



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS
CURSO DE DOUTORADO**



**EPIDEMIOLOGIA E CONTROLE ESTRATÉGICO DA
VERMINOSE EM EQUINOS NATURALMENTE
INFECTADOS NA REGIÃO CENTRO-OESTE DO BRASIL**

MARIANA GREEN DE FREITAS

Campo Grande – MS

2024

MARIANA GREEN DE FREITAS

**EPIDEMIOLOGIA E CONTROLE ESTRATÉGICO DA
VERMINOSE EM EQUINOS NATURALMENTE
INFECTADOS NA REGIÃO CENTRO-OESTE DO BRASIL**

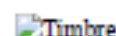
*EPIDEMIOLOGY AND STRATEGIC CONTROL OF VERMINOSIS IN NATURALLY INFECTED
HORSES IN THE CENTRAL-WEST REGION OF BRAZIL*

MARIANA GREEN DE FREITAS

Orientador: Dr. Fernando de Almeida Borges

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor(a) em Ciências Veterinárias.

**Campo Grande – MS
2024**



CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Epidemiologia e controle estratégico da verminose em equinos naturalmente infectados na região Centro-Oeste do Brasil", registrada com o nº 1.179/2021, sob a responsabilidade de FERNANDO DE ALMEIDA BORGES - que envolve a utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata, para fins de pesquisa científica – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS/CEUA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL/UFMS, na 4ª reunião ordinária do dia 23/06/2021.

FINALIDADE	() Ensino (x) Pesquisa Científica
Vigência da autorização	23/08/2021 a 20/08/2023
Espécie/Linhagem/Raça	<i>Equus caballus</i> / SRD
Nº de animais	40 (19 machos e 21 fêmeas)
Peso/Idade	70-300 kg / 4 meses a 10 anos
Sexo	Fêmeas e Machos
Origem	Fazenda São Judas Tadeu

Fábio José Carvalho Faria

Coordenador da CEUA/UFMS

Campo Grande, 28 de junho de 2021.



Documento assinado eletronicamente por Fábio José Carvalho Faria, Presidente de Comissão, em 29/06/2021, às 13:54, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 69, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0.
Assinatura informando o código verificador 2643652 e o código CRC 69113E74.

COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

Av. Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária
Fone: (67) 3345-7925
CEP 79070-900 - Campo Grande - MS



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



ATA DE DEFESA DE TESE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS
DOCTORADO

Aos cinco dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte e quatro, às oito horas e trinta minutos, via *on line*, reuniu-se a Banca Examinadora composta pelos membros: Fernando de Almeida Borges (UFMS), Artur Kanadani Campos (UFV), Dyego Goncalves Lino Borges (UFMS), Fernando Paiva (UFMS) e Ricardo Antônio Amaral de Lemos (UFMS), sob a presidência do primeiro, para julgar o trabalho da aluna: **MARIANA GREEN DE FREITAS**, CPF 04678069186, do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Curso de Doutorado, da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, apresentado sob o título "**EPIDEMIOLOGIA E CONTROLE ESTRATÉGICO DA VERMINOSE EM EQUINOS NATURALMENTE INFECTADOS NA REGIÃO CENTRO-OESTE DO BRASIL**" e orientação de Fernando de Almeida Borges. O presidente da Banca Examinadora declarou abertos os trabalhos e agradeceu a presença de todos os Membros. A seguir, concedeu a palavra à aluna que expôs sua Tese. Terminada a exposição, os senhores membros da Banca Examinadora iniciaram as arguições. Terminadas as arguições, o presidente da Banca Examinadora fez suas considerações. A seguir, a Banca Examinadora reuniu-se para avaliação, e após, emitiu parecer expresso conforme segue:

EXAMINADOR	AVALIAÇÃO
Dr. Fernando de Almeida Borges (Presidente)_____	(APROVADO)
Dr. Artur Kanadani Campos (Externo)_____	(APROVADO)
Dr. Dyego Goncalves Lino Borges (Externo)_____	(APROVADO)
Dr. Fernando Paiva (Interno)_____	(APROVADO)
Dr. Ricardo Antônio Amaral de Lemos (Interno)_____	(APROVADO)

RESULTADO FINAL:

(X)Aprovação ()Aprovação com revisão ()Reprovação

Assinatura

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Antonio Amaral de Lemos, Professor do Magisterio Superior**, em 08/02/2024, às 09:57, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Dyego Goncalves Lino Borges, Professor do Magisterio Superior**, em 08/02/2024, às 14:26, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Fernando Paiva, Professor do Magisterio Superior**, em 08/02/2024, às 14:59, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Mariana Green de Freitas, Usuário Externo**, em 08/02/2024, às 16:23, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Artur Kanadani Campos, Usuário Externo**, em 08/02/2024, às 20:50, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Fernando de Almeida Borges, Professor do Magisterio Superior**, em 09/02/2024, às 09:27, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4618601** e o código CRC **9149584B**.

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária

Fone:

CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

Referência: Processo nº 23104.000122/2024-19

SEI nº 4618601

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e pelos dons do Espírito Santo, por ter me guiado nesses anos e me manter firme no projeto, mesmo com muitas provações, muitas mudanças e muitos obstáculos. Por ter me dado o dom da paciência e da sabedoria.

Agradeço a minha família, meu pai José por ser um exemplo de honestidade e ser um pai amoroso, minha mãe Raquel por ser um exemplo de força e determinação e ao meu irmão Tiago por sempre me apoiar e me incentivar. Vocês foram essenciais para esse processo, obrigada por sempre me apoiar e não deixar eu desistir nunca. Agradeço a minha nova família, meu esposo Lucas, muito obrigada por me incentivar e não deixar eu desistir, por me ajudar e me dar carinho quando estava cansada e por cada palavra de animo e força, obrigada por entender como é importante para mim e me incentivar sempre. Eu amo vocês e sem vocês nada disso seria possível. Agradeço também aos meus avôs, de uma forma especial a minha avó Iracema (in memoria) por sempre rezar por mim e acreditar no meu potencial.

Agradeço a toda a equipe da Fazenda São Judas Tadeu, de uma forma especial ao Cláudio e Lindamir por permitir a execução do estudo, ao Reginaldo pela paciência em me atender e me ajudar com os dados necessários e aos meninos Josias, Marcelo e Chuin que sempre me ajudaram com um sorriso no rosto e muitas risadas, tornando o processo mais leve e gostoso.

Agradeço a toda equipe do LADPAR, de uma forma especial ao meu amigo Denys por todas as madrugadas que acordou cedo para coletar capim e fezes comigo, pelas playlists e muitas risadas nas viagens e por nunca medir esforços para me ajudar em todas as coletas. A Juliane por sempre me ouvir, me apoiar e me incentivar, por ser minha companhia quando ninguém mais podia, por aceitar andar comigo no sol de 40°C, sem reclamar e por me ouvir e rezar por mim quando tudo estava dando errado. A Talita, o Guilherme, a Guília, a Gabriela, a Guília Scaléa, Vinícius, Matheus Santana, Mateus Lotério e Ramiro pela paciência e amizade, sempre dispostos para me ajudar nas coletas e OPGs. E a todos que de alguma forma me ajudaram nesses dois anos de coleta. Agradeço ao Hebert por toda a ajuda no qPCR, obrigada por me ajudar com tanta paciência e atenção. Agradeço a Juliane, Polyana e Carolina por tornarem as matérias do doutorado mais leves e mais engraçadas.

Agradeço ao Dyego Borges por toda ajuda, você me incentivou e sua paixão pela pesquisa e pela parasitologia me fizeram querer seguir esse caminho, obrigada por cada conselho, por cada correção e por me ajudar na ideia desse projeto, nas coletas e exames. Agradeço ao meu orientador professor Fernando de Almeida Borges por esses onze anos de orientação, por todos os ensinamentos, conselhos e por acreditar em mim. O senhor me ensinou muito e sou muito grata por cada oportunidade e por todas as vezes

que confiou em meu trabalho obrigada por topar minhas ideias sobre verminose de equinos e fazer dessa minha paixão uma linha de pesquisa.

Agradeço a CAPES, CNPq e Fundect pelo auxílio durante os anos de doutorado e a UEMS por ceder os dados da estação meteorológica. Agradeço ao professor Carlos e professor Felipe pela ajuda com os dados e análises e ao Ingo em nome da Ouro Fino Saúde Animal por fornecer com as pastas que foram utilizadas no projeto.

RESUMO

FREITAS, M.G. EPIDEMIOLOGIA E CONTROLE ESTRATÉGICO DA VERMINOSE EM EQUINOS NATURALMENTE INFECTADOS NA REGIÃO CENTRO-OESTE DO BRASIL. 2024. Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2024.

O protocolo de controle da verminose em equinos deve ser elaborado visando o controle da sua fauna helmíntica como um todo, o que é difícil, porque esses animais apresentam uma grande riqueza parasitária. Outro entrave para a elaboração de protocolos de tratamento é o limitado conhecimento sobre a epidemiologia da verminose equina. O objetivo desse estudo foi avaliar um protocolo de controle estratégico em animais criados de forma extensiva e avaliar a epidemiologia da verminose equina em uma região tropical. Os animais foram divididos em dois grupos, por um delineamento controlado não randomizado: controle negativo e controle estratégico, em que os animais foram tratados com ivermectina e praziquantel em maio e setembro. O experimento teve duração de dois anos, de abril/21 a março/23, dividido em dois ciclos. As coletas de fezes, pesagens e classificação de escore corporal dos animais foram realizadas a cada 28 dias, assim como a contagem de ovos por grama de fezes (OPG), coprocultura, contagem de larvas na pastagem e avaliação da frequência de *Strongylus vulgaris*. Quando avaliada a sazonalidade dos parasitas no grupo controle, fevereiro e março ($p<0,05$) foram os meses com maior eliminação de ovos, no primeiro e segundo ciclo, respectivamente. As contagens de larvas na pastagem apresentaram aumento nos meses de julho e outubro no piquete do grupo controle e Ciatostomíneos foi o táxon mais observado nas coproculturas. Quando avaliado o efeito do controle estratégico, os grupos apresentaram diferença estatística entre si para médias de OPG nos meses de junho, julho, outubro, novembro, dezembro e fevereiro ($p<0,05$) no primeiro ciclo e junho, setembro, outubro e março para o segundo ciclo ($p<0,05$). Não ocorreu diferença estatística em relação ao peso e escore corporal quando comparados os dois grupos ($p>0,05$). O número de cópias de DNA de *Strongylus vulgaris* foi maior no grupo controle. Esse estudo é o primeiro a descrever a epidemiologia da verminose equina na região do cerrado brasileiro e o primeiro a avaliar o protocolo de controle estratégico a campo, é possível concluir que a sazonalidade da verminose equina no Brasil é bem definida com aumento da eliminação de ovos na estação chuvosa em fevereiro e março e aumento de larvas na pastagem na estação seca. O controle estratégico foi eficaz para controlar a verminose, sem expor risco à saúde dos equinos, além de controlar a contaminação ambiental e não provocar o aumento de *Strongylus vulgaris* no rebanho.

