrência (THURSFELD, 2004). Sendo assim, aplicar estudos epidemiológicos sobre a verminose é de fundamental importância para o estabelecimento de medidas de controle e profilaxia da enfermidade nos rebanhos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 EPIDEMIOLOGIA

A busca pelo desenvolvimento de novas alternativas de controle para as helmintoses de ruminantes envolvem técnicas moleculares para elaborar vacinas, busca de novos princípios ativos e seleção genética de animais resistentes à infecção. No entanto, para que estes novos métodos tornem-se eficazes é importante o conhecimento sobre a epidemiologia do parasitismo dentro das condições em que o rebanho é mantido.

Desta forma é possível estruturar um controle efetivo de helmintos gastrintestinais baseados em uma análise epidemiológica em um determinado ambiente (BAILEY et al., 2009), e assim minimizar a exposição dos animais aos tratamentos anti-helmínticos a fim de reduzir a resistência às drogas utilizadas.

Para isto, variáveis epidemiológicas tais como efeito do clima sobre o desenvolvimento do ciclo dos nematódeos gastrintestinais, migração e resistência dos mesmos, além de outros fatores individuais relacionados ao animal como estado fisiológico, idade e manejo nutricional devem ser considerados para que se obtenha êxito no controle das infecções helmínticas (CALLIMAN et al., 1982).

2.1.1 Oceania

Na Nova Zelândia, Tetley (1941) analisou a epidemiologia das infecções por nematódeos em ovinos a fim de verificar a intensidade sazonal da infecção. O estudo contou com 18 animais divididos em três grupos, nas categorias adulto, borrego e cordeiro. Os animais confinados em um piquete contaminado foram acompanhados ao longo de um ano com exames coproparasitológicos bimestralmente. Os principais nematódeos verificados em cordeiros logo após o nascimento foram *Strongyloides papillosus*, *Nematodirus* spp., *Trichuris ovis*, *Chabertia* spp. e *Cooperia curticei*. Os borregos e as ovelhas adultas

apresentaram infecções por *Haemonchus contortus*, *Nematodirus* spp., *Cooperia curticei*, *Trichostrongylus* spp., *Ostertagia* spp. e *Strongyloides* spp. A maior taxa de infecção por *H. contortus* e *Trichostrongylus* spp. foi observada no outono.

Ainda na Nova Zelândia, estudos epidemiológicos demonstraram que os nematódeos parasitas de ovinos são um fator limitante à cadeia produtiva há mais de 100 anos e as principais espécies relacionadas às perdas de produção e doença clínica são *Haemonchus* spp., *Ostertagia* spp., *Trichostrongylus* spp., *Cooperia* spp. e *Nematodirus* spp. (VLASSOFF et al., 2001).

Gordon (1953) iniciou os trabalhos de epidemiologia da helmintose gastrointestinal na Austrália. Segundo Love e Hutchinson (2003), as doenças parasitárias são consideradas como um problema importante e acometem a saúde de pequenos ruminantes na Austrália. Os problemas ocasionados devido à infecção variam conforme a condição climática do local. Assim, *H. contortus* se torna o parasita mais frequente nas regiões sul e sudeste do país, devido ao verão apresentar temperaturas elevadas bem como a umidade. *Trichostrongylus* spp e *Ostertagia* spp., por apresentar maior resistência às temperaturas baixas se mostram mais prevalentes nas zonas costeiras, central e sudoeste.

2.1.2 Ásia

Domy et al. (1996), em Sumatra na Indonésia, verificaram altas temperaturas associadas com uma média pluviométrica anual de 1700 mm. Frente a estas condições os autores relatam que as principais espécies envolvidas são: *T. colubriformis* (responsável por 81.5% da carga parasitária total), *T. axei* e *H. contortus*. Porém *C. curticei*, *S. papillosus*, *Bunostomum trigonocephalum* e *Oesophagostomum columbianum* também foram verificados, porém em menor grau.

Gupta et. al. (1987) realizaram um estudo na região norte de Haryana na Índia e observaram que *H. contortus* e *Trichostrongylus* spp. foram responsáveis pela maior parte do parasitismo em animais adultos durante todo o ano. Os autores associam as infecções ao clima, que pode favorecer o

desenvolvimento dos parasitas devido às condições climáticas verificadas no local do estudo.

No Paquistão, Tasawar et al. (2010) verificaram que *H. contortus* foi o parasita mais prevalente (77,7%) em 333 ovinos avaliados.

Na província de Heilongjiang, situada na região nordeste da China continental, temperaturas mais baixas são verificadas durante o inverno, variando entre 5 e -5°C. Um levantamento epidemiológico da fauna de helmintos de ovinos foi realizado de 1999 a 2003. 326 animais adultos, de raças locais foram avaliados. Após o abate os parasitas foram quantificados e identificados. Foi verificada uma infecção mista de parasitas e as espécies mais comuns foram *O. columbianum*, *H. contortus* e *T. colubriformis* (WANG et al., 2006).

2.1.3 África e Europa

Em Benin, no Oeste da África, a ovinocultura sofre grandes impactos produtivos que incluem além de fatores nutricionais deficientes, o parasitismo gastrointestinal. Dos 366 ovinos avaliados em um experimento, a prevalência de *H. contortus* foi de 54,37% (ATTINDEHOU et al., 2012).

Uriarte et al. (2003) investigaram o desenvolvimento de parasitas gastrintestinais na região do Vale do Ebro na Espanha. Os parasitas mais prevalentes identificados ao longo do estudo foram *T. circumcincta*, *H. contortus* e *T. colubriformis* e as maiores médias de recuperação de parasitas ocorreram no mês de julho (verão) variando entre 7.900 a 19.200 parasitas.

Na Itália, região de Campânia, localizada sul do país, um trabalho foi conduzido a fim de verificar a distribuição dos principais helmintos locais. 126 fazendas participaram da pesquisa e *H. contortus* mostrou-se presente em 109 (90,1%) delas (BIGGERI et al., 2007).

Na Alemanha, na Fazenda Experimental do Departamento de Melhoramento Animal e Genética da Universidade de Giessen, na província de Hessen, os gêneros mais prevalentes foram *Trichostrongylus* spp., *Teladorsagia* spp., *Haemonchus* spp. e *Cooperia* spp. (ERHARDT e GAULY, 2001).

Waller et al. (2004) na província de Skane, no sul da Suécia, relatam que as espécies mais comuns encontradas foram *H. contortus* e *T. circumcincta*. Em outro trabalho, Waller e Chandrawathani (2005) discorrem sobre a possibilidade de larvas infectantes de nematódeos gastrintestinais desenvolverem algum mecanismo de adaptação epidemiológica para resistir às baixas temperaturas verificadas neste país.

Na região central da França, Cabaret et al. (2002) citam que os parasitas prevalentes são *H. contortus*, *T. circumcincta*, *Trichostrongylus* spp., *Cooperia* spp., *Nematodirus* spp. e *Strongyloides papillosus*.

Kenyon et al. (2009) no Reino Unido relataram que frente às condições climáticas verificadas, como o aumento das chuvas no outono e inverno e temperaturas mais elevadas durante a primavera e verão, ocasionaram infecções mais graves por *H. contortus*, *Nematodirus battus* e *T. circumcincta*.

2.1.4 América do Norte

No Canadá, nas províncias de Quebec e Ontario, dados obtidos através das culturas de larvas de um estudo caracterizaram a epidemiologia da verminose em rebanhos convencionais e orgânicos. Os principais gêneros identificados nestes rebanhos foram *Ostertagia* spp., *Haemonchus* spp. e *Trichostrongylus* spp. (MEDEROS et al., 2010).

Estudos sobre a prevalência de helmintos em rebanhos ovinos nos Estados Unidos iniciaram com Marsh (1936), que observou o gênero dos principais parasitas de ovinos por meio de contagens de ovos nas fezes.

Howell et al. (2008) testaram a resistência a drogas anti helmínticas em 46 fazendas de 10 estados diferentes. *H. contortus* foi o parasita mais prevalente seguido por *T. colubriformis* em culturas de larvas antes do tratamento.

Em Tlaxcala no México, as principais espécies parasitas verificadas por Sanchez e Homero (1993) foram *Haemonchus* spp. (40%), *T. axei* (25%), *Teladorsagia* spp. (11,7%), *Oesophagostomum* spp. (9,7%), *Cooperia* spp. (4,5%), *Bunostomum* spp. (2,5%), *Nematodirus battus* (2%), *Strongyloides papillosus* (1,5%) e *Nematodirus spathiger* (1%).

2.1.5 América do Sul

No município de Miranda na Venezuela, Muñoz et al. (2008) verificaram a prevalência de *Trichostrongylus* spp. (50,5%), *Haemonchus contortus* (38%), *Cooperia* spp. (8%), *Oesophagostomum* spp. (2,5%), *Bunostomum* spp. (2,4%) e *Strongyloides papillosus* (1%) como os principais gêneros de nematódeos gastrintestinais.

Na Argentina, Suarez e Buseti (1995) e Romero e Boero (2001) ao realizarem um levantamento epidemiológico na região de Buenos Aires e Pampeana, verificaram *H. contortus* e *Trichostrongylus* spp. como os principais nematódeos gastrintestinais presentes em rebanhos ovinos.

No Uruguai, estudos epidemiológicos apontam *H. contortus* como o parasita mais importante seguido de *T. colubriformis*, *T. circumcincta* e *Cooperia* spp. (NARI et al., 1996).

2.2 EPIDEMIOLOGIA DA VERMINOSE OVINA NO BRASIL

2.2.1 Região Sul

Estudos pioneiros sobre a epidemiologia do parasitismo por nematódeos gastrintestinais no Brasil tiveram início no Rio Grande do Sul por Santiago et al. (1976). Estes autores relatam que os nematódeos mais importante envolvidos nas infecções verificadas naquele estado são *H. contortus*, *T. colubriformis*, *T. axei* e *O. columbianum*.

Em Santa Catarina, Ramos et al. (1985) encontraram a seguinte prevalência de helmintos: *H. contortus* (61,3%), *Trichostrongylus axei* (54,8%), *Teladorsagia circumcincta* (25,8%), *Trichostrongylus longispicularis* (25,8%), *Oesophagostomum columbianum* (38,7%), *Oesophagostomum venulosum* (32,3%), *Trichuris ovis* (32,3%) e *Muellerius* spp (19,4%).

Martin-Nieto et al. (2003) e Thomaz-Soccol et al. (2004) relatam *H. contortus* e *T. colubriformis* como os principais e mais prevalentes parasitas no estado Paraná. Ainda no Paraná, no município de Pinhais, GAZDA et al. (2012) indicaram que a prevalência do gênero *Trichostrongylus* spp. (40,1%) durante o período de outono e inverno foi superior aos gêneros *Haemonchus* spp.

(29,9%), *Cooperia* spp. (20,2%) e *Strongyloides papillosus* (9,8%) devido à influência do clima local.

2.2.2 Região Centro-Oeste

No Mato Grosso do Sul, Moraes et al. (2010) identificaram seis espécies de helmintos nas necropsias realizadas em animais adultos: *Cooperia curticei*, *C. pectinata*, *C. punctata*, *H. contortus*, *O. columbianum* e *T. colubriformis*. A espécie de maior prevalência foi *H. contortus*, com 73,4% seguida por, *T. colubriformis* (9,9%), *C. curticei* (7,2%), *C. punctata* (5,0%), *C. pectinata* (4,4%) e *O. columbianum* (0,2%).

No Distrito Federal, um estudo epidemiológico retrospectivo revisou os laudos de necropsia do Laboratório de Patologia Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, entre 2003 e 2009. Foram encontrados 45 laudos de ovinos e prevalência de nematódeos gastrintestinais foi a seguinte: *H. contortus* (44,4%), *Oesophagostomum* spp. (13,8%), *Trichuris* spp. (0,9%) e *T. axei* (0,9%) (ATAÍDE e CANSI, 2013).

2.2.3 Região Sudeste

No estado de São Paulo, Vieira et al. (1989) realizaram estudos epidemiológicos nos quais *H. contortus* correspondeu a (100%) das infecções seguido por *T. colubriformis* (85%), *O. columbianum* (69%), *C. punctata* (50%), *C. pectinata* (12%) e *T. ovis* (3,8%)

Amarante e Barbosa (1995) em Botucatu – SP, constataram que os gêneros de helmintos de maior ocorrência foram *Haemonchus* spp., *Trichostrongylus* spp., *Cooperia* spp., *Oesophagostomum* spp. e *Strongyloides papillosus*, acometendo bovinos e ovinos adultos, e *Haemonchus* spp., *Oesophagostomum* spp. e *Trichostrongylus* spp. em cordeiros antes do desmama.

Bassetto et al. (2009), também em Botucatu, durante o período de novembro de 2007 a julho de 2008, verificaram que na pastagem,

predominavam larvas de *Haemonchus* spp., *Trichostrongylus* spp. e *Oesophagostomum* spp. Rocha et al. (2008) citam *H. contortus* e *T. colubriformis* como as espécies mais prevalentes na região de Tupi Paulista.

Na região noroeste do Estado de São Paulo, na microregião de Jaboticalbal, MACIEL et al. (2014) citam *H. contortus* (100%) e *T. colubriformis* (90,9%) como os parasitas mais prevalentes em ovinos, seguido por *C. curticei* (56%), *O. columbianum* (48,4%), *C. punctata* (30,3%), *T. axei* (22,7%) e *S. papillosus* (83%).

No Rio de Janeiro, Silva e Fonseca (2011), com objetivo de verificar a suscetibilidade racial de ovinos a helmintos gastrintestinais, observaram que as raças Lacoune, Bergamácia, Santa Inês e animais Sem Padrão Racial Definido (SPRD) apresentaram predomínio de infecção por *Haemonchus* spp., *Trichostrongylus* spp., *Cooperia* spp. e *Oesophagostomum* spp.

2.2.4 Região Norte e Nordeste

Em Roraima, Braga e Girardi (1991) investigaram a população de larvas infectantes na pastagem nativa. Dois ovinos traçadores foram alocados por 35 dias junto a um rebanho de aproximadamente 300 ovinos. *H. contortus* apresentou prevalência de 100% nos animais, seguido por *T. colubriformis*, *C. curticei*, *O. columbianum* e *Trichuris* spp.

Levantamentos realizados na região nordeste do Brasil indicaram a ocorrência de *H. contortus*, *T. axei*, *T. colubriformis*, *O. columbianum*, *Trichuris* spp., *Cooperia* spp., *S. papillosus*, *Skirjabinema ovis* e *Bunostomum trigonocephalum*. Dentre estes, o mais prevalente foi *H. contortus* (AROSEMENA et al., 1999; CHARLES, 1995; SILVA et al., 2003).

Lima et al. (2010), no Estado de Pernambuco, verificaram em culturas de larvas, que os principais gêneros envolvidos no parasitismo foram *Haemonchus* spp., *Trichostrongylus* spp. e *Oesophagostomum* spp.

Na região central do estado do Maranhão, nos municípios do Alto de Menarim e Grajaú, 192 ovinos foram avaliados nos quais a maior prevalência foi de *Haemonchus* spp. (30,24%) e *Trichostrongylus* spp. (25,29%). Outros gêneros foram citados: *Cooperia* spp. (24,28%), *Oesophagostomum* spp. (14,12%) e *Strongyloides* spp. (6,09%) (BRITO et al., 2009).

Estudando a ocorrência de helmintos parasitas de ovinos, em rebanhos sem controle da verminose no estado do Piauí, Girão et al. (1985) diagnosticaram helmintos dos gêneros *Trichostrongylus* spp., *Haemonchus* spp., *Oesophagostomum* spp., *Bunostomum* spp., *Cooperia* spp. e *Strongyloides papillosus*.

Melo et al. (1998) no município de Pentecoste, Estado do Ceará, observaram que a helminto-fauna da região é composta por *H. contortus*, *Trichostrongylus* spp., *Cooperia* spp. e *Trichuris* spp.

Na região oeste do Rio Grande do Norte, os resultados de culturas de larvas indicaram *Haemonchus* spp. como o gênero mais prevalente seguido de *Trichostrongylus* spp., *Oesophagostomum* spp. e *Strongyloides papillosus* (AHID et al., 2008).

Segundo Costa et al. (2009), em levantamento realizado pela Universidade Federal da Campina Grande, na Paraíba, de janeiro de 2000 a agosto de 2007, a maior prevalência de *H. contortus* foi verificada entre maio e junho, quando a maior parte dos animais necropsiados apresentou maior número de parasitas no abomaso.

Em geral os rebanhos ovinos no Brasil adquirem infecções mistas de parasitas tendo como ordem de prevalência as seguintes espécies de helmintos: *H. contortus*, *T. colubriformis*, *O. columbianum*, *Strongyloides* spp., *Cooperia* spp. e *Nematodirus* spp. (AMARANTE et al., 1997, AMARANTE et al., 2004).