44

45 Palavras-chave: Ciatostomíneos, *S. vulgaris*, tratamento, sazonalidade, clima

46

ABSTRACT

The protocol for controlling worms in horses must be designed to control their helminth fauna, which is difficult because these animals have a great wealth of parasites. Another obstacle to drawing up treatment protocols is the limited knowledge about the epidemiology of equine worms. The aim of this study was to evaluate a strategic control protocol for adult animals and to assess the seasonality of equine worms in tropical regions. The animals were divided into two groups using a non-randomised controlled design: negative control and strategic control, in which the animals were treated with ivermectin in May and September. The study lasted two years, from April/21 to March/23, divided into two cycles. Faeces collection, weighing and body score classification of the animals was carried out every 28 days, as were egg counts per gram of faeces (EPG), coproculture, larvae count in the pasture and evaluation of the frequency of *Strongylus vulgaris*. When assessing the seasonality of parasites in the control group, February and March ($p<0.05$) were the months with the highest egg elimination in the first and second cycle, respectively. The counts of larvae in the pasture peaked in July and October in the control group's paddock and Cyathostominae was the most common taxon observed in the coprocultures. When the effect of the strategic control was evaluated, the groups showed a statistical difference between them in the EPG averages in the months of June, July, October, November, December and February ($p<0.05$) in the first cycle and June, September, October and March for the second cycle ($p<0.05$). There was no statistical difference in terms of weight and body score when comparing the two groups ($p>0.05$) in the two cycles. The number of *Strongylus vulgaris* DNA copies was higher in the control group. This study is the first to describe the seasonality of equine worms in the Brazilian cerrado region and the first to evaluate the strategic control protocol in the field. It is possible to conclude that the seasonality of equine worms in Brazil is well defined, with an increase in egg elimination in the rainy season in February and March and an increase in larvae in the pasture in the dry season. Strategic control was effective in controlling worms without damaging the health of the horses, as well as controlling environmental contamination and not causing an increase in *Strongylus vulgaris* in the herd.

Keywords: Cyathostomines, *S. vulgaris*, treatment, seasonality, climate.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Sazonalidade da contagem de ovos por grama de fezes de equinos naturalmente infectados criados a campo em uma propriedade em Anastácio-MS, no primeiro ciclo abril/2021-março/2022 (A) e no segundo ciclo abril/2022-março/2023 (B). As letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (α 0,05). Anastácio/MS, 2024. 48
- Figura 2. Contagem de larvas infectantes de nematódeos gastrintestinais de equinos na pastagem em uma fazenda em Anastácio/MS, no primeiro ciclo 21/22 e segundo ciclo 22/23..... 49
- Figura 3. Acumulado de precipitação mensal do ciclo 1 (21/22) e ciclo 2 (22/23) e a média histórico dos últimos 30 anos de precipitação na cidade de Anastácio/MS (A). Média das temperaturas mínimas e máximas do ciclo 1 (21/22) e ciclo 2 (22/23) no município de Anastácio/MS (B)..... 51
- Figura 4. Proporção de táxons identificados na coprocultura realizada com fezes de equinos naturalmente infectados em uma fazenda de criação extensiva de Anastácio/MS para cada ciclo do estudo, 2024..... 52
- Figura 5. Médias de contagem de ovos por grama de fezes conforme a idade de equinos naturalmente infectados criados de forma extensiva e sem receber tratamento anti-helmíntico durante dois anos em Anastácio/MS,2024..... 53
- Figura 6. Histograma com as frequências de contagem de ovos por grama de fezes de equinos naturalmente infectados, no ciclo 1 (A) e ciclo 2 (B) e distribuição binomial negativa, no eixo y a direita são os valores da função de probabilidade de massa que foi utilizada para calcular a 54

distribuição normal dos valores de frequência de ovos por grama de fezes, Anastácio/MS, 2024.....

- Figura 1. Médias de contagem de ovos por grama de fezes (OPG) de equinos naturalmente infectados dos grupos controle e tratado para cada ciclo do estudo, o primeiro (A) e o segundo (B), Anastácio/MS, 2024..... 68
- Figura 2. Número de cópias de DNA de ovos de *Strongylus vulgaris* extraídos de fezes de equinos naturalmente infectados dos grupos tratado e controle do ciclo 1 (A) e ciclo 2 (B) do estudo realizado em uma fazenda em Anastácio/MS, 2024..... 70
- Figura 3. Médias de larvas infectantes (L3s) nos piquetes dos animais dos grupos controle e tratado durante a estação seca e chuvosa em cada ciclo do estudo, Anastácio/MS, 2024..... 71
- Figura 4. Contagens mensais de larvas infectantes (L3s) nos piquetes dos equinos dos grupos controle e tratado, durante o ciclo 1 (A) e ciclo 2 (B), Anastácio/MS, 2024..... 72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Correlação entre as variáveis contagem de larvas infectantes no piquete de equinos naturalmente infectados, pluviometria, ciclo do estudo e estação chuvosa ou seca, Anastácio/MS, 2024.....	50
Tabela 2. Número de animais por faixa de contagem de OPG em cada mês do estudo de cada ciclo, amplitude de contagem de ovos durante cada ano do estudo	55

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

SUMÁRIO

RESUMO.....	v
Abstract.....	vii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
4. EPIDEMIOLOGIA DA VERMINOSE EM EQUINOS CRIADOS A PASTO NO CENTRO-OESTE BRASILEIRO.....	42
5. CONTROLE ESTRATÉGICO DA VERMINOSE EM EQUINOS ADULTOS NATURALMENTE INFECTADOS EM UMA REGIÃO TROPICAL	61
6. CONSIDERAÇÕES/CONCLUSÃO (GERAL).....	82
7. IMPACTO ECONÔMICO, SOCIAL, TECNOLÓGICO E/OU INOVAÇÃO	82

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

1. Introdução Geral

Os equinos apresentam uma grande riqueza parasitária em sua fauna helmíntica, podendo ser acometidos por nematódeos já nas primeiras semanas de vida. Os principais parasitas de equinos no Brasil são *Strongyloides westeri*, *Parascaris* sp., Ciatostomíneos, *Strongylus* sp. e *Oxyuris equi* (MOLENTO, 2005; TEIXEIRA et al., 2014).

Os parasitas que apresentam maior importância, pela alta prevalência, vários relatos de resistência e elevada patogenicidade, pertencem às subfamílias Cyathostominae e Strongylinae. No Brasil, foi observada prevalência de 100% de ciatostomíneos em animais adultos (TEIXEIRA et al., 2014). Em 1980, com a introdução das lactonas macrocíclicas foram implementados programas visando o controle de *Strongylus vulgaris* com tratamentos supressivos, visto que esse parasita é o mais patogênico para equinos (HERD, 1990), o que resultou na redução da ocorrência dessa espécie (HERD, 1990; LOVE & DUNCAN, 1991). Porém, esses tratamentos supressivos levaram à seleção de ciatostomíneos resistentes (NIELSEN et al., 2010). Dessa forma, foram criadas algumas medidas com o objetivo de reduzir o número de tratamentos anti-helmínticos em equinos, o que pode favorecer o aumento da frequência de *S. vulgaris*, visto que esse parasita apresenta um ciclo de vida longo, com um período de migração, no qual a ação dos anti-helmínticos nas larvas é menor, agindo apenas nos adultos que estão no intestino, se o intervalo entre tratamentos for muito longo, esse parasita é capaz de completar seu ciclo de vida, os ovos podem contaminar o ambiente e dessa forma ter mais animais infectados (SCHNEIDER et al., 2014; TEIXEIRA et al., 2014; TYD'EM et al., 2019).

Em um estudo realizado nos Estados Unidos foi possível observar a falta de sazonalidade na eliminação de ovos de parasitas de equinos, assim como também reforça a necessidade de mais estudos sobre sazonalidade nesses parasitas para diferentes locais do mundo, visto que o clima influencia de forma direta a sazonalidade desses parasitas (STEUER et al., 2022). O conhecimento da sazonalidade e a etiologia dos principais parasitas de equinos no Brasil poderá embasar esquemas de controle estratégico, porém, ainda faltam informações a respeito da sazonalidade e outras questões epidemiológicas. Já é conhecido que

apenas um tratamento pode aumentar a frequência de *S. vulgaris* (HERD,1990), portanto, a aplicação de dois tratamentos durante o ano pode impedir os picos de eliminação de ovos nas fezes no período da primavera (POYNTER, 1954; DUNCAN, 1974), reduzindo também a contaminação ambiental e impedindo que *S. vulgaris* complete seu ciclo de vida, desenvolvendo um protocolo praticável e eficaz para equinos criados de forma extensiva no Brasil central.

No Brasil, existem relatos de resistência aos benzimidazóis, pirantel e ivermectina, além de redução da eficácia da moxidectina nos estados de Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, sendo que em todos os casos, essa resistência ocorre principalmente na subfamília Ciatostomíneos, existindo relatos em *O. equi* e *P. equorum* (LYONS et al., 1999; CRAVEN et al., 1999; POOK et al., 2002; TRAVERSA et al., 2009; CANEVER et al., 2013; VERA, 2014; FLORES et al., 2020).

Como os relatos de resistência múltipla estão se tornando frequentes em equinos (FLORES et al., 2020), é necessário buscar formas de controle que reduzam a pressão de seleção de parasitas resistentes, como a utilização de controle estratégico. O controle de verminose em equinos não pode ser focado em um único parasita, visto que existe uma variedade de espécies que podem acometer os equinos, dessa forma o objetivo do tratamento é manter a carga parasitária baixa, sem causar prejuízos para o animal e não eliminar totalmente o parasita (NIELSEN, 2012). Existem várias formas de controle, os principais são: supressivo, tático, estratégico e seletivo.

O controle estratégico é baseado na epidemiologia do parasita, sendo realizados tratamentos nas épocas em que os animais apresentam maior infecção e o número de larvas na pastagem se encontra reduzido (MOLENTO, 2005). No entanto, não existe um protocolo para controle estratégico em equinos, porque pouco se sabe sobre a epidemiologia desses parasitas e sua dinâmica populacional, além de ser difícil pela presença de várias espécies de parasitas com ciclos de vida diferentes.