Outros fatores como intensidade da infecção, prevalência e patogenicidade do parasita indicam *H. contortus* como a principal espécie parasita em ovinos (ECHEVARRIA et al., 1996; AROSEMENA et al., 1999; MARTIN-NIETO et al., 2003; RAMOS et al., 2004; AMARANTE et al., 2009).

Quadro 1. Principais nematódeos gastrintestinais registrados em ovinos em diferentes Países.

Local	Principais Parasitas	Referência
Nova Zelândia	<i>Strongyloides papillosus</i> , <i>Nematodirus</i> spp., <i>Trichuris ovis</i> , <i>Chabertia</i> spp., <i>Cooperia curticei</i> , <i>H. contortus</i> , <i>Trichostrongylus</i> spp., <i>Teladorsagia</i> spp.	(Tetley, 1941)
Nova Zelândia	<i>Trichostrongylus</i> spp. <i>H. contortus</i> , <i>Cooperia</i> spp., <i>Nematodirus</i> spp.	(Vlassof et al., 2001).
Australia	<i>H. contortus</i> , <i>Trichostrongylus</i> spp., <i>Teladorsagia</i> spp.	(Love e Hutchenson, 2003).
Indonésia	<i>T. colubriformis</i> , <i>T. axei</i> , <i>H. contortus</i> , <i>C. curticei</i> , <i>S. papillosus</i> , <i>Bunostomum trigonocephalum</i> , <i>Oesophagostomum columbianum</i> .	(Domy et al., 1996).
Índia	<i>H. contortus</i> , <i>Trichostrongylus</i> spp.	(Gupta et al., (1987).
Paquistão	<i>H. contortus</i> .	(Tasawar et al., 2010).
China	<i>O. columbianum</i> , <i>H. contortus</i> , <i>T. colubriformis</i>	(Wang et al., 2006).
África (Benin)	<i>H. contortus</i>	(Attindehou et al., 2012).
Espanha	<i>Teladorsagia circumcincta</i> , <i>H. contortus</i> , <i>T. colubriformis</i> .	(Uriarte et al., 2003).
Itália	<i>H. contortus</i>	(Biggeri et al., 2007).
Alemanha	<i>Trichostrongylus</i> spp., <i>Teladorsagia</i> spp., <i>H. contortus</i> , <i>Cooperia</i> spp.	(Erhardt e Gauly, 2001).
Suécia	<i>H. contortus</i> , <i>T. circumcincta</i> .	(Waller et al., 2004).
França	<i>H. contortus</i> , <i>T. circumcincta</i> , <i>Trichostrongylus</i> spp., <i>Cooperia</i> spp., <i>Nematodirus</i> spp., <i>S. papillosus</i>	(Cabaret et al., 2002).
Reino Unido	<i>H. contortus</i> , <i>Nematodirus battus</i> , <i>T. circumcincta</i> .	(Kenyon et al., 2009).
Canadá	<i>Teladorsagia</i> spp., <i>Haemonchus</i> spp., <i>Trichostrongylus</i> spp.	(Mederos et al., 2010).
Estados Unidos	<i>H. contortus</i> , <i>T. colubriformis</i> .	(Howell et al., 2008).
México	<i>Bunostomum</i> spp., <i>N. battus</i> , <i>S. papillosus</i> , <i>N. spathiger</i> .	(Sanchez e Homero, 1993).
Venezuela	<i>H. contortus</i> , <i>Cooperia</i> spp., <i>Oesophagostomum</i> spp., <i>Bunostomum</i> spp, <i>S. papillosus</i> .	(Munhoz et al., 2008).
Argentina	<i>H. contortus</i> , <i>T. colubriformis</i> .	(Suarez e Buseti, (1995), (Romero e Boero, 2001).
Uruguai	<i>H. contortus</i> , <i>T. colubriformis</i> , <i>T. circumcincta</i> , <i>Cooperia</i> spp.	(Nari et al., 1996).

Quadro 2. Principais nematódeos gastrintestinais verificados em ovinos criados nas regiões sul, sudeste, centro-oeste, norte e nordeste do Brasil.

Local	Principais Parasitas	Referência
Rio Grande do Sul	<i>H. contortus</i> , <i>T. colubriformis</i> , <i>T. axei</i> , <i>O. columbianum</i> .	(Santiago et al., 1976).
Santa Catarina	<i>H. contortus</i> , <i>T. axei</i> , <i>Teladorsagia circumcincta</i> , <i>T. longispiculares</i> , <i>O. venulosum</i> , <i>Trichuris ovis</i> , <i>Muellerius</i> spp.	(Ramos et al., 1985).
Paraná	<i>H. contortus</i> , <i>T. colubriformis</i> , <i>Cooperia</i> spp. e <i>Strogylodes papillosus</i> .	(Martin-nieto et al., 2003) (Thomaz-soccol et al., 2004) (Gazda et al., 2012)
Mato Grosso do Sul	<i>Cooperia curticei</i> , <i>Cooperia pectinata</i> , <i>H. contortus</i> , <i>O. columbianum</i> , <i>T. colubriformis</i> .	(Moraes et al., 2010).
São Paulo	<i>H. contortus</i> , <i>T. colubriformis</i> , <i>Cooperia punctata</i> , <i>C. pectinata</i> , <i>Trichuris ovis</i> .	(Vieira et al., 1989).
São Paulo (Botucatu)	<i>Haemonchus</i> spp., <i>Oesophagostomum</i> spp., <i>Trichostrongylus</i> spp., <i>Cooperia</i> spp., <i>S. papillosus</i> .	(Amarante e Barbosa, 1995).
São Paulo (Botucatu)	<i>Haemonchus</i> spp., <i>Trichostrongylus</i> spp., <i>Oesophagostomum</i> spp.	(Basseto et al., 2009)
São Paulo (Tupi Paulista)	<i>H. contortus</i> e <i>T. colubriformis</i> .	(Rocha et al., 2008).
Jaboticabal	<i>H. contortus</i> , <i>T. colubriformis</i> , <i>C. curticei</i> , <i>O. columbianum</i> , <i>C. punctata</i> , <i>S. papillosus</i>	(Maciel et al., 2014)
Rio de Janeiro	<i>Haemonchus</i> spp., <i>Trichostrongylus</i> spp., <i>Cooperia</i> spp., <i>Oesophagostomum</i> spp.	(Silva e Fonseca, 2011).
Brasília	<i>H. contortus</i> , <i>Trichuris</i> spp., <i>T. axei</i> .	(Ataíde e Cansi, 2013).
Pernambuco	<i>Haemonchus</i> spp., <i>Trichostrongylus</i> spp., <i>Oesophagostomum</i> spp.	(Lima et al., 2010).
Roraima	<i>H. contortus</i> , <i>T. colubriformis</i> , <i>C. curticei</i> , <i>O. columbianum</i> , <i>Trichuris</i> spp.	(Braga e Girardi, 1991).
Maranhão	<i>Haemonchus</i> spp., <i>Trichostrongylus</i> spp., <i>Cooperia</i> spp., <i>Oesophagostomum</i> spp., <i>S. Papillosus</i> .	(Brito et al., 2009).
Piauí	<i>Trichostrongylus</i> spp., <i>Haemonchus</i> spp., <i>Oesophagostomum</i> spp., <i>Bunostomum</i> spp., <i>Cooperia</i> spp., <i>Strongyloides</i> spp.	(Girão et al., 1985).
Ceará	<i>H. contortus</i> , <i>Trichostrongylus</i> spp., <i>Cooperia</i> spp., <i>Trichuris</i> spp.	(Melo et al., 1998).
Rio Grande do Norte	<i>Haemonchus</i> spp., <i>Trichostrongylus</i> spp., <i>Oesophagostomum</i> spp., <i>Strongyloides</i> spp.	(Ahid et al., 2008)..
Paraíba	<i>H. contortus</i> .	(Costa et al., 2009).

2.3 CICLO DE VIDA DOS NEMATÓDEOS

Os Trichostrongilídeos são parasitas pertencentes à classe nematoda, ordem Strongylidae (nematódeos bursados). A família Trichostrongylidae representa um dos maiores entraves na produção de ovinos no mundo (ANDERSON, 1992).

O ciclo de vida dos trichostrongilídeos consiste na eliminação das fezes contendo ovos de parasitas. A fase do ciclo denominada fase de vida livre compreende alguns estágios evolutivos e ocorrem na pastagem. Dentro dos ovos dos helmintos originam-se as larvas de primeiro estágio (L1). Estas larvas realizam mais duas mudas, passando a ser denominadas de L2 e L3. A última denominada como estágio infectante (TAYLOR et al., 2010).

A segunda parte do ciclo é conhecida como a fase de vida parasitária e ocorre após a ingestão das L3. Outras duas mudas ocorrem no hospedeiro (L4 e L5) e a partir disso os parasitas adultos se reproduzem e ovos são eliminados novamente nas fezes, reiniciando o ciclo (AMARANTE e SALES, 2007).

Outro nematódeo que se mostra prevalente em ovinos pertence à Família Trichuridae (nematódeo não bursado), superfamília *Trichuroidea* gênero *Trichuris* spp. Da mesma forma o gênero *Strongyloides* spp., pertencente à superfamília Rhabditoidea (BOWMAN et al., 2009).

O ciclo de vida do gênero *Trichuris* spp. ocorre através da liberação dos ovos do parasita nas fezes. A infecção por este gênero acontece somente pela ingestão de ovos larvados e não há migração visceral. A eclosão dos ovos ocorre no intestino delgado com posterior penetração da larva e migração para o intestino grosso. As larvas de quinto estágio atingem maturidade sexual e machos e fêmeas dão origem a ovos que são liberados nas fezes (TAYLOR et al., 2010).

O ciclo de vida do *Strongyloides* sp., divide-se em ciclo parasitário e ciclo de vida livre. O ciclo parasitário consiste no desenvolvimento de fêmeas partenogéticas. A geração de vida livre produz machos e fêmeas que vivem no ambiente (EBERHARDT et al., 2007).

2.4 PREJUÍZOS CAUSADOS PELOS NEMATÓDEOS

Segundo Taylor et al. (2010), os ovinos são parasitados por helmintos em todas as faixas etárias e sua ação negativa não acontece apenas em relação ao atraso no crescimento, mas também compromete a produção, reprodução, qualidade de carne, lã, leite e ainda pode ser considerada a principal causa de morbi-mortalidade dentro dos rebanhos.

Echevarria (1988) relatou que a verminose em ovinos pode reduzir de 20 a 60% o ganho de peso e ocasionar uma taxa de mortalidade que pode variar entre 20 a 40% nos rebanhos.

O parasitismo, entretanto, não é um sinônimo de doença, pois, em condições naturais, em muitos animais do rebanho a carga parasitária tende a ser bem tolerada (AMARANTE e SALES 2007). Além disso, outros fatores como manejo, idade, suporte nutricional e condição fisiológica podem mascarar a sintomatologia de animais parasitados (CHAGAS et al., 2007).

2.4.1 *Haemonchus contortus* (Rudolphi, 1803)

H. contortus é o parasita com maior prevalência e patogenicidade verificado em rebanhos ovinos (SILVA et al., 2003, AMARANTE et al., 2004, MORAES et al., 2010) em regiões tropicais. Segundo Urquhart et al. (1998), este nematódeo parasita o abomaso de ovinos e sua patogenicidade se relaciona ao grande potencial de hematofagia. BOWMAN et al. (2010) relatam que cada parasita adulto remove do hospedeiro cerca de 0,05 ml de sangue por dia, em decorrência da ingestão e extravasamento de sangue das lesões no abomaso.

As fêmeas de *H. contortus* podem medir de 18 a 30 mm e os machos de 10 a 20 mm. As fêmeas são altamente prolíferas e podem depositar em média de 5.000 a 10.000 ovos por dia (UENO e GONÇALVES, 1998; ROMERO e BOERO, 2001). O período pré-patente deste parasita pode variar entre 15 a 18 dias (TAYLOR et al., 2010).

A haemonchose pode ser classificada em três diferentes formas: hiperaguda, aguda e crônica. A forma hiperaguda se refere a infecções maciças, com ingestão de aproximadamente 30.000 larvas infectantes (L3).

Este quadro pode determinar morte súbita por gastrite hemorrágica intensa devido a redução rápida do hematócrito (URQUHART et al., 1998). Os valores normais referenciados por Meyer e Harvey (2004) na espécie ovina, variam de 24 a 50%.

A forma aguda é caracterizada pela redução progressiva do hematócrito do animal, neste caso, a eritropoese, atua como um mecanismo compensatório e ocorre na medula óssea. A resposta fisiológica torna-se tardia e o nível do hematócrito permanece baixo. O quadro agudo pode ainda esgotar os níveis de ferro e proteínas plasmáticas circulantes devido à infecção parasitária e levar o animal a óbito (TAYLOR et al., 2010).

A infecção crônica ocorre quando o número de parasitas presentes no abomaso persiste, entretanto, não é suficiente para provocar anemia (TAYLOR et al., 2010; BOWMAN et al., 2003).

A perda de sangue acarreta redução nas reservas de ferro e redução da eritropoiese associada à perda de proteína, sendo a anemia a principal característica da infecção (MACEDO et al., 2008).

De acordo com HOLMES (1985), a haemonchose pode causar alterações significativas nos constituintes plasmáticos, sendo a principal uma hipoalbuminemia severa, com consequente desenvolvimento de edema, particularmente na face, como também ocorrência de ascite. Segundo KANECO (1997) o valor de referência utilizado para mensurar albumina em ovinos pode variar de 2,4 a 3,0 g/dL.

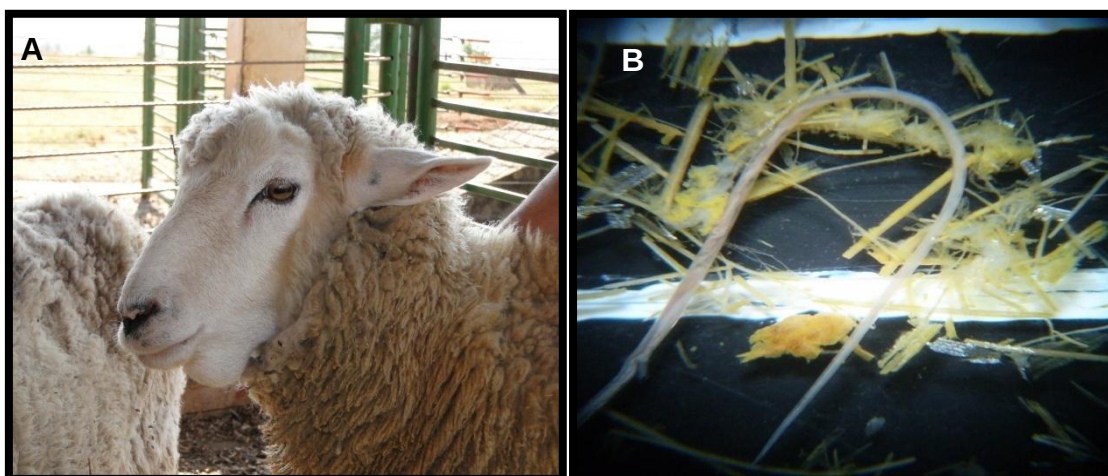


Figura 1. Cordeiro traçador com sinal clínico de Haemonchose caracterizado por edema submandibular (A), exemplar adulto (fêmea) do gênero *Haemonchus* spp. (B). A: SILVA, B.F, 2012. B: M.O. WILMSEN, 2014.

2.4.1.1 Identificação morfológica

A identificação correta das espécies de *Haemonchus* em pequenos ruminantes é essencial em estudos epidemiológicos uma vez que visam o estabelecimento de estratégias de controle sustentáveis (AMARANTE, 2011).

Hoberg et al. (2004) citaram uma lista com 12 espécies da família Haemonchinae. Porém apenas três espécies são responsáveis pela infecção de ruminantes domésticos dentre elas *Haemonchus contortus*, *Haemonchus placei* e *Haemonchus similis*, o último parasitando apenas bovinos.

Amarante et al. (1997) e Achi et al. (2003) relatam que as espécies *H. contortus* e *H. placei* são responsáveis por infecções simultâneas em ovinos e bovinos.

Achi et al. (2003), a fim de identificar as três principais espécies do gênero *Haemonchus* que parasitam ruminantes domésticos, *H. contortus*, *H. placei* e *H. similis* através das medidas dos espículos, descreveram uma função discriminante. O objetivo de realizar a identificação morfológica de indivíduos machos leva em consideração que estes apresentam tamanhos diferentes nas estruturas do espículo. Desta forma a combinação das medidas obtidas a partir do comprimento total do espículo (TL) bem como os valores dos ganchos direitos (THr) e esquerdo (THl) permite identificar as diferentes espécies:

$$DF = 0,0016 TL + 0,128 + 0,152 THr THl - 9,97 \quad (1)$$

A identificação é feita por :DF: < 0,63 : *Haemonchus contortus*, 0,63 < DF < 3: *Haemonchus placei* e DF > 4: *Haemonchus similis*.