2. Objetivo

O objetivo desse estudo foi avaliar um protocolo de tratamento estratégico para equinos. Além de descrever a epidemiologia dos parasitos durante o ano no bioma cerrado em animais sem receber nenhum tratamento por dois anos.

2.2. Objetivos específicos

- Descrever a epidemiologia da verminose em equinos no bioma do cerrado.

- Avaliar o impacto do controle estratégico na população de larvas no pasto.

- Avaliar o impacto do controle estratégico na contagem de ovos por grama de fezes, no peso e escore corporal dos equinos.

- Avaliar o impacto do controle estratégico na presença de *S. vulgaris*.

3. Revisão de literatura

3.1 Principais espécies de helmintos de equinos no Brasil

Os equinos apresentam uma grande variedade de espécies de parasitas em sua fauna helmíntica, podendo ser acometidos por nematoides já nas primeiras semanas de vida. Os principais parasitas de potros são *Strongyloides westeri*, *Parascaris* sp. e *Oxyuris equi*. Na fase adulta os principais parasitas são Ciatostomíneos e *Strongylus* sp. (MOLENTO,2005) e algumas raras infecções por *Anoplocephala* spp., apresentando uma frequência de 8% no Brasil (TEIXEIRA et al., 2014), assim como *Habronema* spp.

Em estudos realizados com necropsia no Brasil, foi observada prevalência de 100% de ciatostomíneos (TEIXEIRA et al., 2014), sendo que 72,64% dos helmintos totais encontrados em animais mais jovens com idade entre 12 e 24 meses, são ciatostomíneos (BARBOSA et al., 2001). Depois dos ciatostomíneos, os mais frequentes são *Trichostrongylus axei* (68%), *Oxyuris equi* (64%), *Triodontophorus serratus* (56%), em menor ocorrência *Strongyloides westeri* (28%), *Strongylus edentatus* (28%), *Habronema muscae* (20%), *Parascaris equorum* (20%), *Probstmayria vivipara* (16%), *Strongylus vulgaris* (12%) e os mais raros são *Anoplocephala magna* (8%) e *Anoplocephala perfoliata* (8%) (TEIXEIRA et al., 2014).

3.2 *Strongyloides westeri*

Esse parasito é o primeiro nematódeo da vida dos equinos, podendo ocorrer nas primeiras semanas de vida, sendo encontrado a partir dos 30 até 180 dias de vida, sendo mais raras infecções em adultos, devido à imunidade adquirida (LYONS, 1994; SILVA,2019). A característica marcante desse parasita é que os adultos podem se reproduzir no ambiente sem a necessidade de um hospedeiro (LYONS, 1994).

A infecção pode ocorrer pela amamentação, a larva de terceiro estágio (L3), que é a forma infectante, é ingerida pelo potro juntamente com o leite materno, sendo observada a presença dessas larvas no leite 4 a 47 dias pós-parto e a infecção é observada nos potros 8 a 12 dias após a ingestão do leite materno (LYONS et al., 1973). Outra forma que ocorre a infecção é através das

larvas infectantes que estão no ambiente, podendo ocorrer a ingestão ou a penetração percutânea (LYONS, 1994). Esse parasita pode provocar quadros de diarreias enterite quando a infecção é alta (LYONS et al., 1973; NETHERWOOD et al., 1996) e irritação na pele pela invasão das larvas por via percutânea (DEWES, 1989).

3.3 *Parascaris equorum*

É um parasito extremamente comum em animais jovens (RUSSELL, 1948), estando presente em 100% das infecções em potros (LYONS et al., 2014). Seu ciclo de vida se inicia com a ingestão de um ovo larvado, contendo uma larva de segundo estágio (L2), o desenvolvimento dessa larva ocorre de 9 a 14 dias após a excreção dos ovos nas fezes (NIELSEN et al., 2016) e esse ovo com a larva infectante pode ficar viável no ambiente por anos (REINEMEYER et al., 2017). Após a ingestão da forma infectante, ocorre a eclosão e a liberação da larva no intestino delgado do hospedeiro, essas larvas migram e fazem a rota migratória hepatotraqueal antes de retornarem ao intestino delgado (LYONS et al., 1976). O adulto permanece no jejuno, local onde as fêmeas vão realizar a oviposição cerca de 10 a 15 semanas após a infecção fechando seu ciclo de vida (FABIANI et al., 2016).

Sua importância para potros ocorre principalmente pelo quadro clínico que ele provoca, dependendo da gravidade e estágio de infecção desses parasitas. Podem ocorrer corrimento nasal, tosse, pelagem áspera, crescimento lento e em casos graves, com intenso número de parasitas, a ruptura do intestino delgado (CLAYTON & DUNCAN, 1978), antes da ruptura podem ocorrer quadros de cólicas, associadas a compactação do intestino delgado pela presença dos adultos (CRIBB et al., 2006), sendo algumas vezes fatal (LENG, 1948).

3.4 *Oxyuris equi*

É um parasito que habita o trato alimentar distal, as fêmeas geralmente depositam seus ovos fora do hospedeiro. As fêmeas apresentam como característica morfológica uma cauda afilada e longa. Seu ciclo de vida se inicia

com a ingestão de ovos larvados, quando esses ovos são ingeridos ocorre a eclosão da larva, no intestino delgado e as larvas de terceiro estágio (L3) invadem a cripta de Lieberkühn no intestino grosso anterior (ceco e cólon ventral), após 3 a 11 dias ocorre a muda para larva de quarto estágio (L4) na mucosa do cólon ventral (WETZEL, 1930). Após aproximadamente 50 dias ocorre a muda de L4 para larva de quinto estágio, sendo necessário aproximadamente 100 dias para ocorrer a maturação completa para adultos (ENIG, 1949).

Os adultos vivem no cólon dorsal, as fêmeas grávidas migram para a região distal e para o reto, a oviposição ocorre quando ela se projeta no ânus e deposita seus ovos em uma massa líquida pegajosa na região perianal, morrendo após. Três a cinco dias a larva já se desenvolveu dentro do ovo, sendo a forma infectante, completando assim o ciclo de vida desse parasito. O período pré patente é em torno de 4,5 a 5 meses (ENIG, 1949), no entanto, já foi observado a presença de massa de ovos em potros com 3,5 meses, podendo ser explicada por uma redução do período pré patente do parasita ou por uma redução no status imunológico do potro por ser um animal *naïve* (REINEMEYER & NIELSEN, 2014).

Essa massa de ovos que a fêmea deposita na região perianal provoca uma irritação, podendo ser causada pela dessecação e contratura dos materiais proteicos da pele, por substâncias irritantes ou reação imunológica do hospedeiro, ainda não está bem definido qual o mecanismo. O microclima sob a cauda do animal é ótima para o desenvolvimento dos ovos, porque apresenta temperatura e umidade, além de ser protegida da ação ultravioleta, a irritação provocada ajuda na dispersão dos ovos no ambiente (REINEMEYER & NIELSEN, 2014).

Os potros podem apresentar edema e eritema das paredes do cólon ventral e ceco, já os animais adultos não apresentam nenhuma alteração podendo ser explicada pela imunidade adquirida pelo hospedeiro. Anteriormente, esse parasita era considerado um parasita de potros, sendo rara a ocorrência em animais adultos (DRUDGE & LYONS, 1983), no entanto, frequentemente estão sendo observados casos de animais mais velhos positivos (LYONS et al., 2006; FRANCISCO et al., 2009), podendo ser explicado pela redução da imunidade

adquirida a esse parasita ou um aumento na capacidade do parasito passar pelo sistema imunológico do hospedeiro.

A avaliação da eficácia dos tratamentos nessa espécie de parasito é bem difícil, visto que o comportamento da fêmea é uma única postura de ovos e não é possível realizar a contagem desses ovos, impossibilitando a realização do teste de redução (REINEMEYER & NIELSEN, 2014). Como os animais são tratados com frequência para outros parasitas, esse parasito entra em contato com várias moléculas. As lactonas macrocíclicas não apresentam alta eficácia contra esses parasitas, sendo difícil avaliar um quadro de resistência ou redução de efeito da droga (WOLFET et al., 2014). A terapêutica recomendada é pirantel e benzimidazóis (REINEMEYER & NIELSEN, 2014). A combinação de ivermectina e pirantel mostrou uma eficácia de 100%, já a ivermectina quando utilizada de forma isolada apresentou uma eficácia de 53,84% (RODRIGUES et al., 2023).

3.5 Subfamília Ciatostominae

Os principais parasitas de equinos são os ciatostomíneos, comumente chamados de pequenos estrôngilos. São os parasitos mais frequentes, apresentando uma prevalência próxima de 100% em cavalos adultos (LYONS et al, 1999; BARBOSA et al., 2001; TEIXEIRA et al., 2014). Existem 51 espécies, das quais, dez são as mais prevalentes: *Cylicostephanus longibursatus*, *Cyathostomum catinatum*, *Cylicostephanus goldi*, *Cylicocyclus nassatus*, *Cyathostomum coronatum*, *Cylicostephanus calicatus*, *Cylicostephanus minutus*, *Cylicocyclus leptostomus*, *Cyathostomum pateratum*, e *Cylicocyclus insigne* (LYONS et al, 1999), sendo impossíveis de diferenciar pelo ovo ou pelos estádios larvais, podendo ser identificados apenas pela morfologia dos adultos ou por biologia molecular (LICHTENFELS, 1998).

Esses parasitos apresentam ciclo de vida direto, os ovos são eliminados nas fezes 8 semanas após a ingestão das larvas infectantes. As larvas de primeiro e segundo estágio se alimentam de substratos que estão nas fezes, enquanto a de terceiro estágio (L3) é a forma infectante e não se alimenta, pois retém a cutícula da larva do estágio anterior, para ter maior proteção no ambiente. A L3, após ingerida, aloja-se na parede do intestino grosso e pode permanecer de

4 meses a 2 anos encistada, esse fenômeno ocorre em 90% das larvas. Depois de sofre muda para L4 e adultos, que habitam o ceco e cólon (LYONS et al., 1999; CORNING, 2009). A fase ambiental é influenciada pela temperatura, umidade e oxigênio. A temperatura adequada para seu desenvolvimento é entre 25 e 33°C, sendo possível observar eclosão em temperaturas até 5°C, conforme a temperatura reduz, diminui a eclodibilidade. Temperaturas acima de 40°C podem impedir a eclosão dos ovos. A umidade também apresenta importância na eclosão e desenvolvimento desses parasitas (OGBOURNE, 1972).

A importância dessa subfamília para os equinos é pela alta prevalência, relatos de resistência anti-helmíntica a várias classes de anti-helmínticos e pela patogenia (LYONS et al., 1999; LOVE et al., 1999), sendo considerado o helminto com maior associação de casos de morte em equinos (38%) na Normandia (SALLÉ et al., 2020). As doenças do trato gastrointestinal são as mais importantes e as maiores causas de morte em equinos, no Brasil um estudo demonstrou que a tiflocolite parasitária provocada por larvas encistadas de *Ciatostomíneos* foi a maior causa de morte relacionadas com doenças no sistema digestório em equinos (BIANCHI et al., 2019).

A patogenia mais relevante dessa subfamília de parasitos é provocada pelo desencistamento das larvas no intestino grosso, causando uma colite, com perda de proteína, edema e episódios de diarreia (GILES et al., 1985; EYSKER et al., 1989). Podendo ocorrer também casos de cólica e redução da ingestão de alimentos, além de queda na performance animal (MURPHY & LOVE, 1997; LOVE et al., 1999). A emergência das larvas ocorre de forma sincronizada, podendo provocar tiflocolite generalizada e episódios de diarreia (HERD, 1993). Além disso, os animais podem apresentar anorexia, pirexia e edema (LOVE et al., 1999). O local do encistamento das larvas está relacionado com a patogenia, quanto mais profundo, maior será a inflamação e as lesões (NIELSEN et al., 2014).

Apesar da tiflocolite ser uma ameaça para a vida dos equinos, animais saudáveis, sem nenhuma sintomatologia, podem abrigar mais de meio milhão de helminto, sendo principalmente *ciatostomíneos*, os parasitos se tornam uma

ameaça para a saúde e bem-estar dos equinos em animais jovens e desnutridos (MARTINS et al., 2009; BELAY et al., 2016).

3.6 Subfamília Strongylinae

A subfamília Strongylinae é composta por cinco gêneros, *Strongylus*, *Triodontophorus*, *Bidentostomum*, *Craterostomum* e *Oesophagodontus* (LICHTENFELS et al., 2008), sendo conhecidos como grandes estrôngilos. No entanto, destaca-se *Strongylus vulgaris*, por ser o mais patogênico entre eles.

O ciclo de vida de *S. vulgaris* se inicia com a fase ambiental, sendo da eliminação de ovos nas fezes, até o desenvolvimento de L3, que é a forma infectante, essa fase pode ocorrer de 6 a 14 dias conforme as condições ambientais. Após a ingestão das larvas, elas penetram na mucosa provocando um edema na mucosa e dilatando os vasos menores, artérias e capilares, após cinco dias ocorre a muda para larva de quarto estágio e essa larva faz a migração pela parede dos capilares e vasos, chegando até a artéria mesentérica cranial, 14 dias após a infecção. Essa larva pode permanecer na artéria até 90 – 120 dias até mudar para fase de adulto jovem, migrando para o intestino, copulando e realizando a oviposição, completando o ciclo de vida, o período pré patente pode ser de 6 até 11 meses (MCCRAW & SLOCOMBE, 1976).

A grande importância desse parasito está na sua patogenia, podendo causar casos severos de cólica trombo embólica e morte (ENIGK, 1991), mas recentemente alguns autores associam sua presença a peritonites (PIHL et al., 2018). Em 1960 esse parasita foi alvo dos programas de controle (DRUDGE & LYONS, 1966), e em 1980 com a introdução das lactonas macrocíclicas ocorreu a redução da prevalência (HERD, 1990; LOVE & DUNCAN, 1991). Antes da indução desses programas de controle a prevalência desse parasita era de 90% em animais adultos (MCCRAW & SLOCOMBE, 1976). Reduzindo de forma considerável, com prevalência de 0,2 a 1,3% de *Strongylus vulgaris* nas tropas da Alemanha, enquanto em animais ferais com poucos tratamentos durante o ano, essa frequência pode ser de até 12% (HERD, 1990; SCHNEIDER et al, 2014; TEIXEIRA et al., 2014). Os programas estabelecidos visavam principalmente esse parasito, eram realizados tratamentos a cada 8 semanas, pois as drogas disponíveis não apresentavam efeito nas larvas que estavam em migração, logo

eram necessários tratamentos frequentes para atingir essas larvas quando estivessem no intestino, visto que o período pré patente desse parasita é longo. No entanto, com os frequentes relatos de resistência em ciatostomíneos, alguns países implementaram a restrição do uso de anti-helmínticos apenas com prescrição e reduziram a frequência de tratamentos, ocorrendo uma reemergência de *S. vulgaris*, nesses países (NIELSEN et al., 2012; TYD'EM et al., 2020).

4. Epidemiologia dos helmintos de equinos

4.1 Fatores ambientais que influenciam na epidemiologia

A sobrevivência de larvas infectantes na pastagem e o desenvolvimento larval são influenciados pela temperatura e pela umidade, sendo que condições que são favoráveis para o desenvolvimento larval não são favoráveis para a sobrevivência de larvas infectantes na pastagem. A umidade favorece o desenvolvimento dos estádios L1 e L2 no bolo fecal, porém a forma infectante sobrevive por mais tempo na pastagem quando a umidade é menor, visto que restringe a migração e motilidade (NIELSEN et al., 2007). Segundo Rupashinge & Ogbourene (1978), não existe diferença entre as condições de desenvolvimento na fase ambiental para grandes e pequenos estrôngilos.

Em relação à temperatura ideal para o desenvolvimento larval de estrongilídeos de equinos, a temperatura, com maior recuperação de larvas infectantes, foi 28°C, sendo que o desenvolvimento de ovo até L3 ocorre em torno de três a quatro dias, quando a faixa de temperatura está entre 25 e 33°C, sendo ideal para o desenvolvimento. Em temperaturas altas, maiores que 40°C, ocorre a morte das larvas, já em temperaturas baixas, menores que 7,5 -10°C não ocorre a eclosão, porém ocorre o embrionação dos ovos (MFITILODZE & HUTCHINSON, 1987). Em temperaturas menores que 4°C não ocorre o desenvolvimento e nem a eclosão, mas o desenvolvimento de larvas já eclodidas pode ocorrer em temperatura acima do ponto de congelamento, já o congelamento por um longo período danifica o ovo e reduz o desenvolvimento larval (LUCKER, 1941). Ovos não embrionados resistem melhor à geada que os embrionados e as larvas não infectantes são mais sensíveis que as infectantes (ENIGK, 1934).

Apesar de muitas vezes as larvas sobreviverem a essas condições adversas, elas não são capazes de infectar o hospedeiro, isso pode ser explicado pela depleção enérgica que essas larvas sofrem. Os grânulos de gorduras nas células intestinais podem ser utilizados para estimar a idade fisiológica das larvas (GIOVANNOLA, 1936). Em um estudo realizado por Medica & Sukhdeo (1997), larvas que foram armazenadas por oito dias a 38°C, cessaram sua motilidade e o lipídio total nas larvas infectantes foi reduzido, as larvas ficaram exaustas e reduziram seus ácidos graxos e foram menos capazes de penetrar no ceco do hospedeiro. Dessa forma as larvas são capazes de sobreviver por um longo período em temperaturas alternadas, mas nem sempre serão capazes de infectar o hospedeiro (BACKER et al., 1939).

Em relação à umidade, não ocorre desenvolvimento larval em umidade abaixo de 15-20% (MFITILODZE & HUTCHINSON, 1987). Larvas de primeiro estágio sobrevivem apenas alguns dias nas fezes, quando são rapidamente desidratadas, no entanto, quando a desidratação acontece de forma lenta, as larvas são capazes de continuar seu desenvolvimento (OGBOURNE, 1972). O bolo fecal intacto funciona como uma proteção para a larva e proporciona um ambiente úmido, o que aumenta o desenvolvimento e sobrevivência da larva (ENIGK, 1934).

Fatores ambientais como temperatura, chuva, umidade e luz solar, podem influenciar na migração das larvas na pastagem e sua sobrevivência também (NIELSEN et al., 2007). Assim como a formação de uma película de umidade sob a folha da pastagem facilita a migração das larvas, por isso o horário do início da manhã, quando tem a presença do orvalho é o horário de maior recuperação das larvas na pastagem e maior chance de infecção dos animais (LANGROVÁ et al., 2003; SANTOS et al., 2011). Outro fator que influencia na migração e sobrevivência das larvas na pastagem é o tipo de gramínea utilizado, cada gramínea possui características específicas, como pilosidade, serosidade, tamanho, ramificação e forma de crescimento, o que pode facilitar ou dificultar o desenvolvimento, migração e sobrevivência (VIANA, 1999).

A dinâmica populacional das larvas é influenciada pelo tipo de clima predominante, o clima temperado apresenta estação chuvosa bem uniforme, com estações distintas e inverno frio. Já os climas subtropical e tropical, apresentam estações menos distintas e pouco frio. No clima temperado, como possui um verão quente e inverno frio, o desenvolvimento das larvas ocorre na primavera e verão. No inverno o número de larvas é menor na pastagem e a temperatura pode ser deletéria para as larvas (NIELSEN et al., 2007; DUNCAN,1974).

A maior contaminação do pasto com larvas ocorre na época chuvosa do ano, sendo também a época com maior presença de ovos nas fezes, em ambas as regiões. Na época chuvosa ocorre uma alta eliminação de ovos nas fezes e consequentemente uma maior contaminação ambiental, porém o desenvolvimento das larvas é rápido e a chuva destrói o bolo fecal, o que diminui a sobrevivência das larvas na pastagem, porque o bolo fecal funciona como reservatório e proteção para as larvas. Na estação seca o desenvolvimento é lento e a larva vive por mais tempo na pastagem porque o bolo fecal permanece intacto (BEZERRA et al., 2007; SANTOS et al., 2011).

Os climas predominantes no cerrado brasileiro são o tropical megatérmico e mesotérmico, com temperaturas médias de 22-23°C, máximas com grande variação podendo chegar a 40°C e as mínimas também com grande variação podendo chegar a temperaturas negativas e ocorrência de geadas. As estações chuvosas e seca são bem definidas, sendo que a chuvosa engloba os meses de outubro até março, com picos de chuvas na primavera e verão, com precipitação média de 1200-1800 mm e a estação seca engloba os meses de abril até setembro, sendo que nos meses de maio, junho e julho ocorre nevoeiro pela manhã e ocorre a formação de orvalho nas primeiras horas do dia (SETTE,2005).