Entretanto um fator limitante para a utilização isolada da função é a sobreposição nas medidas dos espículos, que resulta na identificação incorreta dos parasitas. Para reduzir os erros de identificação morfológica pode-se empregar a análise da sínlofe, que consiste em avaliar o número de cristas cuticulares longitudinais que são diferentes para cada espécie (AMARANTE, 2011).

Lichtenfels et al. (1994) relatam que o número de cristas varia entre as espécies sendo que *H. contortus* possui 30 na região posterior do esôfago enquanto *H. placei* possui 34. O número de cristas presentes na região da metade do corpo é de 22 e não difere entre as duas espécies.

A identificação morfológica pode ser baseada em diferentes métodos. Amarante (2011) cita que o primeiro método a ser utilizado é a mensuração do comprimento total do espículo dos machos e seus ganchos (direito e esquerdo), que são mais confiáveis quando comparados a morfometria de fêmeas.

Lichtenfels et al., (1994), realizaram um estudo a fim de verificar as diferenças entre as estruturas dos machos do gênero *Haemonchus* provenientes de regiões e hospedeiros diferentes. Os autores obtiveram valores que evidenciam as diferenças em cada espécie. (Tabela 3).

Tabela 1. Identificação morfológica a partir das medidas do comprimento total do espículo, gancho direito e gancho esquerdo de machos das espécies *H. contortus* e *H. placei*.

Medidas	<i>H. contortus</i>	<i>H. placei</i>
Comprimento total do espículo (µm)	383-475 (425)	438-511 (481)
Gancho direito (µm)	37-48 (42)	45-60 (55)
Gancho esquerdo (µm)	19-24(22)	22-32 (27)

*Entre parênteses são apresentadas as médias em micrometros.

Fonte: Lichtenfels et al., (1994)

Jacquet et al. (1997) citam que a utilização da função discriminante torna o processo de morfometria mais dinâmico quando comparado aos outros métodos. Entretanto os parasitas *H. contortus* e *H. placei* podem apresentar sobreposição nas medidas do espículo e gerar erros frente a classificação das espécies. Para minimizar os erros, o emprego da sínlofe torna o diagnóstico morfológico mais confiável (AMARANTE, 2011).



Figura 2. Imagem de um corte realizado para a análise da Sínlofe clarificado com fenol na junção esôfago intestino de um *Haemonchus contortus* macho. Cristas cuticulares presentes na superfície externa do parasita (A), no interior presença de testículo (B) e intestino (C) em aumento de 40X. M.O. WILMSEN, 2014.

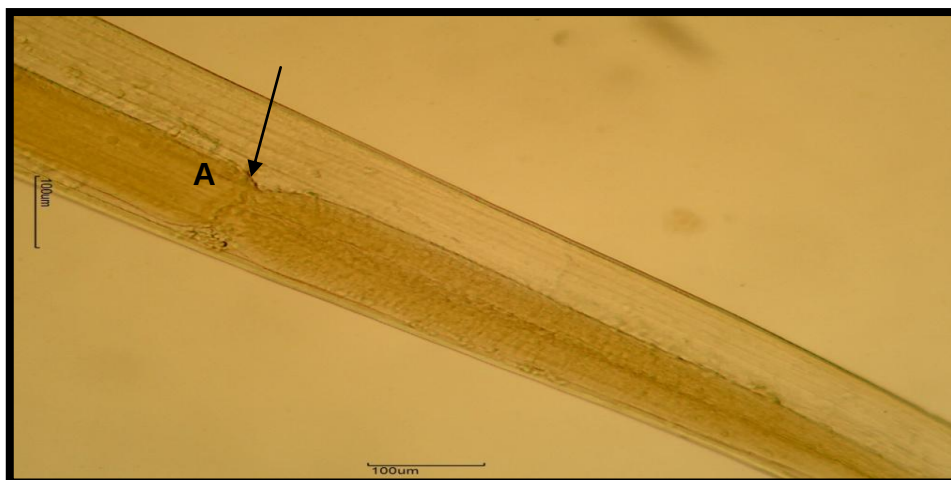


Figura 3. Região do esôfago com intestino. Local onde o corte deve ser realizado para a quantificação de cristas (A). Em aumento de 10X. M.O. WILMSEN, 2014.



Figura 4. Sínlofe da Junção esôfago intestino de *H. contortus* macho, presença de canais excretores (A, B), cristas na superfície cuticular do parasita em C. Aumento de 40X. M.O. WILMSEN, 2014.

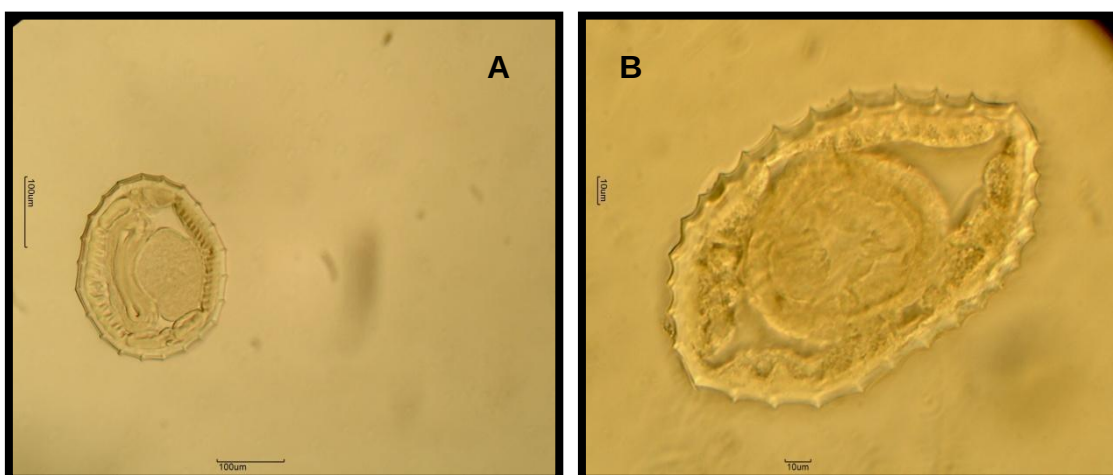


Figura 5. Corte para análise da sínlofe com presença de 22 cristas na superfície externa do parasita na junção esôfago intestino (A), corte com presença de 30 cristas na metade do corpo (B) de *H. contortus* em aumento de 10X. M.O. WILMSEN, 2014.



Figura 6. Bolsa copuladora de *Haemonchus contortus* (A), comprimento total do espículo do parasita (B) em aumento de 40X. M.O. WILMSEN,2014.

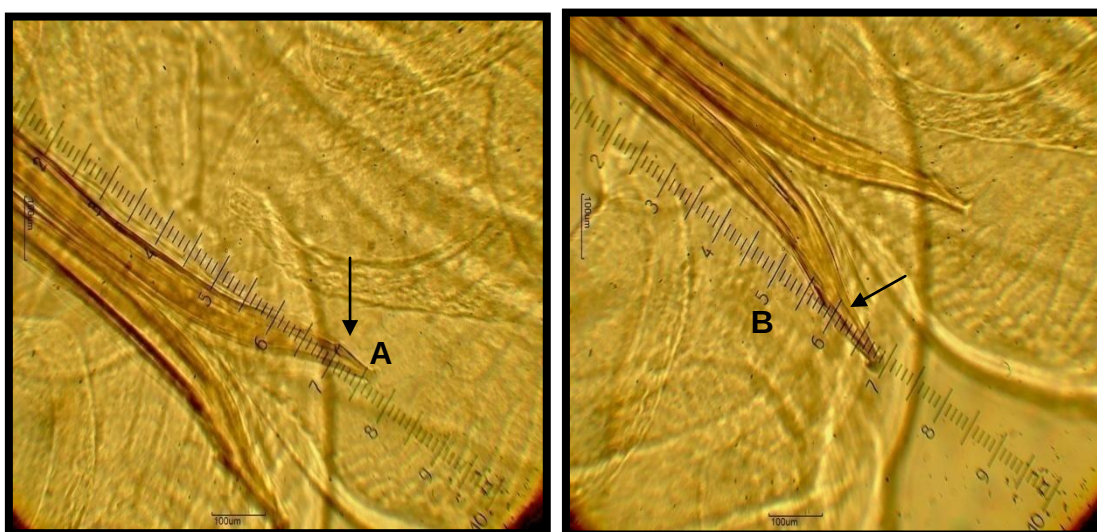


Figura 7. Comprimento Total do gancho esquerdo do espículo (A), comprimento total do gancho direito (B) em aumento de 40X. M.O. WILMSEN, 2014.

2.4.2 *Trichostrongylus colubriformis* (Giles, 1892)

Trichostrongylus colubriformis é cosmopolita e a segunda espécie parasita mais prevalente em ovinos no Brasil. O'Connor et al. (2006) relatam que as infecções causadas por este nematódeo são responsáveis por um impacto econômico considerável para os agricultores na criação de pequenos ruminantes em todo o mundo. O *H. contortus*, por ser o parasita mais patogênico dentro da cadeia produtiva de ovinos no mundo, é alvo da maioria dos estudos realizados em ovinos, enquanto as perdas geradas pelas infecções de *T. colubriformis* são negligenciadas principalmente em países de clima tropical e subtropical (CARDIA et al., 2011).

Este nematódeo acomete o intestino delgado e como a maioria dos trichostrongilídeos, possui estágio de vida parasitária no hospedeiro e a fase de vida livre na pastagem. As larvas infectantes na vegetação são resistentes a condições de estiagem prolongada e toleram baixas temperaturas (ANDERSON, 1992). As fêmeas desta espécie não são tão prolíferas quantos as de *H. contortus*, sua postura é de aproximadamente 100 a 200 ovos por dia (ROMERO e BOERO, 2001).

Segundo Amarante et al. (2004), a segunda espécie em ordem de importância nas infecções parasitárias é o *T. colubriformis*. No sul do Brasil, a espécie *T. axei* também é relevante para a espécie ovina (RAMOS et al., 2004).

As infecções por *T. colubriformis* podem ser assintomáticas, entretanto, casos de infecção maciça (de 10.000 a 100.000) helmintos, pode ocorrer manifestação de sinais clínicos. Os principais sinais observados são enterite grave, caracterizada pela atrofia de vilosidades intestinais, apatia, anorexia, hipertrofia de criptas, erosão do epitélio intestinal, infiltração de leucócitos e exudação de proteínas séricas para o lúmen intestinal (URQUHART et al., 1998; TAYLOR et al., 2010).

T. colubriformis é capaz de causar lesões na mucosa intestinal de modo que as vilosidades sofram atrofia, impedindo assim a absorção de nutrientes, além de resultar em exsudação de proteínas séricas para a luz intestinal, diarreia e perda de peso (CANTACESSI et al., 2010).

Cardia et al., (2011) realizaram um trabalho no qual foram confirmadas as principais lesões na mucosa intestinal de dois ovinos da raça Santa Ines. As lesões foram identificadas através da microscopia eletrônica de varredura e histopatologia tendo sido observadas áreas hemorrágicas, com infiltrado inflamatório, além da formação de túneis na mucosa duodenal.



Figura 8. Conteúdo gastrintestinal de ovino em placa de Petri. Exemplares adultos de *Trichostrongylus* spp. M. O. WILMSEN, 2014.

2.5 INFLUÊNCIA DO AMBIENTE NA EPIDEMIOLOGIA DA VERMINOSE

Da carga parasitária total de um hospedeiro, estima-se que aproximadamente 95% encontra-se na pastagem e 5% no hospedeiro (BOWMAN et al., 2009). Portanto, é de grande valia que estudos sejam realizados a fim de verificar a influência da temperatura, umidade e precipitação no desenvolvimento e sobrevivência de estágios de vida livre, para que possam auxiliar no controle das helmintoses de pequenos ruminantes.

O'Connor et al. (2006) ressaltam que um ferramenta importante para o controle do parasitismo por *Haemonchus* spp. e *Trichostrongylus* spp. em períodos com aumento no risco de infecção, seria a interrupção da transmissão

a partir do manejo da pastagem visando a interrupção do ciclo de vida livre dos parasitas.

A contaminação da pastagem ocorre de forma sucessiva pelos ovinos uma vez que a eliminação das fezes contendo ovos de estrongilídeos é realizada continuamente durante todo o período de pastejo (AMARANTE e SALES, 2007). As condições climáticas verificadas em cada região atuam como uma variável que exerce influência sobre o desenvolvimento da fase de vida livre.

Segundo O'Connor et al. (2006), as taxas de infecção dos ovinos e de contaminação do ambiente são influenciadas pelos efeitos diretos do clima sobre o desenvolvimento e a sobrevivência dos estágios de vida livre e do deslocamento das larvas infectantes na pastagem.

Os tricostrongilídeos necessitam de temperaturas ideais para que o desenvolvimento dos estágios larvais ocorra na pastagem. De acordo com Morgan e VanDjik (2012), a temperatura mínima para a evolução da larva infectante de primeiro estágio (L1) é de 4 °C e 8 °C. Temperaturas elevadas podem influenciar significativamente no desenvolvimento e também na morte de estágios larvais.

Existe influência da temperatura sobre a resistência e o desenvolvimento dos ovos até a fase de larva infectante. É possível verificar que alguns nematódeos têm seu desenvolvimento em temperaturas mais baixas, como é o caso de *T. circumcincta* e *T. colubriformis*. A espécie *T. circumcincta* pode ser mais resistente a temperaturas baixas quando comparada ao *T. colubriformis* (VLASSOF et al., 2001). A temperatura que favorece o desenvolvimento de *H. contortus* e permite a sua sobrevivência por várias semanas na pastagem é de 17 °C (CARNEIRO e AMARANTE, 2008). Entretanto *H. contortus* pode se desenvolver em temperaturas que variam de 10 e 40°C (O'CONNOR et al., 2006).

A dessecação dos ovos de *H. contortus*, em climas com verão quente e úmido, ocorre facilmente quando comparados aos ovos de *T. colubriformis*, que tendem a resistir aos processos de desidratação sofridos durante a fase de vida livre do ciclo (O'CONNOR et al., 2006).

Santos et al. (2009) realizaram um trabalho em Botucatu, com objetivo de verificar os efeitos do clima na migração de L3 de *H. contortus* na pastagem

e no solo. Nas estações avaliadas, verão (janeiro), outono (abril) e julho (inverno), foi verificada migração dos estágios infectantes das fezes para a pastagem. Na estação com maior índice pluviométrico e umidade (verão) a taxa de recuperação de larvas infectantes foi maior quando comparada ao período seco (outono/inverno), o que indicou que os cíbalos podem atuar como um reservatório para as larvas durante a estação seca.

Outros fatores que podem comprometer o desenvolvimento dos parasitas em terceiro estágio larval são dessecação pelo vento e radiação solar (VANDIJK et al., 2009).

Desta forma fica clara a influência e a importância do ambiente sobre a ecologia e desenvolvimento do parasitismo. As condições ambientais formam uma importante ferramenta que pode tanto favorecer o controle da verminose ou auxiliar na distribuição da infecção dos ovinos.

2.5.1 Clima tropical e subtropical

Este clima é caracterizado por temperaturas mais elevadas e chuvas, propícias ao desenvolvimento parasitário das fases de vida livre, principalmente no verão (O'CONNOR et al., 2006). Em países de clima tropical estes fatores são os mais importantes para o desenvolvimento de ovos e larvas na pastagem (VALCARCEL et al., 1999).

Crofton (1963), na Inglaterra, verificou que a faixa ótima de temperatura para o desenvolvimento das larvas infectantes estava compreendida entre 20 °C e 30 °C e que as temperaturas elevadas poderiam acelerar o desenvolvimento e diminuir a sobrevivência.

As principais espécies que se desenvolvem facilmente em regiões de clima tropical e subtropical são *H. contortus* e *T. colubriformis* (AMARANTE et al., 2004; ROCHA et al., 2008). Segundo Morgan e VanDijk (2012), no verão a umidade e a precipitação são fatores essenciais para que ocorra a migração de larvas de terceiro estágio dos cíbalos até a forragem. Charles (1995) relata que a umidade é necessária para que o desenvolvimento de ovos e larvas bem como a migração de larvas das fezes para a vegetação.

H. contortus é o parasita que tem apresentado maior importância devido à sua ampla distribuição e alta intensidade de infecção nos rebanhos em

países de clima tropical (SANTOS et al., 2012). Ainda segundo AMARANTE et al. (2004), raças européias, não adaptadas a climas tropicais, quando submetidas a tais condições tendem a apresentar alta susceptibilidade às infecções por *H. contortus*.

Frente a condições climáticas e ambientais favoráveis ao desenvolvimento do parasitismo, regiões de clima subtropical temperado contribuem significativamente com perdas econômicas dentro da cadeia produtiva de ovinos devido à verminose (COSTA et al., 2009).

2.5.2 Clima temperado

Nas regiões de clima temperado, a variação da temperatura durante parte do ano é limitante para o desenvolvimento de algumas espécies parasitas (MORGAN e VAN DIJK, 2012). Crofton (1963) relata que alguns nematódeos desenvolvem habilidade de resistir às baixas temperaturas a fim de manter as taxas de infecção para as gerações futuras. Este fato ocorre tanto na fase de vida livre quanto na fase parasitária.

Levine (1963) relata que as espécies mais resistentes a temperaturas baixas em países de clima temperado são *Trichostrongylus* spp. e *Teladorsagia* spp. e atribui um nível de infecção maior por estas espécies devido à resistência da fase larval frente a condições menos favoráveis de precipitação pluviométrica e temperaturas inferiores a 15 °C. No Brasil, Ramos et al. (2004) relatam que as influências do clima temperado refletem na carga parasitária dos animais. As infecções consistem principalmente de *T. colubriformis* e *T. axei* devido à adaptação destas espécies às baixas temperaturas.

Entretanto, infecções por *Trichostrongylus* spp. podem ser verificadas em regiões mais quentes e úmidas ou áreas subtropicais. Seu desenvolvimento pode ser semelhante ao de *H. contortus* devido às condições de clima favorável (LEVINE, 1963).

As larvas de *H. contortus*, mesmo com pouca tolerância a climas temperados, é o parasita mais prevalente em ovinos no mundo. Isso se deve a vários mecanismos de adaptação desenvolvidos, sendo a hipobiose um deles (TROELL et al., 2006; WALLER, 2006).

Alguns parasitas desenvolvem a capacidade de suportar a pressão de seleção estabelecida pelo uso irracional de anti-helmínticos no hospedeiro e, em condições climáticas desfavoráveis, os helmintos desenvolvem meios de manter a infecção latente a fim de garantir que as próximas gerações não sejam prejudicadas (Waller, 2006).

Waller et al. (2004) descrevem que existe uma associação de fatores que se agregam em condições de clima temperado. Na Suécia, no inverno, o manejo dos ovinos limita a infecção por nematódeos gastrintestinais e a pastagem fica livre de contaminação. No momento em que são estabulados, os animais recebem um tratamento anti-helmíntico a fim de não servirem como reservatório de infecção latente. Contudo, os fenômenos da resistência aos antiparasitários nem sempre permitem que o princípio ativo atinja os níveis de eficácia desejados. Desta forma fatores como a hipobiose e o fenômeno do periparto devem ser levados em consideração, uma vez que atuam em conjunto e contribuem para a infecção continua dos animais e da pastagem.

O período do peri-parto é verificado no início da primavera e permite que a contaminação da pastagem seja capaz de manter a infecção ativa durante as outras estações.

O aumento da temperatura verificado na primavera acelera o desenvolvimento da fase de vida livre e resulta em aumento dos níveis L3 (AMOUR, 1980, MORGAN e VAN DIJK, 2012). Este fato coincide com a presença de cordeiros na pastagem (VAN DIJK et al., 2008) e que pelo déficit de imunidade, são mais susceptíveis a infecção, podem apresentar sintomatologia clínica e sofrer retardo no crescimento.

2.5.2.1 Hipobiose

Hipobiose ocorre quando uma larva de quarto estágio inibe seu desenvolvimento no hospedeiro. Costa et al. (2011) citam que este fenômeno inibitório permite evitar a exposição das gerações seguintes a condições climáticas adversas. Este fenômeno ainda permite que a vida do nematódeo se prolongue no hospedeiro e que no período de maturação destas larvas para o estágio adulto, o número de ovos depositados na pastagem seja maior.

Em regiões de clima subtropical e tropical, Viera (1997) descreve em caprinos, que este fenômeno tem início no período seco e desta forma o retorno ao desenvolvimento tende a coincidir com o início do período chuvoso. Urquhart et al. (1998) inferem que os mecanismos pelos quais o sinal para a maturação das larvas são desencadeados não está claro.

Charles (1995) verificou este fenômeno em um estudo realizado com ovinos traçadores, com idade entre três e seis meses, no semi-árido de Pernambuco, município de Petrolina. Um número significativo de larvas de quarto estágio da espécie *H. contortus* foi encontrado na mucosa do abomaso de ovinos (499/animal) na estação chuvosa e na estação seca (416/animal). Outras espécies de nematódeos como *Trichostrongylus* spp., *Cooperia* spp., *Oesophagostomum radiatum* foram encontrados no estágio L4 inicial entretanto em número médio menor e com pouca frequência.

Em caprinos, Charles (1989) observou que nos meses de seca, a infecção por nematódeos gastrintestinais não ocorria. Contudo após a necropsia dos animais, foram identificados parasitas adultos. Desta forma, os mesmos poderiam ter origem da infecção no início da última estação seca ou chuvosa.

Santiago e Costa (1977), no Rio grande do Sul, observaram em ovinos experimentalmente infectados com larvas de *H. contortus* e abatidos seis dias após a infecção, que as fases de L4 inicial apresentavam inclusões de cilindros cristalinas típicas de larvas hipobióticas.

Portanto a hipobiose pode indicar eventos importantes que se relacionam ao parasitismo, tais como a viabilidade de estágios imaturos, a deflagração do sinal para o início do processo e a maturação das larvas, além de manter a infecção latente no hospedeiro, incluindo danos espoliativos pela atividade larval.

2.6 FATORES RELACIONADOS AO ANIMAL

2.6.1 Raças

Um dos fatores que pode ser levado em consideração e está relacionado à susceptibilidade dos hospedeiros da espécie ovina à verminose gastrointestinal é a falta de entendimento sobre as características de cada raça, além dos processos de seleção natural que são impostos pelas condições ambientais na qual os animais estão submetidos (SILVEIRA e COSTA, 2013).

Em relação à produtividade das raças, algumas tendem a apresentar maior resistência ao parasitismo, como é o caso da raça Santa Inês, e menor rendimento de carcaça. Animais com características de elevado ganho em peso e terminação precoce são geralmente mais susceptíveis à infecção parasitária, como é o caso das raças Ile de France e Suffolk (AMARANTE et al., 2004).

Raças resistentes às infecções helmínticas podem apresentar ganho médio de peso e peso ao abate superior, em relação aos animais de raças susceptíveis, quando criados sob a mesma condição de pastejo. No Brasil, ovinos das raças Crioula Lanada e Santa Inês apresentaram pesos superiores em comparação aos animais das raças Corriedale e Ile de France (AMARANTE et al., 2004, BRICARELLO et al., 2004).

A introdução de animais importados de outros países também pode ser um fator relevante ao acometimento pela verminose gastrointestinal. A introdução de animais de raças européias no Brasil é um fator agravante do ponto de vista de susceptibilidade animal. As infecções mais comuns no Brasil são causadas por espécie *H. contortus* e *T. colubriformis* diferentemente de países da América da Norte, como no Canadá, onde as infecções por *Teladorsagia* spp. são mais comuns (AMARANTE et al., 2004; MEDEROS et al., 2010.).

Rocha et al. (2005) ainda compararam a resistência de cordeiros da raça Santa Inês e Ile de France criados em pastejo do nascimento ao desmame. Verificaram que cordeiros Ile de France necessitaram de medicação anti-helmíntica já aos 43 dias de idade e os cordeiros Santa Inês aos 57 dias.

Algumas raças apresentam sensibilidade à verminose, já outras são capazes de tolerar o parasitismo. Assim a carga parasitária do animal pode estar elevada sem que o mesmo apresente sinais clássicos de verminose gastrointestinal (AMARANTE et al., 2004).

No Brasil, animais da raça Crioula quando comparados com a raça Corriedale demonstram ter uma resistência muito superior às infecções por *H. contortus*. Os animais da raça Crioula eram localmente adaptados às condições de clima e pastagem enquanto os da raça Corriedale foram importados visando aumento na produção de lã e carne (BRICARELLO et al., 2004).

Pastagens livres ou com baixa contaminação pelos estágios de vida livre dos nematódeos gastrintestinais podem beneficiar categorias mais susceptíveis à verminose como os cordeiros (AMARANTE et al., 2004).

Algumas raças de ovinos demonstram maior habilidade em desenvolver resistência contra infecções por nematódeos gastrintestinais. Nos Estados Unidos, ovinos da raça Florida Native demonstram resistência genética contra infecção parasitária por *H. contortus* quando comparados a ovinos de raças susceptíveis como Rambouillet (AMARANTE et al., 1999).

Amarante e Sales (2007) reforçam a importância de valorizar as raças nacionais tendo em vista a adaptação e o recurso genético que pode ser utilizado no controle de parasitas.

2.6.2 Fenômeno do periparto

O fenômeno do Periparto, *Spring rise* ou redução na imunidade, é causa de aumento na eliminação de ovos de nematódeos gastrintestinais pelos ovinos. Os mecanismos pelos quais o fenômeno ocorre não são claros, contudo, acredita-se que haja envolvimento de imunodepressão do hospedeiro é de origem endócrina e se instala durante a prenhez ou lactação (COSTA et al., 2011).

De acordo com Soulsby (1987), fatores relacionados à supressão de imunidade podem envolver a ação de hormônios do tipo glicocorticóides, adrenocorticotróficos além da prolactina, inibindo a reatividade dos linfócitos.

Após o período de hipobiose, ocorre um aumento na fecundidade de nematódeos adultos no hospedeiro e com o aumento da liberação de ovos ocorre elevação na contaminação da pastagem (O'Sullivan e Donald, 1970).

Segundo Amarante et al. (1992) esta contaminação é importante pois ocorre no período corresponde com à época em que novos hospedeiros susceptíveis, no caso cordeiros, passam a se alimentar na pastagem, e o aumento na quantidade de larvas infectantes presentes favorece a propagação dos helmintos (COSTA et al., 2011).

2.6.3 Importância do manejo da pastagem

Normalmente ovinos são criados em pequenas áreas e com superlotação, este fato tende a gerar aumento na concentração de larvas na pastagem tornando-a fonte de infecção contínua (SCHIMDT et al., 2001).

Quando ovinos são criados de forma extensiva e compartilham pastagem com outros animais, os problemas relacionados à verminose são esporádicos, ficando bem evidentes em alguns períodos como inverno/primavera tendo associação com o período periparto e condições precárias de pastagem (AMARANTE e SALES, 2007).

Torres et al. (2009) verificaram que o pastejo simultâneo entre bovinos e ovinos, no Distrito Federal, proporciona melhor controle da carga parasitária de *Haemonchus* spp. e favorece a profilaxia da verminose, em pastagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum*).

Existe uma necessidade de desenvolver novas abordagens para controlar a infecção parasitária gastrointestinal, como o manejo do pastejo (SANTOS et al., 2012).

A rotação de pastagem permite otimizar áreas de pastejo para os animais uma vez que esta prática associada a temperaturas elevadas acelera o desenvolvimento e morte da população de parasitas (AMARANTE e SALES, 2007).



Figura 9. Pastagem durante o período seco (inverno). (SILVA, B.F, 2012).

2.6.4 Nutrição e imunidade

O'Sullivan e Donald (1970) relatam que a condição nutricional dos animais tem grande influência na resistência contra as infecções por nematódeos. Segundo Rocha et al., (2005), a alimentação é um fator que tem grande influência no desenvolvimento e nas consequências do parasitismo. Animais com bom manejo nutricional podem apresentar aumento na tolerância frente a desafios parasitários.

Silva et al. (2012) demonstraram que dietas ricas em proteína podem contribuir com a resposta imunológica gerada pelos animais, em resposta a infecção parasitária, proporcionando desempenho satisfatório de raças susceptíveis, apesar de albergarem parasitas.

O sistema imune tem um papel importante no controle das infecções helmínticas. As infecções por parasitas e a resposta imunológica correspondente do hospedeiro são produtos de uma prolongada relação co-evolucionária entre o hospedeiro e o parasita (ANTHONY et al., 2007).

A verminose pode acometer animais de qualquer sexo e idade, no entanto as duas categorias mais atingidas pelo parasitismo são cordeiros e fêmeas no período periparto (COLDITZ et al., 1996; VIEIRA et al., 2008). Esse comprometimento se deve ao déficit da imunidade. Segundo Rosalinski-Moraes et al. (2008), a resposta imune do hospedeiro competente está relacionada ao estabelecimento da carga parasitária.

Desta forma, a resposta imune do hospedeiro pode limitar o estabelecimento da carga parasitária. Além disso, ela está sob controle genético, com valores de herdabilidade entre 0,30 e 0,50 (AMARANTE et al., 2004).

Segundo Wakelin (1978), o controle de carga parasitária através de processos imunológicos consiste em uma fase primária na qual o parasita se insere na mucosa do hospedeiro e induz uma resposta inflamatória. A deflagração do processo inflamatório permite um recrutamento de células de defesa primária como mastócitos, macrófagos e células dendríticas que sofrem ativação quando padrões moleculares associados aos patógenos (PAMPS) se ligam aos receptores para sintetizar as citocinas (TIZARD, 2008).

A estimulação dos mecanismos de defesa pode ser mediada por anticorpos ou por células e a eficiência da resposta imunológica depende do parasita em questão e do estágio da infecção (SILVA et al., 2012).

Após a puberdade, o contato estabelecido entre parasita e o hospedeiro tende a limitar as infecções de maneira mais eficaz. Esse processo está relacionado ao estabelecimento de uma resposta imune desenvolvida pelo hospedeiro adulto e é capaz de auxiliar debelar infecções parasitárias (AMARANTE e SALES, 2007).

A presença de nematódeos gastrintestinais envolve respostas mediadas por células do tipo T, oriundas do timo. As células do tipo Th (T helper) dependentes, Th1 e Th2, podem variar de acordo com a espécie de parasita e do estágio de desenvolvimento. Deste modo alguns fatores podem influenciar na padronização da resposta imune. A apresentação do antígeno é de fundamental importância, bem como o tipo de interleucina que se faz presente, além de outras células. Nesse contexto, o predomínio de IL-4, IL-5, IL-9, IL13 e IL-21 e linfócitos do tipo B serão responsáveis por um aumento da resposta Th2 (ANTHONY et al., 2007; SADDIGI et al., 2011).

A resposta do tipo Th1 é responsável por auxiliar nos processos de infecção por patógenos intracelulares como bactérias, vírus e protozoários. Para combater ou mesmo conter infecções parasitárias causadas por helmintos e outros patógenos extracelulares, a resposta Th2 é mais efetiva e é capaz de contribuir na eliminação de helmintos sem que danos maiores sejam causados ao hospedeiro durante este processo de imunorregulação.

As citocinas são importantes indutoras de resposta imune. Outra classe de citocina importante, além das citadas anteriormente e que esta associada à resposta tipo Th2 é a IL-17 que pode promover a diferenciação das células Th2 para que ocorra a expulsão do nematódeo (ANTHONY et al., 2007).

Os linfócitos B ligam-se aos antígenos e seus receptores são co-estimulados até células apresentadoras de antígenos. A ligação do antígeno ao anticorpo permite que o complexo principal de histocompatibilidade de classe II (MHCII), forme complexos capazes de ativar os linfócitos T a co-estimularem os linfócitos B permitindo sua total ativação (TIZARD, 2008).

De modo geral, AMARANTE (2001) infere que existem mecanismos imunológicos que permitem manter sob controle a população de endoparasitas, de modo a afirmar que a relação parasita-hospedeiro encontra-se em equilíbrio.

A resposta imune eficiente contra infecções helmínticas gera um custo ao metabolismo do animal e estima-se que a manutenção da imunidade contra nematódeos gastrintestinais em ovinos implica em perdas de 15% na produtividade (GREER, 2008).

2.7 CONCLUSÃO

As infecções por nematódeos gastrintestinais consistem no maior impacto à produção de ovinos em todo mundo. Os maiores danos se referem à alta prevalência dos gêneros *Haemonchus* spp. e *Trichostrongylus* spp. que acometem ovinos em todas as faixas etárias. Devido à importância dos dados epidemiológicos, o estudo do ambiente, fauna parasitária e do hospedeiro são de extrema importância, uma vez que tais conhecimentos podem auxiliar significativamente na elaboração de novas estratégias de controle e profilaxia da verminose gastrintestinal em ovinos.

O emprego da morfologia é essencial para o reconhecimento das espécies de helmintos envolvidas nas infecções helmínticas. O uso da sínlofe permite diferenciar as três principais espécies de *Haemonchus* que acometem ruminantes domésticos. Outros métodos diagnósticos podem ser utilizados como a função discriminante, que permite identificar a espécie do parasita a partir das medidas dos espículos e ganchos direito e esquerdo de indivíduos machos. Embora o método seja mais rápido, a possibilidade da identificação incorreta, pela sobreposição das medidas dos espículos existe. Embora seja necessário treinamento para a identificação das cristas, o emprego da sínlofe se torna uma ferramenta viável e reduz os erros na avaliação morfológica.

REFERÊNCIAS

ACHI, Y.L., ZINSSTAG, J., YAO, K., YEO, N., DORCHIES, P., JACQUIET, P. Host specificity of *Haemonchus* spp. of domestic ruminants in the savanna in northern Ivory Coast. **Veterinary Parasitology**, v.116, p.151-158, 2003.