4.2 Fatores individuais do hospedeiro que influenciam no parasitismo.

Os principais fatores que podem influenciar na eliminação de ovos nas fezes são: idade do hospedeiro, sexo, raça, nutrição, gestação, período pós-parto, quais os parasitas que estão presentes, quantidade de parasitas que estão presentes, clima, tipo de criação e programa de controle utilizado na propriedade (KÓNIGOVA et al., 2001; LOVE, 2003).

Segundo Belay et al (2016), os helmintos são a ameaça à saúde e bem-estar animal mais evidente em animais jovens e desnutridos, no entanto, em animais bem nutridos, com dietas que suprem ou até ultrapassam suas necessidades, a infecção, principalmente por ciatostomíneos, não altera a digestibilidade dos alimentos, sendo absorvidos e metabolizados, dessa forma, não influenciam em parâmetros de saúde, como escore corporal, peso e parâmetros sanguíneos (SILVA et al., 2016).

A eliminação de ovos nas fezes não tem uma correlação direta com a carga parasitária, visto que só as fêmeas vão produzir ovos, as formas imaturas e os machos não, apesar de estarem presentes na luz ou mucosa intestinal. A produção de ovos é influenciada pelo estresse, estado fisiológico e imunidade do hospedeiro. Éguas em lactação podem aumentar a eliminação de ovos nas fezes, pelo seu estado fisiológico e estresse, reduzindo a imunidade (NIELSEN et al., 2014). Porém além das questões fisiológicas, as questões ambientais também podem influenciar e a nutrição, não influenciando na eliminação de ovos nas fezes em éguas antes e após o parto (STEUER et al., 2022). Animais tratados com medicamentos à base de corticoide podem aumentar a eliminação de ovos, visto que esses medicamentos reduzem a imunidade dos animais (NIELSEN et al., 2014).

Machos não castrados podem eliminar mais ovos nas fezes, por ser animais que apresentam alto teor de testosterona, que reduz a imunidade, além de necessidade de manter a manada, brigando com outros garanhões e reduzindo a imunidade. Enquanto as fêmeas apresentam maior eliminação de ovos nas fezes, porque fêmeas que estão em reprodução têm que gestar, amamentar e fazer a manutenção das suas necessidades fisiológicas (CONNAN, 1976; HABIG & ARCHIE, 2015; DEBEFFE et al., 2016; OGBEIN et al., 2022).

Animais mais jovens, entre um e quatro anos, eliminam mais ovos nas fezes que animais de meia idade, de 5 a 15 anos. No entanto, conforme os animais ficam idosos, 20 a 33 anos, aumenta a eliminação de ovos nas fezes. (STEUER et al., 2022; OGBEIN et al., 2022).

Animais ferais, aqueles que não receberam tratamento por um longo período, apresentam maior infecção por *S. vulgaris*, já que esse parasita

apresenta período pré patente longo, sendo possível completar seu ciclo de vida e eliminar ovos nas pastagens, contaminando a pastagem e infectando um número maior de animais (DUNCAN, 1974; STEUER et al., 2022).

Em relação à forma de criação, cavalos mantidos estabulados, desde que bem nutridos, normalmente apresentam menor taxa de excreção de ovos nas fezes em decorrência da menor taxa de infecção (considerando as boas práticas de cultivo, processamento e fornecimento do alimento volumoso). Entretanto, quando são alimentados com capim cortado oriundo de capineiras adubadas com fezes não tratadas, pode-se verificar um aumento na infecção desses animais, por causa da contaminação do alimento com estádios infectantes de helmintos. Animais livres em pastos normalmente dividem a área de pastagem em área de defecação e alimentação. Esse comportamento dependendo da taxa de lotação, pode reduzir a infecção dos animais que estão a pasto (REINEMEYER, 2019). Animais estabulados que recebem capim cortado, são privados do poder de escolha de alimentos menos contaminados o, o que pode contribuir para o aumento da carga parasitária (REINEMEYER, 2019).

5 Drogas utilizadas contra nematoides de equinos e resistência anti-helmíntica.

A resistência é uma habilidade dos parasitas de tolerar doses de drogas que seriam letais para parasitas de mesma espécie ou estágio, por ser uma característica genética e, dessa forma herdável (STONE, 1972), pode ocorrer de forma mais precoce quando existe uma pressão de seleção de parasitas resistentes com tratamentos mais frequentes.

5.1. Benzimidazóis

Uma das classes anti-helmínticas mais antigas utilizadas em equinos são os benzimidazóis. O primeiro princípio ativo foi o thiabendazole, lançado no mercado em 1961, sendo esse o precursor dos demais princípios desse grupo (LACEY, 1990; LACEY & GILL, 1994; ALMEIDA & AYRES, 2011).

No princípio, acreditava-se que o mecanismo de ação dos benzimidazóis era através da inibição do fumarato redutase (LACEY & GILL, 1994), no entanto, foi provado que a droga se liga ao citoesqueleto da tubulina e bloqueia a

formação da matriz de microtúbulos que é essencial para o funcionamento normal das células (LACEY & GILL, 1994, ALMEIDA & AYRES, 2011).

Os microtúbulos permanecem em equilíbrio dinâmico, as enzimas são responsáveis pela polimerização e despolimerização de unidades alfa e beta tubulina que terminam por formar e desestruturar microtúbulos, respectivamente, conforme a necessidade do organismo. (LACEY, 1990; LACEY & GILL, 1994). Os benzimidazóis provocam esse desequilíbrio ligando com a β tubulina e inibindo a formação dos microtúbulos e dessa forma matando os parasitas por paralisia e interferindo na formação dos ovos. Essa classe apresenta ação contra todas as fases do parasita, inclusive ação ovicida (LACEY, 1990). Apesar dos mamíferos também apresentarem os microtúbulos, a afinidade da tubulina dos parasitas pelos benzimidazóis é maior, apresentando baixa toxicidade para os animais (LACEY, 1990; LACEY & GILL, 1994).

O primeiro relato de resistência foi ao thiabendazole em 1960 em Ciatostomíneos (LYONS et al., 1999). Os relatos de resistência são frequentes no mundo todo, na Dinamarca (CRAVEN et al., 1999), na Austrália (POOK et al., 2002), na Itália (TRAVERSA et al., 2009) e no Brasil (CANEVER et al., 2013; VERA, 2014). Na Índia a resistência está em processo inicial com (KUMAR et al., 2016).

5.2. Lactonas macrocíclicas

As lactonas macrocíclicas são divididas entre avermectinas e milbemicinas. As avermectinas são derivadas de *Streptomyces avermitilis*, uma bactéria do grupo dos actinomicetos, e são extremamente lipossolúveis e pouco solúveis em água (ALMEIDA & AYRES, 2011) e as milbemicinas, que a mais utilizada em equinos é a moxidectina é derivada de *S. cyaneogriseus* (PRICHARD et al., 2012). Essas moléculas atuam como agonista de alta afinidade sobre a subunidade α de canais iônicos seletivos ao cloro, causando paralisia motora do tipo flácida nos parasitas (ALMEIDA & AYRES, 2011).

A moxidectina apresenta ação moderada em L3 e L4 (62,4-79,1%) (XIAO et al., 1994; REINEMEYER et al., 2015) e por isso o período de reaparecimento dos ovos nas fezes é em torno de 12-18 semanas, visto que apresenta um

período residual mais longo (SCARE et al., 2020). Dessa forma, a redução no período de reaparecimento de ovos pode, inicialmente, ser explicada pela sobrevivência de larvas de quarto estágio (L4) no lúmen do intestino (BELLAW et al., 2017), o que poderia indicar resistência insipiente. A ivermectina não apresenta ação contra larvas de ciatostomíneos, somente contra adultos, por isso, o período esperado para reaparecimento de ovos é em torno de 59 dias (MONAHAN et al., 1996).

As lactonas macrocíclicas, moléculas que apresentam período residual prolongado e alta eficácia contra helmintos gastrointestinais adultos, e moderada ação contra larvas, para moxidectina (XIAO et al., 1994), tornaram-se a classe de anti-helmínticos mais utilizada em equinos. Para esse grupo de anti-helmínticos há poucos relatos de resistência em ciatostomíneos (CANEVER et al., 2013; SCARE et al., 2020; FLORES et al., 2020; LIGNON et al., 2021; ABBAS et al., 2021). Recentemente, foram publicados relatos de *Oxyuris equi* e *Parascaris equorum* resistentes a ivermectina (CIRAK et al., 2010; LASSEN & PETROLA, 2015; SALLÉ et al., 2016; COOPER et al., 2020) e já há relatos de resistência a moxidectina, em ciatostomíneos (FLORES et al., 2020; LIGNON et al., 2021).

3.3. Tetra-hidropirimidinas

A molécula mais utilizada em equinos dessa classe é o Pirantel, essa molécula apresenta ação contra forma adulta e contra formas imaturas também. São agonistas colinérgicos e atua no receptor nicotínico de subtipo L (ALMEIDA E AYRES, 2011).

6 Calendário de vermifugação

Como os relatos de resistência múltipla estão se tornando frequentes em equinos (FLORES et al., 2020), é necessário buscar formas de controle que reduzam a pressão de seleção de parasitas resistentes. Após anos de tratamentos constantes em equinos, ocorreu uma mudança na comunidade de nematoides dessa espécie animal. *Strongylus* spp. reduziram de uma forma drástica e Ciatostomíneos se tornaram mais importantes e prevalentes (HERD, 1990; LOVE & DUNCAN, 1991). Em 1960, a recomendação de controle era desparasitar a cada seis a oito semanas, visto que esse era o período para

reaparecimento de ovos quando os animais eram tratados com thiabendazole, uma droga muito eficaz na época (DUDGE & LYONS, 1966). Porém esses tratamentos frequentes, apesar de controlarem de forma eficaz *Strongylus vulgaris*, selecionaram Ciatostomíneos resistentes e os protocolos atuais visam realizar menos tratamentos e, assim, reduzir a pressão de seleção para resistência (KAPLAN, 2002).

Desde 1990, depois dos frequentes relatos de resistência verificados principalmente em Ciatostomíneos, a redução da intensidade de tratamentos e maior monitoramento da resistência tem sido recomendadas (DUNCAN & LOVE, 1991; KAPLAN, 2002), mas o controle da verminose em equinos não pode se concentrar em um único táxon de parasito, visto que existe uma variedade de espécies que podem acometer essa espécie animal. Dessa forma o objetivo do tratamento é manter a carga parasitária baixa, sem causar prejuízos para o animal (NIELSEN, 2012). Existem três formas de controle da verminose em equinos: supressivo, seletivo e estratégico.