AHID, S.M.M., SUASSUA, A.C.D., MAIA, M.B., COSTA V.M.M., SOARES, H.H. Parasitos gastrintestinais em caprinos e ovinos da região oeste do Rio grande do Norte, Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, p. 212-218, 2008.

ALMEIDA, F.A.; GARCIA, K.C.O.D.; TORGERSON, P.R.; AMARANTE, A.F.T. Multiple resistance to anthelmintics by *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in sheep in Brazil. **Parasitology International**, v.59, p.622-625, 2010.

AMARANTE, A. F. T.; BARBOSA, M.A.; OLIVEIRA, M. R.; SIQUEIRA, E. R. Eliminação de ovos de nematódeos gastrintestinais por ovelhas de quatro raças durante diferentes fases reprodutivas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27,p. 47-51, 1992.

AMARANTE, A. F. T.; BARBOSA, M. A. Seasonal variations in populations of infective larvae on pasture and nematode fecal egg output in sheep. **Veterinária e Zootecnia**, v. 7, p. 127-133, 1995.

AMARANTE, A.F.T.; BAGNOLA JUNIOR, J.; AMARANTE, M.R.V.; BARBOSA, M.A. Host specificity of sheep and cattle nematodes in São Paulo State, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v.73, p.89-104, 1997.

AMARANTE, A. F. T.; CRAIG, T. M.; EL-SAYED, N. M.; DESOUKI, A. Y.; RAMSEY, W. S.; BAZER, F. W. Comparison of naturally acquired parasite burdens among Florida Native, Rambouillet and crossbreed ewes. **Veterinary Parasitology**, v.85, p. 61-69, 1999.

AMARANTE, A. F. T. Controle de endoparasitoses dos ovinos. **Reunião anual da sociedade Brasileira de Zootecnia**. Anais. p. 461-471, 2001.

AMARANTE, A. F. T. et al. Resistance of Santa Ines, Suffolk and Ile de France sheep to naturally acquired gastrointestinal nematode infections. **Veterinary Parasitology**, v. 120, n. 1-2, p. 91-106, 2004.

AMARANTE, A.F.T., SALES, R.O. Controle de endoparasitoses dos ovinos: Uma revisão. **Revista Brasileira de Higiene Sanitária Animal**, v.1, p.14-36, 2007.

AMARANTE, A. F. T., CAVALCANTE, A.C.R. Nematoides gastrintestinais em ovinos. **Doenças parasitárias de caprinos e ovinos: epidemiologia e controle**. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**,v.1, p. 19-61, 2009.

AMARANTE, A.F.T. Why is it important to correctly identify *Haemonchus* species?. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.20, p.263-268, 2011.

AMOUR, J. The epidemiology of helminth disease in farm animals. **Veterinary Parasitology**, v.6, p. 7-46, 1980.

ANDERSON, R. C. Nematode parasites of vertebrates their development and transmission. Wallingford, U. K., **CAB International**, p.544-552, 1992.

ANTHONY, R.M.; RUTITZKY, L.I.; URBAN Jr., J.F.; STADECKER, M.J.; GAUSE, W.C. Protective immune mechanisms in helminth infection. **Nature Review Immunology**, v.7, p.975–987, 2007.

AROSEMENA, N. A. E. BEVILAQUA, C.M.L; MELO, A.C.F.L; GIRÃO, M.D. Seasonal variations of gastrointestinal nematodes in sheep and goats from semi-arid area in Brazil. **Revue Médecine Vétérinaire**, v. 150, n. 11, p. 873-876, 1999.

ATAÍDE, H.S., CANSI, E.R. Ocorrência das doenças parasitárias em ovinos e caprinos no Distrito Federal, Brasil, durante 2003 a 2009. **Arquivos do Instituto Biológico**,v.80, p. 342-345, 2013.

ATTINDEHOU, S., SALIFOU. S., BIAOU, C.F., GBAT, O.B., ADAMOU-N'DIAYE, M., PANGUI, L.J. Epidemiology of haemonchosis in sheep and goats in Benin. **Journal of Parasitology and Vector Biology**, v.4, p. 20-24, 2012.

BAILEY, J.N., KAHN, .WALKDEN-BROWN, S.W. Availability of gastro-intestinal nematode larvae to sheep following winter contamination of pasture with six nematode species on the Northern Tablelands of New South Wales. **Veterinary Parasitology**, v.160, p.89-99, 2009.

BARGER, I. A., SOUTHCOTT, W.H. Parasitism and production in weaner sheep grazing alternatily with cattle. **Autralian Journal Agriculture**, v.18, p. 340-346,1978.

BASSETO, C.C., SILVA, B.F., FERNANDES, S., AMARANTE, A.F.T. Contaminação da pastagem com larvas infectantes de nematóides gastrintestinais após o pastejo de ovelhas resistentes ou susceptíveis à verminose. **Revista Brasileira de Parasitologia Veternária**, v.18, p.63-68, 2009.

BIGGERI, A., CATELAN, D., DREASSI, E., RINALDI, L., MUSELLA, V., VENEZIANO, V., C8RINGOLI, G. Multivariate spatially-structured variability of ovine helminth infections. **Geospatial Health**, v.2, p. 97-104, 2007.

BOWMAN, D. D.; GEORGI, J. R.; LYNN, R. C. **Georgi's Parasitology for Veterinarians**. 8 ed. Saunders Publishing Compan, p.422, 2009.

BRAGA, R.M., GIRARDI, J.L. População de larvas de helmintos infestantes de ovinos em pastagem nativa de Roraima. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, p.569-574, 1991.

BRICARELLO, P.A., GENNARI, S.M., OLIVEIRA-SEQUEIRA, T.C.G., VAZ, C.MS.L., GONÇALVEZ DE GONÇALVEZ, I., ECHEVARRIA, F.A.M. Worm burden and immunological responses in Corriedale and Crioula Lanada sheep following natural infection with *Haemonchus contortus*. **Small Ruminant Research**, v.51, p.75-83, 2004.

BRITO, D.R.B., SANTOS, A.C.G., TEIXEIRA, W.C., GUERRA, R.M.N.C. Parasitos gastrintestinais em caprinos e ovinos da microrregião do Alto Menarim e Grajaú no estado do Maranhão, Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, p. 967-974, 2009.

CABARET, J., MAGEB, C., BOUILHOL.M. Helminth intensity and diversity in organic meat sheep farms in centre of France. **Veterinary Parasitology**, v.105, p. 33-47, 2002.

CALLIMAN, A.P.L; MORLEY, F.H.W; ARUNDEL, J.H; WITE, D.H. A modelo f the life cycle of sheep nematodes and theepidemiology of nematodiosis in sheep. **Animal Research Institute, Victorian Departament of Agriculture**, v.9, p.199-225, 1982.

CANTACESSI, C., MITREVA, M., CAMPBELL, B.E; HALL, R.S; YOUNG, N.D., JEX, A.R., RANGANATHAN, S., GASSER, R.B. First trasncriptomic analysis of the economically important parasitic namtode, *Trichostrongylus colubriformis* use a next-generation sequencing approach. **Infection, Genetics and Evolution**, v.10, p.1199-1207, 2010.

CARDIA, D.F.F., OLIVEIRA-ROCHA, R.A., TSUNEMI, M.H, AMARANTE, A.F.T. Immune response and performance of growing Santa Ines lambs to artificial *Trichostrongylus colubriformis* infections. **Veterinary Parasitology**, v.182, p.248-258, 2011.

CARNEIRO, R.D.; AMARANTE, A.F.T. Seasonal effect of three pasture plants species on the free-living stages of *Haemonchus contortus*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, p.864-872, 2008.

COLDITZ, I. G.; WATSON, D. I.; GRAY, G. D.; EADY, S. J. Some relationship between age, immune responsiveness and resistance to parasites in ruminants. **International Journal for Parasitology**, v. 26, n.8-9, p. 869-877, 1996.

COSTA, V.M.M., SIMÕES, S.V.D., RIET-CORREA, F. Doenças parasitárias em ruminantes no semi-árido Brasileiro. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.29, p.563-568, 2009.

COSTA, V.M.M., SIMÕES, S. V.D., RIET-CORREA, F. Controle das parasitoses gastrintestinais em ovinos e caprinos na região semiárida do Nordeste do Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.31, p.65-71, 2011.

CHAGAS, A.C.S.; OLIVEIRA, M. C. S.; FERNANDES, L. B.; et al. Ovinocultura: controle de verminose, mineralização, reprodução e cruzamentos na Embrapa Pecuária Sudeste. **Embrapa Pecuária Sudeste**, documentos, 65. São Carlos. 2007.

CHARLES, T.P. Seasonal prevalence of gastrointestinal nematodes of goats in Pernambuco State, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v.30, p.335-343, 1989.

CHARLES, T. P. Disponibilidade de larvas infectantes de nematódeos gastrintestinais parasitas de ovinos deslanados no semi-árido pernambucano. **Ciência Rural**, v. 25, n. 3, p. 437-442. 1995.

CROFTON, H.D. Nematode parasite population in sheep and on pasture. **Commonwealth Agricultural Bureaux**, v.35, p.104, 1963.

DOMY, P.A., BATUBARA, B.A., ISKANDER, M.B., PANDEY, V.S. Helminth infections of sheep in North Sumatra, Indonesia. **Veterinary Parasitology**, v.61, p.353-358, 1996.

ECHEVARRIA, F.A.M. Doenças parasitárias de ovinos e seu controle. Anais do 3º Simpósio Paranaense de Ovinocultura, Londrina, PR, p.46-47, 1988.

ECHEVARRIA, F., BORBA, M. F., PINHEIRO, A. C., WALLER, P. J. & HANSEN, J. W. The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in southern Latin America: Brazil. **Veterinary Parasitology**, v.62, p.199-206, 1996.

EBERHARDT, A.G., MAYER, W.E., STREIT, A. The free-living generation of the *Strongyloides papillosus* undergoes sexual reproduction. **International Journal of Parasitology**, v.37, p.989-100, 2007.

ERHARDT, G, GAULY, M. Genetic resistance to gastrointestinal nematode parasites in Rhön sheep following natural infection. **Veterinary Parasitology**, v. 102, p.253-259, 2001.

FAOSTAT, Food and agriculture organization of the United Nations, production. Disponível em: < <http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 29 de julho de 2013.

GAZDA, T.L., PIAZETTA, R.G., DITTRICH, J.R., MONTEIRO, A.L.G., THOMAZ-SOCCOL, V. Distribuição de larvas de nematódeos gastrintestinais de ovinos em pastagem de inverno. **Ciência Animal Brasileira**, v.13, p.85-92, 2012.

GIRÃO, E.S., GIRÃO, R.N., MEDEIROS, L.P. Verminose e seu controle. **Embrapa / Meio Norte**, Teresina Piauí, p.6, 1998.

GORDON, H.M. The epidemiology of helminthosis in sheep in winter rainfall regions of Australia. Preliminary observations. **Australian Journal of Veterinary**, v.29, p.337-348, 1953.

GUPTA, R.P., YADAV, C.L., CHAUDHRI, S.S. Epidemiology of gastrointestinal nematodes sheep and goats in Haryana, India. **Veterinary Parasitology**, v.24, p.117-127, 1987.

GREER, A. W. Trade-offs and benefits: implications of promoting a strong immunity to gastrointestinal parasites in sheep. **Parasite Immunology**, v.30, p.123-132, 2008.

HOBERG, E.P., LICHTENFELS, J.R., GIBBONS, I. Phylogeny for species of *Haemonchus* (Nematoda: Trichostrongyloidea): considerations of their evolutionary history global biogeography among Camelidae and Pecora (Artiodactyla). **Journal of Parasitology**, v.90, p.1085-1102, 2004.

HOLMES, P.H. Pathogenesis of Trichostrongylosis. **Veterinary Parasitology**, v.18, p.89-101, 1985.

HOWELL, S.B., BURKE, J.M., MILLER, J.E., TERRILL, T.H., VALENCIA, E., WILLIAMS, M.J., WILLIAMSON, L.H., ZAJAC, A.M., KAPLAN, R.M. Prevalence of anthelmintic resistance on sheep and goat farms in the southeastern United States. **Science Reports**, v.233, p.1913-1919, 2008.

IBGE. Produção da Pecuária Municipal, 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2009/tabelas_pdf/tab17.pdf> Acesso em: 02/07/2013.

JACQUIET, P.H., CABARET, J., CHEIKH, D., THIAM, E. Identification of *Haemonchus* species in domestic ruminants based on morphometrics of spicules. **Parasitology Research**, v.83, p.82-86, 1997.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5 Ed. São Paulo, 1997.

KENYON, F., SARGISON, N.D., SKUCE, P.J., JACKSON, F. Sheep helminth parasitic disease in south eastern Scotland arising as a possible consequence of climate change. **Veterinary Parasitology**, v.163, p.293-297, 2009.

LEVINE, N.D. Weather, climate and the bionomics of ruminants. **Advanced Veterinary Science**, n.8, p.215-261, 1963.

LICHTENFELS, J.R., PILITT, P.A., HOBERG, E.P. New morphological characters for identifying individual specimens of *Haemonchus* spp. (Nematoda: Trichostrongyloidea) and a key to species in ruminants of North America. **Journal of Parasitology**, v.80, p.107-119, 1994.

LIMA, M.M., FARIAS, M.P.O., ROMEIRO, E.T., ALVES, D.R., ALVES, L.C., FAUSTI, M.A.G. Eficácia da Moxidectina, Ivermectina e Albendazole contra helmintos gastrintestinais em propriedades de criação caprina e ovina no Estado de Pernambuco. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, p 94-100, 2010.

LOVE., S.P.J, HUTCHINSON, G.W. Pathology and diagnosis of internal parasites in ruminants. **Veterinary Science, University of Sydney**,v.16, p.309-338, 2003.

MACEDO, V.P. et al. Verminose ovina com ênfase em haemonchoses: uma revisão. **PUBVET**, v.2, p. 415-419, 2008.

MACIEL, G.W; FELIPPELLI, G; LOPES, W.D.Z; TEIXEIRA, W.F.P; CRUZ, B.R; SANTOS, T.R; BUZZULINI, C; FAVERO, F; GOMES, L.C; OLIVEIRA, G.P; COSTA, A.J; MATOS, L.V.S. Fauna helmintológica de ovinos provenientes da microrregião de Jaboticabal, Estado de São Paulo, Brasil. **Ciência Rural**,v.44, p.492-497, 2014.

MARSH, H. Observations based on weekly parasite egg counts feces of lamb and yerling sheep. **Journal of Parasitology**, v.22, n.4, p. 378-385, 1936.

MARTIN-NIETO, L., MARTINS, E.N., MACEDO, F.A.F., ZUNDT, M. Observações epidemiológicas de helmintose gastrintestinais em ovelhas mestiças manejadas em pastagens com diferentes hábitos de crescimento. **Ciência Animal Brasileira**, v.4, n.1, p. 45-51, 2003.

MEDEROS, A., FERNÁNDEZ, S., VANLEEUEWEN, J., PEREGRINE, A.S., KELTON, D., MENZIES, P., LEBOEUF, A., MARTIN, R. Prevalence and distribution of gastrointestinal nematodes on 32 organic and conventional commercial sheep farms in Ontario and Quebec, Canada (2006–2008). **Veterinary Parasitology**, v.170, p.244-252, 2010.

MELO, A.C.F.L., BEVILAQUA, C.M.L., SELAIVE, A.V., GIRÃO, M.D. Resistência a anti-helmínticos em nematódeos gastrintestinais de ovinos e caprinos, no município de Pentecoste, estado do Ceará. **Ciência Animal**, V.8, P. 7-11, 1998.

MEYER, D.J.; HARVEY, J.W. **Veterinary laboratory medicine: interpretation and diagnosis**. 2.ed. Philadelphia, 2004.

Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA 2009. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/caprinos-e-ovinos>. Acesso: 02/07/2013.

MORGAN, E.R., VAN DIJK, J. Climate and epidemiology of gastrointestinal nematode infections of sheep in Europe. **Veterinary Parasitology**, v.189, n.1, p.8-14, 2012.

MUÑOZ, J.A., CUBILLÁN, F.A., RAMÍREZ, R., VALE, O.O., CACHÍN, E., SIMOES, D., ATENCIO, A. Eficácia antihelmíntica de Doramectina 1%, Ivermectina 1% y Ricobendazol 15% frente a nematodas gastrointestinales em ovinos de pelo. **Revista Científica – Facultad de Ciencias Veterinarias Division de Investigación**, v.18, p.12-16, 2008.

NARI, A., SALLES, J., GIL, A., WALLER, P.J., HANSEN, J.W. The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in Southern Latin America: Uruguay. **Veterinary Parasitology**, v.62, p.213-222, 1996.

O'CONNOR, L., KAHN, L.P., WALKDEN-BROWN, S.W., KAHN, L.P. Ecology of the free-living stages of major trichostrongylid parasites of sheep. **Veterinary Parasitology**, v.142, p.1-15, 2006.