O controle supressivo consiste no tratamento dos animais a cada 4-8 semanas, sendo pouco indicado pois o número constante de tratamentos pode aumentar a pressão de seleção de parasitas resistentes (MOLENTO, 2005). O controle seletivo é uma estratégia baseada na vigilância, onde são tratados apenas os animais que excedem um limite de contagem pré-determinado, deixando o resto da população sem tratamento (GOMEZ E GEORGI, 1991), dessa forma, mantendo a refugia, que são os parasitas que não entraram em contato com a droga, podendo ser larvas de vida livre no pasto, larvas encistadas na mucosa do intestino e helmintos de animais não tratados. A refugia fornece alelos genéticos para diluir alelos resistentes na população (VAN WYK, 2001; MOLENTO, 2005). Esse tratamento é baseado na regra 80:20, no qual, 80% dos ovos estão sendo eliminados por 20% da população de equinos (KAPLAN & NIELSEN, 2010), esses 20% são considerados os que eliminam uma alta quantidade, sendo maior de 500 ovos por grama de fezes (NIELSEN et al., 2019). A vantagem desse controle é a manutenção da refugia, como alguns animais não foram tratados com tanta frequência, tem uma porcentagem da população de parasitas que ainda não entraram em contato com a droga e são mais sensíveis.

Porém esse tipo de controle tem como inconveniente a necessidade de exames periódicos da tropa, o que torna o controle caro e trabalhoso, sendo inviável em animais criados de forma extensiva. A aceitação da contagem de ovos antes do tratamento é baixa entre proprietários e até veterinários que trabalham nessa área (NIELSEN et al., 2018; SCARE et al., 2020). Além de favorecer o aumento de *Strongylus vulgaris*, com a redução do número de tratamentos (MOLENTO, 2005; NIELSEN et al., 2014; KASPAR et al., 2017). Alguns autores acreditam que o controle da verminose e redução da resistência anti-helmíntica em equinos só será eficaz quando existir uma legislação para realizar o tratamento apenas após a contagem de ovos nas fezes, além de vender anti-helmínticos, apenas com prescrição médica (NIELSEN, 2006; BECHER et al., 2018).

O controle estratégico é baseado na epidemiologia do parasito, sendo realizados tratamentos nas épocas em que os animais apresentam maior infecção e o número de larvas na pastagem se encontra aumentado, o inconveniente dessa forma de tratamento é a redução da refugia (MOLENTO, 2005), enquanto a vantagem desse tipo de controle é a realização de poucos exames e tratamentos direcionados durante o ano, tornando mais prático e barato, além de reduzir a pressão de seleção. Animais criados de forma extensiva, estão expostos a larvas na pastagem durante o ano inteiro, dessa forma, esse tipo de controle é mais indicado. Através de modelos matemáticos é possível sugerir que dois tratamentos durante o ano são capazes de reduzir de forma drástica a resistência em equinos adultos (LEATHWICK et al., 2019). No entanto, não existe um protocolo para controle estratégico em equinos validado a campo no mundo, porque pouco se sabe sobre a epidemiologia desses parasitos e sua dinâmica populacional, além de ser difícil pela presença de várias espécies de parasitas com ciclo de vida diferente. A realidade é que poucos veterinários fazem tratamento e na maioria das vezes é realizado de forma supressiva, sem levar em consideração quantidade e composição de espécies de parasitas durante o ano e sem avaliar a resistência, anti-helmíntico é algo valioso e não facilmente renovável, sendo necessário usar de forma consciente e coerente (O'MERA & MELCAHY, 2002; NIELSEN et al., 2007).

Para potros a indicação da Associação Americana de Práticas Equinas (AAEP) são quatro tratamentos até os animais completarem um ano de idade, sendo a primeira vermifugação dos dois aos três meses de vida para prevenir infecções com *Strongyloides westeri*, visto que esse parasita pode ser transmitido nos primeiros dias de vida pelo leite materno. A segunda vermifugação dos quatros aos seis meses de idade com a associação de pamoato de pirantel visando o controle de *Parascaris* sp. A terceira aos nove meses com a associação de praziquantel para controlar *Anoplocephala* spp e uma vermifugação aos 12 meses (AAEP, 2017).

Para verminose equina não existe uma abordagem única (NIELSEN et al., 2019). As recomendações atuais incluem tratamentos seletivos, baseados em evidências para equilibrar a tensão entre saúde e menor pressão de seleção da resistência (ESCCAP, 2019; RENDELE et al., 2019; NIELSEN et al., 2019). No entanto, o clima e a região podem influenciar no tamanho da população de parasitas e na frequência de parasitas resistentes, clima tropical quente, apresenta maior chance de transmissão e permite que o parasita complete seu ciclo durante o ano todo. Época de pastejo mais longa pode influenciar nessa dinâmica populacional (LEATHWICK et al., 2019; NIELSEN et al., 2019; SAUERMANN et al., 2020; STEUER et al., 2022). A maioria dos estudos são de climas com estações do ano bem definidas, sendo necessário estudos no Brasil.

Referências bibliográficas

- ABBAS, G; GHAFAR, A; HURLEY, J., et al. Cyathostomin resistance to moxidectin and combinations of anthelmintics in Australian horses. **Parasites & Vectors**, v.14, p.597-607, 2021.
- ALMEIDA, M.A.O.; AYRES, M.C.C. **Considerações gerais sobre os anti-helmínticos**. In Spinosa, H.S.; Górniak, S.L.; Bernardi, M.M. Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária. 5. ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S.A., 2011, cap.45, p. 517-530.
- AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS - AAEP- Parasite Control Guidelines**, 2017.
- BARBOSA, O.F; ROCHA, U.F; SILVA, G.S., et al. A survey on Cyathostominae nematodes (Strongylidea, Strongylidae) in pasture bred horses from São Paulo State, Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, v.22, p. 21-26, 2001.
- BAKER, D.W; SALISBURY, G.W; BRITTON, J.W. Control of equine strongylosis. Part 1. The effect of natural factors on the development of strongylosis in foals. **The Cornell Veterinarian**, v. 29, p. 297–308, 1939.
- BELAY, W; TESHOME, D; ABIYE, A. Study on the prevalence of gastrointestinal helminthes infections in equines in and around Kombolcha. **Journal of Veterinary Science and Technology**, v. 7, p. 367-372, 2016.
- BELLAW, J.L; KREB, K; REINEMEYER, C.R., et al. Anthelmintic therapy of equine cyathostomin nematodes – larvicidal efficacy, egg reappearance period, and drug resistance. **International Journal for Parasitology** v.48, p.97–105, 2017.
- BEZERRA, S.; QUINELATO; MACHADO DO COUTO, M., et al. Ciatostomíneos (Strongylidae–Cyathostominae) parasitas de cavalos: ecologia experimental dos estágios pré-parasíticos em gramínea Tifton 85 (*Cynodon* spp. cv. Tifton 85) na Baixada Fluminense, RJ Brasil. **Parasitologia Latinoamericana**, v.62, p.27–34, 2007.
- BIANCHI, M.V; MELLO, L.S; WENTZ, M.F., et al. Fatal parasite-induced enteritis and tiphlocolitis in horses in Southers Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.28, 2019.

- 728 CANEVER, R.J; BRAGA, P.R.C; BOECKH, A., et al. Lack of Cyathostomin sp.
729 reduction after anthelmintic treatment in horses in Brazil. **Veterinary**
730 **Parasitology**. v.194, p. 35–39, 2013.
- 731 CIRAK, V.Y; KAR, S; GIRISGIN, O. A survey on anthelmintic resistance in
732 strongyles to ivermectin and pyrantel and macrocyclic lactone-resistance in
733 *Parascaris equorum*. **Turk. Parazitoloji Derg**, v. 34, p. 35–39, 2010.
- 734 CLAYTON, H.M; DUNCAN, J.L. The migration and development of *Parascaris*
735 *equorum* in the horse. **Internacional Journal for Parasitology**. v.9, p.285-292,
736 1978.
- 737 CONNAN, R. Effect of lactation on the immune response to gastrointestinal
738 nematodes. **The Veterinary Record**, v. 99, p. 476-477, 1976.
- 739 CORNING, S. Equine cyathostomins: a review of biology, clinical significance and
740 therapy. **Parasites & Vectors**, v.2, p.1-6, 2009.
- 741 COOPER, L.G; CAFFE, G; CERUTTI, J, et al. Reduced efficacy of ivermectin and
742 moxidectin against *Parascaris* spp. in foals from Argentina. **Vetenary**
743 **Parasitology Regional Studies Reports**. 2020.
- 744 CRAVEN, J.; BJORN, H.; BARNS, E.H., et al. A comparison of in vitro tests and a
745 faecal egg count reduction test in detecting anthelmintic resistance in horse
746 strongyles. **Veterinary Parasitology**, v.85, p.49-59,1999.
- 747 CRIBB, N.C; COTE, N.M; BOURE, L.P., et al. Acute small intestinal obstruc-tion
748 associated with *Parascaris equorum* infection in young horses: 25 cases (1985–
749 2004). **N Z Veterinary Journal** v.54, p.338–43, 2006.
- 750 DEBEFFE, L; MCLOUGHLIN, P.D; MEDILL, S.A., et al. Negative covariance
751 between parasite load and body condition in a population of feral horses.
752 **Parasitology**, v. 143, p. 983-997, 2016.
- 753 DEWES, H.F. The association between weather, frenzied behavior, percutaneous
754 invasion by *Strongyloides westeri* larvae and *Rhodococcus equi* disease in foals.
755 **N. Z. Veterinary Journal**, v.37, p.69, 1989.
- 756 DUNCAN, J. L. Field studies on the epidemiology of mixed strongyle infection in
757 the horse. **Veterinary Record**, v. 94, p.337-345, 1974.