O'SULIVAN, B.M., DONALD, A.D. A field study of nematode parasite populations in the lacting ewe. **Veterinary Parasitology**, v.61, p.301-315, 1970.

RAMOS, C. et al. Gastrointestinal and pulmonary helminths in sheep on the Santa Catarina Plateau. Conference world association for the advancement of veterinary parasitology. **Resumos...** Rio de Janeiro : WAAP, p.24, 1985.

RAMOS, I.C., BELLATO, B., SOUZA, P.A., AVILLA, S.V., COUTINHO, C.G., DALAGNOL, A.C. Epidemiologia das helmintoses gastrintestinais de ovinos no Planalto Catarinense. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, p.1889-1895, 2004.

ROCHA, R.A., AMARANTE, A.F.T., BRICARELLO, P.A. Resistance of Santa Inês and Ile de France suckling lambs to gastrointestinal nematode infections. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.14, p.17-20, 2005.

ROCHA, R. A. et al. Sheep and cattle grazing alternately: Nematode parasitism and pasture decontamination. **Small Ruminant Research**, v. 75, n. 2-3, p. 135-143, 2008.

ROMERO, J.R., BOERO, C.A. Epidemiología de la gastroenteritis verminosa de los ovinos en las regiones templadas y cálidas de la Argentina. **Analecta Veterinaria**, v.21, p.21-37, 2001.

ROSALINSKI-MORAES, F.; MINOZZO, J.C.; THOMAZ-SOCCOL, V. Produção do antígeno somático de *Haemonchus contortus* adultos e seu uso em ensaio imunoenzimático indireto para detecção de imunoglobulina G ovina. **Archives of Veterinary Science**, v.13, p.118-125, 2008.

ROSALINSKI-MORAES, F., FERNANDES, F.G., MUNARETTO, A., DE OLIVEIRA, S., WILMSEN, M.O., PEREIRA, M.W., MEIRELLES, A.C.F. Método FAMACHA[®], escore corporal e de diarreia como indicadores de tratamento anti-helmíntico seletivo de ovelhas em reprodução. **Bioscience Journal**, v.28, p.1015-1023, 2012.

SADDIGI, H.A.; JABBAR, A.; SARWAR, M.; IGBAL, Z.; MUHAMMAD, G.; NISA, M.; SHAHZAD, A. Small ruminant resistance against gastrointestinal nematodes: a case of *Haemonchus contortus*. **Parasitology Research**, v.109, p.1483–1500, 2011.

SANCHEZ, S.G., HOMERO, H.Q. Frecuencia de parásitos gastrointestinales, pulmonares y hepáticos en ovinos de la Magdalena Soltepec, Tlaxcala, México. **Veterinária México**, v.24, p.195-198, 1993.

SANTIADO, M.A.A., COSTA, U.C. Inibição do desenvolvimento das Larvas de *Haemonchus contortus*. **Revista Centro de Ciências Rurais**, v.7, p.293-295, 1977.

SANTOS, M.C., SILVA, B.F., AMARANTE, A.F.T. Environmental factors influencing the transmission of *Haemonchus contortus*. **Veterinary Parasitology**, v.188, p.277-84, 2012.

SANTIAGO, M.A.M., COSTA, U.C. Inibição do desenvolvimento das larvas de *Haemonchus contortus*. **Revista Centro de Ciências Rurais**, v.7, p.293-295, 1977.

SANTIAGO, M.A.; BEVENENGA, S.F.; COSTA, U.C. Epidemiologia e controle da helmintose ovina no município de Itaqui-RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.11, p.1-7, 1976.

SILVA, W. W.; BEVILAQUA, C. M. L.; RODRIGUES, M. L. A. Variação sazonal de nematóides gastrintestinais em caprinos traçadores no Semi-árido Paraibano-Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 12, n. 2, p. 71-75. 2003.

SILVA, J.B., FONSECA, A.H. Suscetibilidade racial de ovinos a helmintos gastrintestinais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, p.1935-1942, 2011.

SILVEIRA, F.A., COSTA, A.D. Fatores a cerca da resistência a veminose em ovinos. **III Simpósio de Sustentabilidade e Ciência Animal**, São Paulo, 2013.

SOTOMAIOR, C. S.; THOMAZ-SOCCOL, V. Estudo do tipo de hemoglobina como auxiliar na seleção de ovinos resistentes e susceptíveis aos helmintos gastrointestinais, **Archives of Veterinary Science**, v.1, p. 51-55, 1998.

SOULSBY, E. J. L. The evasion of the immune response and immunological unresponsiveness: parasitic helminth infection. **Immunology Letters**, v. 16, p. 315 -320, 1987.

SUARES, V.H., BUSETTI, M.R. Epidemiology of helminth infections of growing sheep in Argentina's western pampas. **International Journal for Parasitology**, v.25, n.4, p.489-494, 1995.

SCHMIDT, E.M.S.; LOCATELLI-DITTRICH, R.; THOMAZ-SOCCOL, V.; MORAES, F.R. Study of parasitological and haematological markers of resistance to nematode parasites in lambs. **Arquivo Ciência Veterinária Zoologia. UNIPAR**, v 4, p.55-64, 2001.

TASAWAR, Z. AHMAD, S., LASHARI, A.M., SIKANDAR, C. Prevalence of *Haemonchus contortus* in Sheep at Research Centre for Conservation of Sahiwal Cattle (RCCSC) Jehangirabad District Khanewal, Punjab, Pakistan. **Pakistan Journal Zoology**, v.42, p.735-739, 2010.

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

TETLEY, J. M. The epidemiology of low-plane nematode infection in sheep in Manawatu district, New Zealand. **Cornell Veterinarian**,v,31, p.243-265,1941.

TIZARD, I. R., **Imunologia veterinária**, 8 ed., São Paulo: Elsevier, 587 p., 2008.

TORRES, S.E.F.A., McMANUS, C., AMARANTE, A.F.T., VERDOLIN, V., LOUVADIN. H. Nematódeos de ruminantes em pastagem com diferentes sistemas de pastejo com ovinos e bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p.1191-1197, 2009.

THOMAZ-SOCCOL, V.; SOUZA, F. P.; SOTOMAIOR, C.; CASTRO, E. A.; MILCZEWSKI, V.; MOCELIN, G.; SILVA, M. C. P. Resistance of gastrointestinal nematodes to anthelmintics in sheep (*Ovis aries*). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n.1, 2004.

THRUSFIELD, M. **Epidemiologia veterinária**. São Paulo: Roca, p.556, 2004.

TROELL, K., ENGSTROM, A., MORRISON, D.A., MATTSSON, J.G., HOGLUND, J. Global patterns reveal strong population structure in *Haemonchus contortus*, a nematode parasite of domesticated ruminants. **International Journal for Parasitology**, v.36, p.1305-1316, 2006.

UENO, H., GONÇALVES, P.C., **Manual para diagnóstico das helmintoses de ruminantes**. Japan International Cooperation Agency, v.143, 1998.

URIARTE, J., LLORENTE, M.M., VALDERRÁBANO, J. Seasonal changes of gastrointestinal nematode burden in sheep under an intensive grazing system. **Veterinary Parasitology**, v.118, p.79-92, 2003.

URQUHART, G. M.; ARMOUR, J.; DUNCAN, J. L.; DUNN, A. M.; JENNINGS, F. W. **Parasitologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.276, 1998.

VAN DIJK, J., DAVID, G.P., BAIRD, G., MORGAN, E.R. Back to the future: Developing hypotheses on the effects of climate change on ovine parasitic gastroenteritis from historical data. **Veterinary Parasitology**, v.158, p. 73-84, 2008.

VAN DIJK, J., LOUW, M.D.E., KALIS, L.P.A., MORGAN, E.R. Ultraviolet light increases mortality of nematode larvae and can explain patterns of larval availability at pasture. **International Journal of Parasitology**, v.39, p.1151-1156, 2009.

VALCARCEL, F., ROMERO, C.G. Prevalence and Seasonal Pattern of Caprine Trichostrongyles in a Dry Area of Central Spain. **Journal of Veterinary Medicine**, v.46, p. 673-681, 1999.

VIEIRA, L. S., BERNE, M. E. A., CAVALCANTE, A. C. R. Redução do número de ovos por grama de fezes (OPG) em caprinos medicados com anti-helmínticos. **Embrapa**. Boletim de Pesquisa, v.11, p.24, 1989.

VIEIRA, L.S., CAVALCANTE, A.C.R., XIMENES, L.J.F. Epidemiologia e controle das principais parasitoses de caprinos nas regiões semi-áridas do Nordeste do Brasil. **Circular Técnica. Embrapa/Caprinos-Merial**.p. 49, 1997.

VIEIRA, M.I.B., ROCHA, H.C., RACTZ, L.A.B., NADAL, R., MORAES, R.B., OLIVEIRA, I.S. Comparação de dois métodos de controle de nematóides gastrintestinais em borregas e ovelhas de corte. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, n.4, p.853-860, 2008.

VLASSOFF, A., LEATHWICK, D.M., HEATH. A.C.G. The Epidemiology of nematode infections of sheep. **New Zeland Veterinary Journal**, v.49, p.213-221, 2001.

ZAROS, L.G., VIEIRA, L.S. **Citocinas na resposta a endoparasitoses gastrintestinais em ruminantes**. Embrapa Caprinos e Ovinos, Ceará, 2008.

WAKELIN, D. Genetic control of susceptibility and resistance to parasitic infection. **Experimental Parasitology**, v.16, p.219-308, 1978.

WALLER, P.J., RUDBY-MARTIN, L., LJUNGSTRÖM, C., RYDZIK, A. The epidemiology of abomasal nematodes of sheep in Sweden, with particular reference to over-winter survival strategies. **Veterinary Parasitology**, v.122, p. 207-220, 2004.

WALLER,P., CHANDRAWTAHNI, P. *Haemonchus contortus*: Parasite problem Nº.1 from Tropics - Polar Circle. Problems and prospects for control based on epidemiology. **Tropical Biomedicine**, v.22, p131-137, 2005.

WALLER,P.J. Epidemiologically based control of *Haemonchus contortus* in small ruminants. **Proceedings of the 11th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics**, 2006.

WANG, C.R., QIU, J.H., ZHU, X.Q., HAN, X.H., NI, H.B., HAO, J.P., ZHOU, Q.M., ZHANG, H.W., LUN, Z.R. Survey of helminths in adult sheep in Heilongjiang Province, People's Republic of China. **Veterinary Parasitology**, v.140, p.378-382, 2006.

Capítulo 2

1. Artigo científico

Epidemiologia das infecções por nematódeos gastrintestinais em ovinos criados em
Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil

Epidemiology of infections with gastrointestinal nematodes in sheep raised in Botucatu,
São Paulo state, Brazil

**Maurício Orlando Wilmsen¹, Bruna Fernanda Silva², César Cristiano
Basseto³, Alessandro Francisco Talamini do Amarante³**

1. Departamento de Clínica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FMVZ, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

2. Universidade do Planalto Catarinense, UNIPLAC, Lages, SC, Brasil.

3. Departamento de Parasitologia do Instituto de Biociências, Universidade Estadual “Paulista Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

WILMSEN, M.O. Epidemiology of infections with gastrointestinal nematodes in sheep raised in Botucatu, São Paulo, Brazil. **Botucatu, 2014. p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.**

Abstract

The epidemiology of gastrointestinal nematode infections was evaluated in sheep raised in Botucatu – SP. Every month, from April 2008 until March 2011, two tracer lambs were exposed to natural infection with gastrointestinal nematodes for 28 consecutive days, while grazing together with a sheep flock. *Haemonchus contortus* presented the highest infection intensities with 100% prevalence. There was no significant influence of the seasons in *H. contortus* infection intensity. *Trichostrongylus colubriformis* also presented 100% prevalence with the lowest infection intensity during the summer months. In the case of *T. colubriformis*, there was significant correlation coefficient between worm counts x precipitation ($r = -0.32$; $P < 0.05$). Other three nematodes species were found in tracer lambs, however, in small numbers. Their prevalence and mean intensity of infection (in parenthesis) were the following: *Oesophagostomum columbianum* 28% (25.2), *Cooperia curticei* 7% (4.5) and *Trichuris* spp. 2% (1). In conclusion, the environmental conditions of the area were very favourable for *H. contortus* and *T. colubriformis* transmission all year round. These explain in part the failure of private and governmental programs to promote the sheep breeding activity in São Paulo State due to high sheep mortality rates and low productivity caused by gastrointestinal nematode infections.

Key words: Climate variable, Prevalence , *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus colubriformis*, Synlophe.

WILMSEN, M.O. **Epidemiologia das infecções por nematódeos gastrintestinais em ovinos criados em Botucatu, São Paulo, Brasil.** Botucatu, 2014. p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

Resumo

A epidemiologia das infecções por nematódeos gastrintestinais foi avaliada em ovinos criados em Botucatu - SP. A partir de abril de 2008 até março de 2011, dois cordeiros traçadores foram expostos à infecção natural por nematódeos gastrintestinais durante 28 dias consecutivos, ao pastejar junto com um rebanho de ovelhas. *Haemonchus contortus* apresentou as maiores intensidades de infecção com prevalência de 100%. Não houve influência significativa das estações do ano na intensidade de infecção por *H. contortus*. *Trichostrongylus colubriformis* também apresentou prevalência de 100% com a intensidade de infecção menor durante os meses de verão. No caso de *T. colubriformis*, houve correlação significativa entre as contagens de vermes x precipitação ($r = -0,32$; $P < 0,05$). Outras três espécies de nematódeos foram verificadas, no entanto, em pequenas quantidades, prevalências e intensidades de infecção: *Oesophagostomum columbianum* 28% (25,2), *Cooperia curticei* 7% (4,5) e *Trichuris* spp. 2 % (1). Contudo, as condições ambientais da área foram favoráveis durante todo o ano para a transmissão de *H. contortus* e *T. colubriformis*. Este fato explica parcialmente o fracasso de programas governamentais e privados realizados no intuito de promover a ovinocultura no Estado, devido a taxas elevadas de mortalidade e baixa produtividade causada pela verminose.

Palavras chave: Variáveis climáticas, Prevalência, *Haemonchus contortus*, *Trichostrongyls colubriformis*, Sínlofe.

1.Introduction

Gastrointestinal nematode infections are the major constraint in sheep production worldwide. The distribution of different nematode species as well the risk of massive infections is greatly influenced by the environmental conditions. For instance, *Teladorsagia circumcincta* is an important parasite of sheep in locations with long cold winter (MEDEROS et al., 2010), while its presence is not observed in sheep raised in areas with higher temperatures, in which, other species, particularly *Haemonchus contortus*, dominate the parasitic fauna (SILVA et al., 2012). *H. contortus* occurrence, however, is not restricted only to places with high temperature. It has been reported in sheep flocks raised even at latitudes approximating those of the Polar Circle (LINDQVIST et al., 2001). *H. contortus* demonstrate an impressive capacity of adaptation to survive in adverse environmental conditions. It has been demonstrated that the worm population may survive inside the host for more than one year producing fertile eggs which guarantee its maintenances in a flock (SANTOS et al., 2014).

There are several aspects that influence the epidemiology of the parasitic diseases. The degree of environmental contamination by the free living stages of the nematodes is greatly influenced by the interaction between two major factors: First, the presence of susceptible animals shedding large number of eggs in faeces, and second, environmental conditions suitable for development and survival of the free living stages of the nematodes. Other factors are also important like the number of animals per area and the frequency and efficacy of anthelmintic treatments.

Sheep production is usually very successful in areas with low occurrence of clinical cases of parasitic gastroenteritis, like those observed in Patagonia, Argentina, where due to low temperatures, an arid environment and low animal density per hectare,

the losses caused by gastrointestinal nematode infections appear to be minimal, apart from the few mountain valleys and highly restricted areas along water courses that are subjected to periodic flooding (EDDI et al., 1996). In contrast, in most areas of Brazil, massive infections are common with significant losses in productivity (reviewed by AMARANTE, 2014).

In the present study, the epidemiology of gastrointestinal nematode infections in sheep was evaluated monthly from April 2008 until March 2011 in Botucatu – SP, in a location that presents humid subtropical climate characterized by warm and moist conditions in the summer and low precipitation rates and mild temperatures during the winter.

2. Material and methods

2.1 Study location

The experiment (approved by the Ethics Committee for Animals of the Institution – 86/07 - CEEA) was carried out in a sheep farm of the “Universidade Estadual Paulista” - UNESP, located at 22° 82’ latitude South and 48° 41’ longitude West, 613 m a.s.l., in Botucatu, southeast region of the State of São Paulo, Brazil. The climate is Cwa type according to Köppen classification and the data referring to averages of temperature, relative air humidity and rainfall during the study period were obtained by the Department of Environmental Science, Agronomical Science College, UNESP (Table 1).