- 758 DUNCAN, J.L., LOVE, S. Preliminary observations on an alternative strategy for
759 the control of horse strongyles. **Equine Veterinary Journal**, v.23, p. 226–228,
760 1991.
- 761 DRUDGE, J.H; LYONS, E.T. **Oxyuris infection**. In: Current Therapy in Equine
762 Medicine, Ed: N.E. Robinson, W.B. Saunders, Philadelphia. p. 288-289, 1983.
- 763 DRUDGE, J.H., LYONS, E.T., Control of internal parasites of horses. **Journal**
764 **American Veterinary Medical Association**, v.148, p.378–383, 1966.
- 765 European Scientific Counsel Companion Animal Parasites (ESCCAP). A guide to
766 the treatment and control of equine gastrointestinal parasite infections, 2nd edition.
- 767 ENIGK, K. Die Pathogenese der thrombotisch-embolische Kolik des Pferdes
768 [German]. **Monatsh. Tierheilkd.** v.3, p.65–74, 1951.
- 769 ENIGK, K. Zur Biologie und Bekämpfung von *Oxyuris equi*. **Z. Tropen medical**
770 **Parasitology**, v.1, p.259-272, 1949.
- 771 ENIGK, K. Die Widerstandsfähigkeit der Entwicklungsstadien der Strongyliden
772 ausserhalb des Wirtstieres. **Archiv für Tierheilkunde**, v. 67, p. 363–376, 1934.
- 773 EYSKER, M.; JANSEN, J.; MIRCK, M. H. Control of strongylosis in horses by
774 alternate grazing of horses and sheep and some other aspects of the
775 epidemiology of strongylidae infections. **Veterinary Parasitology**, v. 19, p. 103-
776 115, 1986.
- 777 FABIANI, J.V; LYONS, E.T; NIELSEN, M.K. Dynamics of *Parascaris* and
778 *Strongylus* spp. parasites in untreated juvenile horses. **Veterinary Parasitology**,
779 v.230, p.62–6, 2016.
- 780 FLORES, A.G; OSMARI, V; RAMOS, F., et al. Multiple resistance in equine
781 cyathostomins: a case study from military establishments in Rio Grande do Sul,
782 Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.29, p.1-9, 2020.
- 783 FRANCISCO, I., ARIAS, M., CORTIÑAS, F.J., et al. Intrinsic factors influencing
784 the infection by helminth parasites in horses under an oceanic climate area (NW
785 Spain). **Journal Parasitology Research**. 2009.
- 786 GILES, C.J; URQUHART, K.A; LONGSTAFFE, J.A. Larval cyathostomiasis
787 (immature trichonema-induced enteropathy): A report of 15 clinical cases. **Equine**
788 **Veterinary Journal**. v.17, p.196-201, 1985.

- GIOVANNOLA, A. Energy and food reserves in the development of nematodes. **Journal of Parasitology**, v.22, p. 207–218, 1936.
- GOMEZ, H.H., GEORGI, J.R. Equine helminth infections: control by selective chemotherapy. **Equine Veterinary Journal**, v. 23, p, 198–200, 1991.
- HABIG, B; ARCHIE, E. A. Social status, immune response and parasitism in males: a meta-analysis. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 370, 2015.
- HASSLINGER, M.A. Untersuchungen über den Einfluss verschiedener Temperaturen auf Eier und Larven von Pferdestrongyliden unter Laboratoriumsbedingungen sowie das Verhalten dieser exogenen Stadien auf der Weide. **Berliner Münchener Tierärztliche Wochenschrift**, v. 94, p. 1–5, 1981.
- HENNEKE, D.R; POTTER, G.D; KREIDER, J.L., et al. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. **Equine Veterinary Journal**. v.15, p.371–372, 1983.
- HERD, R.P. Epidemiology and control of equine strongylosis at Newmarket. **Equine Veterinary Journal**, v.6, p.447-452, 1986.
- HERD, R.P. The changing world of worms - the rise of the cyathostomes and the decline of *Strongylus vulgaris*. **Comp. Cont. Educacion Practica Veterinary**, v.12, p.732–736, 1990.
- HERD, R.P. Control strategies for ruminant and equine parasites to counter resistance, encystment and ecotoxicity in the U.S.A. **Veterinary Parasitology**, v.48, p.327-336,1993.
- KAPLAN, R.M. Anthelmintic resistance in nematodes of horses. **Veterinary Research**, v. 33, p. 491–507, 2002.
- KAPLAN, R.M., NIELSEN, M.K. An evidence-based approach to equine parasite control: it ain't the 60s anymore. *Equine Vet. Educ*, v. 22, p. 306–316, 2010.
- KASPAR, A; PFISTER, K; NIELSEN, M.K., et al. Detection of *Strongylus vulgaris* in equine faecal samples by real-time PCR and larval culture – method comparison and occurrence assessment. **BMC Veterinary Research**, v.13, p.1-9, 2017.

- 819 KÖNIGOVÁ, A; VÁRADY, M; ČORBA, J. The prevalence of equine
820 gastrointestinal parasites in the Slovak Republic. **Helminthologia**, v. 38, p.211–
821 214, 2001.
- 822 KUMAR, S.; RAJAT, G.; KUMAR, S., et al. Benzimidazole resistance in equine
823 cyathostomins in India. **Veterinary Parasitology**, v.218, p.93-97, 2016.
- 824 LACEY, E. Mode of Action of Benzimidazoles. **Parasitology Today**, v. 6, p.112-
825 115, 1990.
- 826 LACEY, E; GILL, J.H. Biochemistry of benzimidazole resistance. **Acta Tropica**, v.
827 56, p.245-262, 1994.
- 828 LANG L. Todesfalle von 3 Fohlen durch Massenspulwurmbefall. **Tierrtiche**
829 **Umschau** v.3, 1948.
- 830 LANGROVÁ, I; JANKOVSKÁ, I; BOROVSKEÝ, M., et al. Effect of climatic
831 influences on the migrations of infective larvae of Cyathostominae.
832 **Veterinary Medicine–Czech**, v.48, p.18–24, 2003.
- 833 LASSEN, B; PELTOLA, S.M. Anthelmintic resistance of intestinal nematodes to
834 ivermectin and pyrantel in Estonian horses. **Journal of helminthology**. v.89,
835 p.760-763, 2015.
- 836 LEATHWICK, D.M; SAUERMAN, C.W; NIELSEN, M.K. Managing anthelmintic
837 resistance in cyathostomin parasites: Investigating the benefits of refugia-based
838 strategies. **IJP: Drugs and Drugs Resistance**, v.10, p. 118-124, 2019.
- 839 LICHTENFELS, J.R.; KHARCHENKO, V.A.; KRECEK, R.C, et al. An annotated
840 checklist by genus and species of 93 species level names for 51 recognized
841 species of small 17 strongyles (Nematoda: Strongyloidea: Cyathostominae) of
842 horses, asses, and zebras of the world. **Veterinary Parasitology**, v.79, p. 65–79,
843 1998.
- 844 LICHTENFELS, J.R; KHARCHENKO, V.A; DVOJNOS, G.M. Illustrated
845 identification keys to strongylid parasites (strongylidae: Nematoda) of horses,
846 zebras, and asses (Equidae). **Veterinary Parasitology**, v.156, p. 4-161, 2008.
- 847 LIGNON, J.S, GONÇALVES, N.F, CUNHA, L.L., et al. Anthelmintic resistance in
848 Creole horses in the South of Rio Grande do Sul, Brazil. **Arquivo Brasileiro**
849 **Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.73, p.598-604, 2021.

- 850 LOVE, S. Treatment and prevention of intestinal parasite-associated disease.
 851 Veterinary Clinics of North America. **Equine Practice**, v.19, p.791–806, 2003.
- 852 LOVE, S; DUNCAN, J.L. Could the worms have turned? **Equine Veterinary**
 853 **Journal**. v.23, p.152–154, 1991.
- 854 LOVE, S; MURPHY, D; MELLOR, D. Pathogenicity of cyathostome infection.
 855 **Veterinary Parasitology**, v.85, p.113–122,1999.
- 856 LUCKER, J.T. Survival and development at low temperatures of eggs and
 857 preinfective larvae of horse strongyles. **Journal of Agricultural Research**, v. 63,
 858 p. 193–218, 1941.
- 859 LYONS, E.T; TOLLIVER, S.C; DRUDGE, J.H. Historical perspective of
 860 cyathostomes: prevalence, treatment, and control programs. **Veterinary**
 861 **Parasitology**, v.85, p. 97–112, 1999.
- 862 LYONS, E.T; DRUDGE, J.H; TOLLIVER, S.C. Studies on the development and
 863 chem-otherapy of larvae of *Parascaris equorum* (Nematoda: Ascaridoidea) in
 864 experimentally and naturally infected foals. **Journal Parasitology**. v.62, p.453–9,
 865 1976.
- 866 LYONS, E.T; DRUDGE, J.H; TOLLIVER, S.C. On the life cycle of *Strongyloides*
 867 *westeri* in the equine. **Journal Parasitology**. v.59, p.780–787, 1973.
- 868 LYONS, E.T. Vertical transmission of nematodes: emphasis on *Uncinaria lucasi* in
 869 Northern fur seals and *Strongyloides westeri* in equids. **Journal Helminthology**
 870 **Sociedade Wash**. v.61, p.169–178, 1994.
- 871 LYONS, E.T; TOLLIVER, S.C; COLLINS, S.S. Prevalence of large endoparasites
 872 at necropsy in horses infected with Population B small strongyles in a herd
 873 established in Kentucky in 1966. **Parasitology Research**, v.99, p.114-118, 2006.
- 874 LYONS, E.T; TOLLIVER, S.C. Prevalence of patent *Strongyloides westeri*
 875 infections in Thoroughbred foals in 2014. **Parasitology Research**. v.113, p.4163–
 876 4164, 2014.
- 877 MARTINS, S; KRECEK. R.C; MILNE, S.A. Prevalence and biodiversity of helminth
 878 parasites in donkeys from South Africa. **Journal of Parasitology**, v. 86, p. 756-
 879 762, 2009.
- 880 MCCRAW, B.M; SLOCOMBE, J.O.D. *Strongylus vulgaris* in the horse: a review.
 881 **Can. Veterinary Journal**, v.17, p. 150-157, 1976.