2.2 Management of tracers lambs

Animals used in the present trial were the same used in a study about *Oestrus ovis* epidemiology, which has been published before (SILVA et al., 2012). Briefly, during the 36 months of observations, 72 Ile de France weathered male lambs were used. Animals were housed and orally drenched, once daily, for three consecutive days with levamisole phosphate (10 mg/kg, Ripercol® L 150 F, Fort Dodge) and albendazole (10 mg/kg, Valbazen® 10 Cobalto, Pfizer). One week later, the same protocol was carried out with triclorfon (100 mg/kg, Neguvon®, Bayer S.A.) to remove any existing infection with gastrointestinal nematodes. While indoors, the animals were fed on concentrate (Tech Ovin Unique, Socil®) with an amount corresponding to 1% of their mean live weight and had free access to Tifton hay and tap water.

Every month, from April 2008 until March 2011, two tracer lambs were exposed to natural infection with gastrointestinal nematodes for 28 consecutive days, while grazing together with a sheep flock. The sheep farm where the tracer lambs were placed held 156 Bergamacia sheep at the beginning of the study and 202 animals at the end of the study. The adult ewes were kept permanently in rotational grazing on *Panicum maximum* cv Tanzania grass, while young animals, after weaning at two months of age, where were kept indoors until reach more than one year of age. This procedure were adopt in the farm to prevent mortality of young animals due to haemonchosis. Due to the low amount of forage during winter and early spring (from June to October), the animals received additional corn silage feed daily.

In the same day that the tracer animals were placed into the flock, faecal samples were collected at random from 20 ewes of the farm. Nematode faecal egg counts (FEC) were performed in each sample and a composite fecal culture were made for production

of infective larvae that were classified into genus level according to descriptions of Ueno and Gonçalves (1998).

Animals of the sheep flock were subject to selective anthelmintic treatment based on FEC performed by the people responsible for the worm control in the farm. During the study, the authors of the present paper did not interfere with the worm control that they have had been using.

2.3 Worms counts

The abomasum was opened along its greater curvature and the contents placed in a container. A 10% aliquot of the abomasal contents was preserved in 5% formalin. The mucosal layers of all abomasums were soaked in saline solution at 38 °C for 6 h. All content of the digested material was collected and preserved in 5% formalin. A similar procedure was used to process the small intestine, but a 10% aliquot of the material digested was collected. The large intestine was opened and a 10% aliquot of the contents was collected and preserved. Worm identification and counting procedures were performed in the preserved material as described by Ueno and Gonçalves (1998).

In addition, the number of longitudinal ridges in the synlophe was counted in five male and in five female *Haemonchus* specimens obtained from each animal to properly determine the *Haemonchus* species present (LICHTENFELS et al., 1994).

2.4 Statistical analyses

Analysis of variance was performed in order to compare the degree of infection

throughout the year. Data were transformed using $\log_{10}(x + 1)$ prior to analysis and grouped according to the season of the year, autumn (March-April-May), winter (June-July-August), spring (September-October-November) and summer (December-January-February). Significant differences between season means were determined by the Tukey test at 5%. Spearman's rank correlation coefficients were estimated between worm burden and climatic conditions (temperature, rainfall and air relative humidity). All analyses were performed using SAS (release 9.2).

Descriptive statistical analyses were used to summarize the data in agreement with Bush et al. (1997), using the following terms:

Prevalence: the number of hosts infected with each nematode species divided by the number of hosts examined;

Intensity of infection: the number of each nematode species in a single infected host;

Mean intensity of infection: the total number of each nematode species found divided by the number of hosts infected with that parasite.

3 Results

The synlophe analysis confirmed the presence only of *H. contortus* infecting the experimental sheep, without any evidence of the *Haemonchus placei* presence. *H. contortus* presented the highest infection intensities with 100% of prevalence (Fig. 1). There was no significant influence of the seasons in *H. contortus* infection intensity (Table 2). No significant correlation coefficients were recorded between *H. contortus* worm counts and the climatic variables (Table 3). *T. colubriformis* also presented 100% prevalence with the lowest infection intensity during the summer months (Fig. 1; Table

2). In the case of *T. colubriformis*, there was significant correlation coefficient between worm counts x precipitation ($r = -0.32$; $P < 0.05$).

Other three nematodes species were found in tracer lambs, however, in small numbers. Their prevalence and mean intensity of infection (in parenthesis) were the following: *Oesophagostomum columbianum* 28% (25.2), *Cooperia curticei* 7% (4.5) and *Trichuris* spp. 2% (1).

Every month, faecal samples were collected at random from 20 ewes of the farm. The FEC values showed the typical aggregated distribution with most of the sheep with low FEC, while a few with high FEC (data not presented). In ewes, *Haemonchus* and *Trichostrongylus* infective larvae presented an overall average of 93.1% and 6.6%, respectively, in faecal cultures. A few *Oesophagostomum* larvae were also detect in six occasions with the maximum of 8% in July 2010.

4. Discussion

During the present trial, no interference were made in the protocol of anthelmintic treatments that have been adopted for several years by the people responsible by the worm control in the sheep flock where the tracer lambs were placed monthly. However, we knew that the anthelmintic resistance was severe in that farm. In a study carried out in late 80's, ivermectin, oxfendazole and levamisole showed a very poor efficacy in that flock (AMARANTE et al., 1992). Later, moxidectin and closantel have been used intensively also resulting in anthelmintic resistance (information not published). Therefore, we can assume that the protocol of anthelmintic treatments employed during the trial had a very limited impact (possibly none) on the epidemiology of *H. contortus* and *T. colubriformis*, the major parasites detected in the

present study.

With regards to *H. contortus* epidemiology, in the most important areas of sheep production, like in south Brazil, it is usually observed a “*Haemonchus* season” that occur especially during warm moist summer months with reduction in *H. contortus* prevalence during cold winter months (SANTIAGO et al., 1976; RAMOS et al., 2004). In contrast, in areas with high temperatures year round, the limiting factor for *H. contortus* transmission is the lack of moisture during prolonged periods of drought, such those observed in the semiarid of the northeast region of Brazil (CHARLES, 1989; SOUZA et al., 2013). This seasonal trend in the prevalence and/or infection intensity was not observed in our experimental conditions in which *H. contortus* transmission, with high infection intensity, proved to occur all year round. These observations are in agreement with other studies carried out in the same area that demonstrated the presence of *H. contortus* third stage larvae on pastures grazed by sheep during all seasons (AMARANTE; BARBOSA, 1995; CARNEIRO; AMARANTE, 2008).

In the region where the trial was carried out occasional rainfalls occur during the so called “dry season”. For instance, during the 36 months of the trial, only in two months, July/2009 and August/2010, there was no record of precipitation. Coincidentally, in August 2010, tracer lambs acquired a massive worm infection, in average more than 24,000 *H. contortus* specimens. This finding clearly shows that the free living stages of *H. contortus* were able to survive during the winter despite the absence of rains. Although, first and second stage larvae are considered very vulnerable to desiccation, once development to the L3 stage is complete, all major species trichostrongylids are considerably less susceptible to unfavourable climatic conditions (O’CONNOR et al., 2007). It has been reported that, in the laboratory and in the field, infective larvae are

able to survive several cycles of desiccation/rehydration in a process called anhydrobiosis, in which the metabolic activity is decreased and the survival of the larvae is prolonged (LETTINI; SUKHDEO, 2006).

Trichostrongylus colubriformis was the second most important parasite. In most of the months, *T. colubriformis* presented lower parasite infection intensity than *H. contortus*. In part, this occurred because the permanent sheep of the flock shed in average 14.1 times more *Haemonchus* eggs than *Trichostrongylus* eggs, based on the FEC and in the identification of third stage larvae from cultures. However, in average, the tracer lambs presented only 2.76 times more *H. contortus* (overall mean of 7694 specimens) than *T. colubriformis* (overall mean of 2792 specimens). Therefore, we can infer that, in fact, the free living stages of *T. colubriformis* presented a higher rate of development and survival than *H. contortus* in the environment. There is indication that the free-living stages of *T. colubriformis* are more tolerant to dry conditions and low temperatures than *H. contortus* (reviewed by O'CONNOR et al., 2006).

T. colubriformis showed averages higher than 4000 specimens in six occasions (October 2008, 2009 and 2010; November 2009; April and July 2010). It calls attention the high infection intensity occurring always in October. During the trial, the average temperatures in October were in the range of 20.6 - 22.5 °C and the rainfall in the range of 56.1 - 153.8 mm, i.e., there was association of mild temperatures with moderate rainfalls. These are possibly the best environmental conditions for the transmission of *T. colubriformis*. In contrast, high temperatures associated with heavy rainfalls that occurred during the summer caused decline in *T. colubriformis* transmission.

In conclusion, the results of the present trial indicate that the environmental conditions of the area are very favourable for *H. contortus* and *T. colubriformis* transmission all

year round. These explain in part the failure of private and governmental programs to promote the sheep breeding activity in São Paulo State. Frequently, farmers, without previous experience with sheep breeding, invest in this enterprise, but after suffering with high sheep mortality rates and/or low productivity due to gastrointestinal nematode infections, abandon the activity.

5. Acknowledgements

The authors are grateful to the technical assistance provided by Mr. Valdir A. Paniguel, Mr. Moises dos Santos and Mr. Edvaldo J. Vito. The study was funded by “Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo” - FAPESP, (grant number 2008/53494-2). Bruna F. Silva (grant number 2007/58244-1) and César C. Bassetto (grant number 2009/03504-4), received financial support from FAPESP and Maurício O. Wilsen and Alessandro F. T. Amarante received support from “Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq”.

6. References

- Amarante AFT. Sustainable worm control practices in South America. *Small Rumin Res* 2014; 118(1-3): 56–62.
- Amarante AFT, Barbosa MA. Seasonal variations in populations of infective larvae on pasture and nematode faecal egg output in sheep. *Vet Zootec* 1995; 7(1): 127-133.

Amarante AFT, Barbosa MA, Oliveira MAG, Carmello MJ, Padovani CR. Efeito da administração de oxfendazol, ivermectina e levamisol sobre os exames coproparasitológicos de ovinos. *Braz J Vet Res Anim Sci* 1992; 29(1): 31-38.

Bush AO, Lafferty KD, Lotz JM, Shostak AW. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *J Parasitol* 1997; 83(4): 575-583.

Carneiro RDC, Amarante AFT. Seasonal effect of three pasture plant species on the free-living stages of *Haemonchus contortus*. *Arq Bras Med Vet Zootec* 2008; 60(4): 864–872.

Eddi C, Caracostantogolo J, Peña M, Schapiro J, Marangunich L, Waller PJ, Hansen JW. The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in Southern Latin America: Argentina. *Vet Parasitol* 1996; 62(3-4): 189–197.

Lettini SE, Sukhedeo VK. Anhydrobiosis increases survival of trichostrongyle nematodes. *J Parasitol* 2006; 92(5): 1002–1009.

Lichtenfels JR, Pilitt PA, Hoberg EP. New morphological characters for identifying individual specimens of *Haemonchus* spp. (Nematoda: Trichostrongyloidea) and a key to species in ruminants of North America. *J Parasitol* 1994; 80(1): 107-119.

Lindqvist Å, Ljungström B-L, Nilsson O, Waller PJ. The dynamics, prevalence and impact of nematode infections in organically raised sheep in Sweden. *Acta Vet Scand*; 2001; 42(3): 377–389.

- 251 Mederos A, Fernández S, VanLeeuwen J, Peregrine AS, Kelton D, Menzies P, LeBoeuf
252 A, Martin R. Prevalence and distribution of gastrointestinal nematodes on 32 organic
253 and conventional commercial sheep farms in Ontario and Quebec, Canada (2006–2008).
254 *Vet Parasitol* 2010; 170(3–4): 244-252.
255
- 256 O'Connor LJ, Kahn LP, Walkden-Brown SW. The effects of amount, timing and
257 distribution of simulated rainfall on the development of *Haemonchus contortus* to the
258 infective larval stage. *Vet Parasitol* 2007; 146(1–2): 90–101.
259
- 260 O'Connor LJ, Walkden-Brown SW, Kahn LP. Ecology of the free-living stages of
261 major trichostrongylid parasites of sheep. *Vet Parasitol* 2006; 142(1–2): 1-15.
- 262 Ramos CI, Bellato V, Souza AP, Avila VS, Coutinho GC, Dalagnol CA. Epidemiologia
263 das helmintoses gastrintestinais de ovinos no Planalto Catarinense. *Ciênc Rur* 2004;
264 34(6): 1889-1895.
265

- 266 Silva BF, Bassetto CC, Shaw R.J., Canavessi A.M.O., Amarante AFT. Parasitism by
267 *Oestrus ovis*: Influence of sheep breed and nematode infections. *Vet Parasitol* 2012;
268 186(3-4): 437-444.
269
- 270 Silva BF, Bassetto CC, Amarante AFT. Epidemiology of *Oestrus ovis* (Diptera:
271 Oestridae) in sheep in Botucatu, State of São Paulo. *Rev Bras Parasitol Vet* 2012; 21(4):
272 386-390.
273
- 274 Souza MF, Pimentel Neto M, Pinho ALS, Silva RM, Farias ACB, Guimarães MP.
275 Seasonal distribution of gastrointestinal nematode infections in sheep in a semiarid
276 region, northeastern Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet* 2013; 22(3): 351-359.
277
- 278 Santiago MAM, Benevenga S F, Costa UC. Epidemiologia e controle da helmintose
279 ovina no município de Itaqui, Rio Grande do Sul. *Pesq Agropec Bras, Sér Vet* 1976;
280 11(1): 1-7.
281
- 282 Santos MC, Xavier JK, Amarante MRV, Bassetto CC, Amarante AFT. Immune
283 response to *Haemonchus contortus* and *Haemonchus placei* in sheep and its role on
284 parasite specificity. *Vet Parasitol* 2014; <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.02.048>.

Subtitles:

Table 1. Monthly rainfall and averages of temperature and relative air humidity from April 2008 to March 2011.

Table 2. Mean number of nematodes of the tracer sheep naturally infected by gastrointestinal nematodes from April 2008 to March 2011, in Botucatu, São Paulo State.

Table 3: Spearman rank correlation coefficients between worm counts and climatic variables.

Figure 1. Mean intensity of infection of *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in tracer sheep from April 2008 until March 2011, Botucatu, São Paulo State.

Tables and figures

Table 1.

Month /Year	Rainfall (mm)	Temperature (°C)	Relative air humidity (%)
April/2008	102.8	21	68
May	115.7	18.3	54.7
June	30.8	19	60
July	0	19.1	40.5
August	104.1	20.3	53.3
September	29.9	20.3	63.4
October	153.8	22.5	72.1
November	69.3	22	73.2
December	136.5	22.7	70.5
January/2009	331.6	22.4	84.4
February	141.6	23.9	78.3
March	111.5	24	73.9
April	86.8	21.6	72.5
May	62.7	20	73.9
June	102.7	16.1	73.2
July	143.8	17.8	79.6
August	89.1	18.9	67.6
September	150.5	20.6	76.1
October	141.8	20.9	77.6
November	289	24.6	76.1
December	327.1	22.9	81.2
January/2010	350.5	23.5	69.7
February	134.6	24.8	53.6
March	134.6	23.5	57.3
April	71.7	21.7	56.4
May	39.5	19.2	46.3
June	22.8	18.6	48.2
July	55.3	20	39.8
August	0	20	49.5
September	63.1	20.6	52.1
October	56.1	20.6	48.2
November	139.4	22.3	56.1
December	243.2	23.5	78
January/2011	712.3	24.5	85
February	189.6	24.7	77
March	162	22	78

Source: Department of Environmental Sciences, Agronomical Science College, São Paulo State University – UNESP, Botucatu - SP.

Table 2.

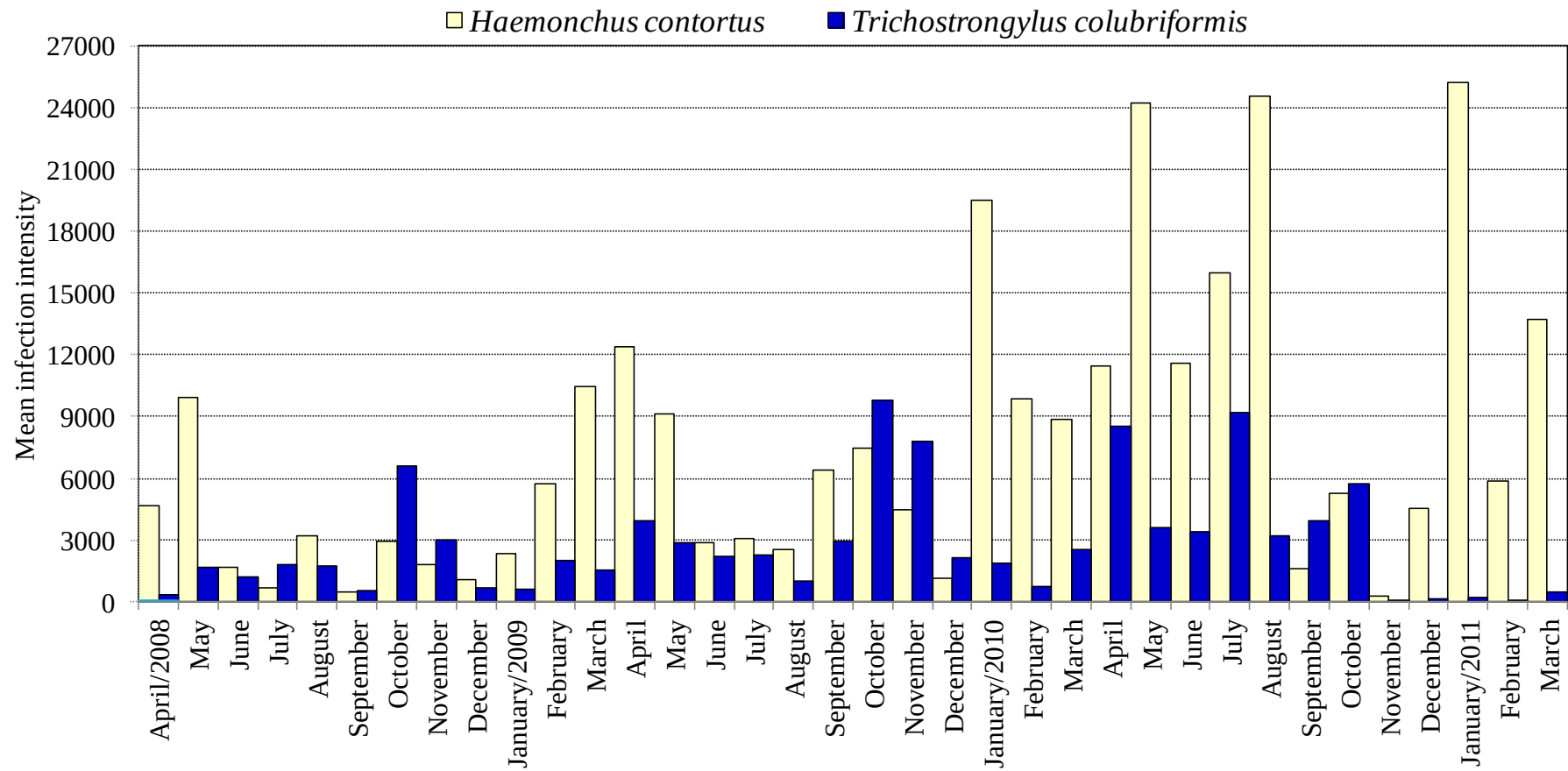
Species	Stage of development	Autumn	Winter	Spring	Summer	Species
<i>H. contortus</i>	Early L4	3274a (0 – 21260)	2397a (0 – 14883)	58b (0 – 560)	671a (0 – 3050)	< 0.01
	Late L4	1048a (0 – 2590)	677ab (0 – 5332)	64b (0 – 724)	1099a (0 – 8640)	< 0.009
	Early L5	365a (0 – 3320)	710a (0 – 9619)	140a (0 – 1359)	529a (0 – 2940)	> 0.05
	Late L5 and adults	6961a (333 – 15760)	3564ab (186 – 12399)	3153b (5 – 8590)	6067ab (264 – 18305)	< 0.03
	Total burden	11644a (4392 – 30340)	7342b (186 – 32930)	3413b (65 – 8590)	8358ab (264 – 30410)	< 0.007
<i>T. colubriformis</i>	Total burden	2843a (334 – 9180)	2892a (395 – 15830)	4485a (10 – 128402)	950b (10 – 2620)	< 0.008

Arithmetic means with different letters in row are significantly different. Minimum and maximum values are in parenthesis. L: larvae.

Table 3.

Species	Monthly mean temperature	Total monthly rainfall	Monthly mean air humidity
<i>H. contortus</i>	0,09	0,02	-0,07
<i>T. colubriiformis</i>	-0,28	-0,32*	-0,28

* ($P < 0,05$).

Figura1.

Normas da revista

Instruções aos Autores

Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária

Brazilian Journal of Veterinary Parasitology

Apresentação

A Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária é um órgão oficial de divulgação do Colégio Brasileiro de Parasitologia Veterinária (CBPV). Tem como objetivo publicar temas relativos a Helminthos, Protozoários, Artrópodes e Rickettsias bem como assuntos correlatos. A revista tem periodicidade trimestral. São aceitas submissões de manuscritos, em inglês, de pesquisadores de qualquer país, associados ou não ao CBPV. Este periódico oferece a todos os pesquisadores acesso eletrônico livre para consulta de todos os trabalhos, desde seu primeiro volume publicado em 1992.

Política Editorial

Os artigos submetidos à Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária deverão caracterizar-se como científicos e originais, essencialmente sobre parasitas de animais em geral. O(s) autor(res) deverá(ão) anexar uma carta, previamente assinada, responsabilizando-se pela originalidade do artigo, salvo resumo(s) apresentado(s) em eventos científicos, não submetidos à publicação em outros periódicos. Trabalhos com mais de uma autoria deverão seguir com uma declaração de concordância de todos os autores, referente à publicação. Trabalhos com número excessivo de autores deverão ser avaliados pelos editores científicos assistentes, em relação ao protocolo experimental. É necessária a colaboração substancial de todos os autores no planejamento do estudo, obtenção, análise e interpretação de resultados, confecção do artigo e aprovação da versão final submetida e aceita. Colaboradores que não tiveram participação ativa em todo o processo descrito acima poderão ser listados na seção de agradecimentos. Poderá haver agradecimento ao pesquisador que forneceu auxílio técnico, correção ou sugestão na escrita, ou ao chefe de departamento que proporcionou infraestrutura para elaboração do trabalho. O processo de avaliação do trabalho dependerá da observância das Normas Editoriais, dos Pareceres do Corpo Editorial e/ou do Relator *ad-hoc*. Nesse processo, o editor-chefe e os editores científicos assistentes poderão sugerir ou solicitar as

modificações necessárias, apesar de ser de responsabilidade dos autores os conceitos emitidos. Os artigos submetidos serão avaliados por, no mínimo, 3 revisores anônimos, selecionados pelo editor-chefe e editores científicos assistentes. A Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária atribui a seus artigos as categorias de: Artigos Completos, Notas de Pesquisa e Artigos de Revisão, sendo este último escrito por especialistas e condicionado a solicitação por convite do editor-chefe. Revisões não solicitadas não serão aceitas, mas o tópico da revisão pode ser sugerido, previamente, ao editor-chefe ou editores científicos assistentes.

Taxa de tramitação:

Da submissão do artigo, será cobrada uma taxa de R\$ 40,00 (quarenta reais) referente ao processo de tramitação, paga através de depósito bancário: Banco do Brasil/ Agência: 0269-0/ Conta Corrente: 28.848-9 (RBPV).

Processo de avaliação pelos pares

O processo de avaliação do trabalho dependerá da observância das Normas Editoriais, dos Pareceres do Corpo Editorial e/ou do Relator *ad-hoc*. Os artigos submetidos serão avaliados por, no mínimo, 3 revisores anônimos, selecionados pelo editor-chefe e editores científicos assistentes. O relator deverá preencher o formulário de avaliação da RBPV, disponível no sistema on-line de submissão (<http://submission.scielo.br/index.php/rbpv>). Tendo recebido a avaliação de pelo menos 2 dos revisores selecionados, o(s) autor(es) receberá os formulários de avaliação e possíveis correções feitas diretamente no texto. O avaliador poderá corrigir novamente o artigo, se necessário. Com a aprovação dos relatores, o artigo submetido deve passar por revisão do inglês, pelos revisores credenciados pela RBPV (http://cbpv.com.br/rbpv/revisoes_traducoes.php). Os pesquisadores deverão assumir os custos da revisão. Lembramos aos autores, que a RBPV não repassa aos mesmos, os custos de publicação por página dos trabalhos. Após diagramação e editoração, os editores científicos assistentes e a editora-chefe da revista, fazem as correções finais.

Transferência de direitos autorais:

Ao ser submetido, o artigo deve vir acompanhado de um ofício, assinado por todos os 3 autores, concordando com a submissão e, caso aprovado, a publicação do artigo apenas na RBPV.

Ética

Experimentos que utilizam animais deverão ser conduzidos obedecendo às normas aprovadas pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (<http://www.cobea.org.br>), devendo os autores apresentarem o número de protocolo de submissão e aprovação dos trabalhos em Comissão de Ética e Bem-Estar Animal.

Apresentação dos Manuscritos

Na elaboração do texto serão observadas as seguintes normas:

Os trabalhos devem ser submetidos em inglês, de forma concisa, com linguagem impessoal e com os sinais de chamadas de rodapé em números arábicos, lançados ao pé da página em que estiver o respectivo número e em ordem crescente. Os trabalhos deverão ser apresentados em fonte “Times New Roman”, tamanho 12, com margem superior e inferior de 2,5 cm, esquerda e direita com 3 cm e espaçamento entre linhas de 1,5 cm com as páginas numeradas. Para a categoria Artigo Completo, o trabalho não deverá exceder 15 páginas, quando da diagramação final. Para a categoria Notas de Pesquisa, o trabalho não deverá exceder 5 páginas, quando da diagramação final. As tabelas e ilustrações deverão ser apresentadas separadas do texto e anexadas ao final do trabalho, sem legendas. As respectivas legendas deverão vir no texto logo após as referências bibliográficas. Ao submeter o artigo, anexar o comprovante de depósito, via endereço eletrônico: <http://www.scielo.br/rbpv>. Os trabalhos aceitos deverão ser revisados por um dos revisores de língua inglesa credenciados pela RBPV, de escolha e sob responsabilidade dos autores. Os Artigos Completos devem ser organizados obedecendo à seguinte sequência: **Título Original, Título Traduzido, Autor(es), Filiação Institucional, Abstract (Keywords), Resumo (Palavras-chave), Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusões** (ou combinação destes três últimos), **Agradecimentos** (facultativo) e **Referências Bibliográficas**. As Notas de Pesquisa obedecem à sequência acima sem a necessidade de se destacar os tópicos, sendo escritas em texto corrido. Para essa categoria, o artigo submetido deve possuir alto grau de ineditismo e originalidade, trazendo resultados novos de importância evidente.

Características dos elementos de um trabalho científico

Título Original

O título “cheio” e o subtítulo (se houver) não devem exceder 15 palavras. Não deverá aparecer nenhuma abreviatura, e os nomes de espécies ou palavras em latim deverão vir em itálico. Evitar (por exemplo) títulos que iniciem com: Estudos preliminares; Observações sobre. Não usar o nome do autor e data de citação em nomes científicos.

Autor(es)/Filiação

Na identificação, deve constar: nome completo e por extenso de todos os autores (sem abreviação). A Filiação Institucional deve informar os nomes próprios de todas as instituições e não suas traduções: Laboratório, Departamento, Faculdade ou Escola, Instituto, Universidade, Cidade, Estado e País, exatamente nessa ordem. No rodapé, deve constar as informações do autor para correspondência: Endereço completo, telefone e e-mail atualizado, nessa ordem.

Referências Bibliográficas

As referências bibliográficas só serão admitidas desde que sejam de fácil consulta aos leitores. Não serão aceitas referências de trabalhos publicados em anais de congressos e as teses devem estar disponíveis para consulta em sites oficiais, por exemplo, Banco de Teses da Capes: <http://www.capes.gov.br/servicos/banco-de-teses>. Todas as citações no texto devem ser cuidadosamente checadas em relação aos nomes dos autores e datas, exatamente como aparecem nas referências.

“Abstract” e Resumo

Devem conter no máximo 200 palavras, em um só parágrafo sem deslocamento. Não devem conter citações bibliográficas. Siglas e abreviações de instituições, ao aparecerem pela primeira vez no trabalho, serão colocadas entre parênteses e precedidas do nome por extenso, por exemplo, Indirect Fluorescence Assay (IFA). Devem ser informativos, apresentando o objetivo do trabalho, metodologia sucinta, os resultados mais relevantes e a conclusão. O abstract redigido em língua inglesa e o resumo em língua portuguesa, ambos seguidos por keywords e palavras chave, respectivamente.

Keywords e Palavras-chave

As palavras-chave devem expressar com precisão o conteúdo do trabalho. São limitadas em no máximo 6 (seis).

Introdução

Explicação clara e objetiva do estudo, da qual devem constar a relevância e objetivos do trabalho, restringindo as citações ao necessário.

Material e Métodos

Descrição concisa, sem omitir o essencial para a compreensão e reprodução do trabalho. Métodos e técnicas já estabelecidos devem ser apenas citados e referenciados. Métodos estatísticos devem ser explicados ao final dessa seção.

Resultados

O conteúdo deve ser informativo e não interpretativo: sempre que necessário devem ser acompanhados de tabelas, figuras ou outras ilustrações auto explicativas.

Discussão

Deve ser limitada aos resultados obtidos no trabalho e o conteúdo deve ser interpretativo. Poderá ser apresentada como um elemento do texto ou juntamente aos resultados e conclusão. Enfatizar a importância de novos achados e novas hipóteses identificadas claramente com os resultados.

Tabelas

Elaboradas apenas com linhas horizontais de separação no cabeçalho e no final e devem ser enviadas em formato editável (desejável excel). A legenda (título) é precedida da palavra Tabela, seguida pelo número de ordem em algarismos arábicos, devendo ser descritivas, concisas e inseridas acima das mesmas. As tabelas devem estar limitadas a um número mínimo necessário. Devem ser digitadas em espaço duplo em arquivos separados.

Figuras

As figuras, tais como: desenho, fotografia, prancha, gráfico, fluxograma e esquema, devem ser enviadas em formato .tif, .gif ou .jpg, com no mínimo de 300 dpi de resolução e numeradas consecutivamente. As legendas devem ser precedidas da palavra Figura, seguida da numeração em algarismo arábico e inseridas abaixo das mesmas. Listar as legendas numeradas com os respectivos símbolos e convenções, em folha separada em espaço duplo. O número de ilustrações deve ser restrito ao mínimo necessário. Fotografias digitais deverão ser enviadas em arquivos separados, como foram obtidas. Se a escala for dada às figuras, utilizar a escala BAR em todas as ilustrações ao invés de numérica, que pode ser alterada com a redução das figuras.

Conclusões

As conclusões podem estar inseridas na discussão ou em resultados e discussão, conforme a escolha dos autores. Nesse caso, esse item não será necessário.

Agradecimentos

Quando necessário, limitados ao indispensável.

Referências Bibliográficas

A lista de referências deverá ser apresentada em ordem alfabética e, posteriormente, ordenadas em ordem cronológica, se necessário. Mais de uma referência do(s) mesmo(s) autor(es) no mesmo ano deve ser identificada pelas letras “a”, “b”, “c”, etc, inseridas após o ano de publicação. Títulos de periódicos devem ser abreviados conforme

Index	Medicus	-
http://www2.bg.am.poznan.pl/czasopisma/medicus.php?lang=eng .		

Livros

Levine JD. *Veterinary protozoology*. Ames: ISU Press; 1985. *Capítulo de livro* Menzies PI. Abortion in sheep: diagnosis and control. In: Youngquist RS, 'elfall WR. *Current therapy in large animal theriogenology*. 2nd ed. Philadelphia: Saunders; 2007. p. 667-680.

Artigo de periódico

Paim F, Souza AP, Bellato V, Sartor AA. Selective control of *Rhipicephalus* (Boophilus) microplus in .pronil-treated cattle raised on natural pastures in Lages, State of Santa Catarina, Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet* 2011;20(1): 13-16.

Tese e Dissertação

Araujo MM. *Aspectos ecológicos dos helmintos gastrintestinais de caprinos do município de patos, Paraíba - Brasil* [Dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2002.

Documento eletrônico

Centers for Disease Control and Prevention. *Epi Info* [online]. 2002 [cited 2003 Jan 10]. Available from: <http://www.cdc.gov/epiinfo/ei2002.htm>. **Obs.** Nas referências, apresentar os nomes dos seis primeiros autores; para referências com mais de seis autores, apresentar os seis primeiros nomes seguidos da expressão et al. *Citações* As citações devem seguir o sistema autor-data: **Um autor:** nome do autor e ano de publicação Levine (1985) ou (LEVINE, 1985) **Dois autores:** os nomes dos autores e ano da publicação Paim e Souza (2011) ou (PAIM; SOUZA, 2011) **Três ou mais autores:** nome do primeiro autor seguido de “et al.” e o ano de publicação Araújo et al. (2002) ou (ARAÚJO et al., 2002)

Prova Gráfica

O trabalho diagramado em formato pdf., será enviado por e-mail ao autor correspondente. Alterações no artigo, quando aceitas para publicação, devem ser realizadas nesse estágio, com permissão do editor-chefe. Portanto, o trabalho deve ser cuidadosamente corrigido antes de responder ao editor, pois inclusões de correções subseqüentes (indicação de novo autor, mudança de parágrafos inteiros ou tabelas) não podem ser garantidas.