- 882 MEDICA, D.L., SUKHDEO, M.V.K. Role of lipids in the transmission of the
 883 infective stage (L3) of *Strongylus vulgaris* (Nematoda: Strongylida). **Journal of**
 884 **Parasitology**, v. 83, p. 775–779, 1997.
- 885 MFITLODZE, M.W., HUTCHINSON, G.W., 1987. Development and survival of
 886 free-living stages of equine strongyles under laboratory conditions.
 887 **Veterinary Parasitology**, v. 23, p. 121–133, 1987.
- 888 MOLENTO, M.B. Resistência parasitária em helmintos de eqüídeos e propostas
 889 de manejo. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.35, p.1469- 1477, 2005.
- 890 MONAHAN, C.M.; CHAPMAN, M.R.; TAYLOR, H.W. et al. Comparison of
 891 moxidectin oral gel and ivermectin oral paste against a spectrum of internal
 892 parasites of ponies with special attention to encysted cyathostome larvae.
 893 **Veterinary Parasitology**, v. 63, p. 225–235, 1996.
- 894 MURPHY D., LOVE S. The pathogenic effects of experimental cyathostome
 895 infections in ponies. **Veterinary Parasitology**, v.70, p.99–110, 1997.
- 896 NETHERWOOD, T., WOOD, J.L.N., TOWNSEND., et al. Foal diarrhoea between
 897 1991 and 1994 in the United Kingdom associated with *Clostridium perfringens*,
 898 rotavirus, *Strongyloides westeri* and *Cryptosporidium* spp. **Epidemiology**
 899 **Infectology**, v.117, p.375–383, 1996.
- 900 NIELSEN, M.K., KAPLAN, R.M., THAMSBORG, S.M., et al. Climatic influences on
 901 development and survival of free-living stages of equine strongyles: implications
 902 for worm control strategies and managing anthelmintic resistance. **Veterinary**
 903 **Journal**, v.174, p.23–32, 2007.
- 904 NIELSEN, M.K; BAPTISTE, K.E; TOLLIVER, S.C., et al. Analysis of multiyear
 905 studies in horses in Kentucky to ascertain whether counts of eggs and larvae per
 906 gram of feces are reliable indicators of numbers of strongyles and ascarids
 907 present. **Veterinary Parasitology**, v.174, p.77–84, 2010.
- 908 NIELSEN, M.K. Sustainable equine parasite control: perspectives and research
 909 needs. **Veterinary Parasitology**, v.185, p.32-44, 2012.
- 910 NIELSEN, M.K; JACOBSEN, S; OLSEN, S., et al. Non-strangulating intestinal
 911 infarction associated with *Strongylus vulgaris* in referred Danish equine patients.
 912 **Equine Veterinary Journal**, v.48, p.376–379, 2016.

- 913 NIELSEN, M.K; PFISTER, K; VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G., et al.
 914 Anthelmintic resistance in equine parasites— Current evidence and knowledge
 915 gaps. **Veterinary Parasitology**, v.204, p.55–63, 2014.
- 916 NIELSEN, M.K; BRANAN, M.A; WIEDENHEFT, A.M., et al. Anthelmintic efficacy
 917 against equine strongyles in the United States. **Veterinary Parasitology**, v. 259,
 918 p. 53-60, 2018.
- 919 NIELSEN, M.K; MITTEL, L; GRICE, A., et al. AAEP parasite control guidelines.
 920 Lexington: **American Association of Equine Practitioners**. 2019.
- 921 O'MEARA, B., MULCAHY, G. A survey of helminth control practices in equine
 922 establishments in Ireland. **Veterinary Parasitology**, v. 109, p. 101– 110, 2002.
- 923 OGBEIN, K.E; LOGO, A.G; OSHADU, D.O., et al. Gastrointestinal parasites of
 924 horses and their socio-economic impact in Jos Plateau- Nigeria. **Applied**
 925 **veterinary research**, 2022.
- 926 OGBOURNE, C.P. Observations on the free-living stages of Strongylid nematodes
 927 of the horse. **Parasitology**, v.64, p. 461-477, 1972.
- 928 PIHL, T.H; NIELSEN, M.K; OLSEN, S.N., et al. Non-strangulating intestinal
 929 infarctions associated with *Strongylus vulgaris*: clinical presentation and treatment
 930 outcomes of 30 horses (2008-2016). **Equine Veterinary Journal**. v.50, p.474–
 931 480, 2018.
- 932 POOK, J.F; POWER, M.L; SANGSTER, N.C., et al. Evaluation of tests for
 933 anthelmintic resistance in cyathostomes. **Veterinary Parasitology**, v.106, p.331–
 934 343, 2002.
- 935 POYNTER, D. Seasonal fluctuation in the number of strongyle eggs passed by
 936 horses. **Veterinary Records**. v.66, p.74-78, 1954.
- 937 PRICHARD, R; MÉNEZ, C; LESPINE, A. Moxidectin and the avermectins: 584
 938 Consanguinity but not identity. **Internacional Journal Parasitology Drugs Drug**
 939 **Research.**, v. 2, p. 134-153, 2012.
- 940 REINEMEYER C.R; NIELSEN, M.K. Review of the biologia and control of *Oxyuris*
 941 *equi*. **Equine Veterinary Education**. v.26, p.584-591,2014.
- 942 REINEMEYER, C.R; PRADO, J.C; NIELSEN, M.K. Comparison of the larvicidal
 943 efficacies of moxidectin or a five-day regimen of fenbendazole in horses

- 944 harbouring cyathostomin populations resistant to the adulticidal dosage of
 945 fenbendazole. **Veterinary Parasitology**, v. 214, p.100–107, 2015.
- 946 REINEMEYER, C.R; NIELSEN, M.K. Control of helminth parasites in juvenile
 947 horses. **Equine Veterinary Educacion**, v.29, p.225–32, 2017.
- 948 RENDLE, D; AUSTIN, C; BOWEN M., et al. Equine de-worming: a consensus on
 949 current best practice. **UK-Vet Equine**, v. 3, p.1-14, 2019.
- 950 RODRIGUES, V.D; FREITAS, M.G; MILAN, B., et al. Clinical and Parasitological
 951 evaluation of Ivermectin and Ivermectin + Pyrantelc against *Oxyuris equi* in
 952 equines. **Journal of Equine Veterinary Science**. v. 121, p.1-6, 2023.
- 953 RUSSELL, A.F. The development of helminthiasis in Thoroughbred foals. **Journal**
 954 **Comparion Pathology Ther.** v.58, p.107–127, 1948.
- 955 RUPASHINGE, D., OGBOURNE, C.P. Laboratory studies on the effect of
 956 temperature on the development of the free-living stages of some strongylid
 957 nematodes of the horse. **Zeitschrift für Parasitenkunde**, v. 55, p. 249–253, 1978.
- 958 SALLÉ, G; CORTET, J; KOCH, C., et al. Ivermectin failure in the control of *Oxyuris*
 959 *equi* in a herd of ponies in France. **Veterinary Parasitology**. v. 229, p.73–75,
 960 2016.
- 961 SALLÉ, G; GUILLOT, J; TAPPREST, J., et al. Compilation of 29 years of
 962 postmortem examinations identifies major shifts in equine parasite prevalence
 963 from 2000 onwards. **International Journal for Parasitology**. p. 1 -28, 2020.
- 964 SANTOS, C. N; SOUZA, L. S; QUINELATO, S.B., et al. Seasonal dynamics of
 965 cyathostomin (Nematoda – Cyathostominae) infective larvae in *Brachiaria*
 966 *humidicola* grass in tropical southeast Brazil. **Veterinary Parasitology**, v.180,
 967 p.274–278, 2011.
- 968 SAUERMANN, C.W; LEATHWICK, D.M; LIEFFERING M., et al. Climate change is
 969 likely to increase the development rate of anthelmintic resistance in equine
 970 cyathostomins in New Zealand. **Internacional Jounal Parasitology Drugs Drug**
 971 **Resistance**, v.4, p. 73-79, 2020.
- 972 SCARE, J.A; LEATHWICK, D.M; SAUERMANN, C.W., et al. Dealing with double
 973 trouble: Combination deworming against double-drug resistant cyathostomins.
 974 **IJP: Drugs and Drug Resistance**. v. 12, p. 28–34, 2020.

- 975 SETTE. Os climas do cerrado do centro-oeste. **Revista Brasileira de**
 976 **Climatologia**, 1, 1, 2005.
- 977 SCHNEIDER, S; PFISTER, K; BECHER, A.M., et al. Strongyle infections and
 978 parasitic control strategies in German horses — a risk assessment. **BMC**
 979 **Veterinary Research**, 10, 262, 2014.
- 980 SILVA, R.H.P. **Controle de helmintoses em potros Mangalarga Marchador**
 981 **criados extensivamente no Norte de Minas Gerais**. 2019. 134p. Tese
 982 (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo
 983 Horizonte.
- 984 SILVA, R.H.P; REZENDE, A.S.C; SALIBA, E.O.S., et al. The effect of deworming
 985 on apparent digestion body weight, and condition in heavy-laying parasitized mares.
 986 **Journal of Equine Veterinary Science**, v.36, p. 83-89, 2016.
- 987 STONE, B.F. The genetics of resistance by ticks to acaricides. **Australian**
 988 **Veterinary Journal**. v. 48, p. 345-350, 1972.
- 989 STEUER, A.E; ANDERSON, H.P; SHEPHERD, T., et al. Parasite dynamics in
 990 untreated horses through one calendar year. **Parasites & vectors**. v.15, 2022.
- 991 TEIXEIRA, W.F.P; FELIPPELLI, G; CRUZ, B.C., et al. Endoparasites of horses
 992 from the Formiga city, located in center-west region of the state of Minas Gerais,
 993 Brazil. **Brazilian Journal Veterinary Parasitology**, v.23, p.534-538, 2014.
- 994 TRAVERSA, D; IORIO, R; OTRANTO, D., et al. Species-specific identification of
 995 equine cyathostomes resistant to fenbendazole and susceptible to oxi-bendazole
 996 and moxidectin by macroarray probe. **Experimental Parasitology**, v.121, p.92–
 997 95, 2009.
- 998 TYDÉN, E., ENEMARK, H.L., FRANKO, M.A., et al. Prevalence of *Strongylus*
 999 *vulgaris* in horses after ten years of prescription usage of anthelmintics in Sweden.
 1000 **Veterinary Parasitology**, 2019.
- 1001 VAN WYK, J.A. Refugia – overlooked as perhaps the most potent factor
 1002 concerning the development of anthelmintic resistance. **Onderstepoort Journal**
 1003 **of Veterinary Research**, v. 68, p. 55–67, 2001.
- 1004 VERA, J. H.S. **Resistência anti-helmíntica em equinos na região oeste do**
 1005 **estado de São Paulo**. 2014. 63p. Dissertação (Mestrado em Ciência e

Tecnologia Animal) – Câmpus experimental de Dracena, Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”, Dracena.

VIANA, L. P. **Capacidade migratória de larvas infectantes de nematóides Strongylida parasitos de bovinos em diferentes espécies de forrageiras.** 1999. 61 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1999.

WETZEL, R. On the biology of the fourth stage larva of *Oxyuris equi*. **Journal Parasitology**, v.17, p.95-97, 1930.

WOLF, D; HERMOSILLA, C; TAUBERT, A. *Oxyuris equi*: lack of efficacy in treatment with macrocyclic lactones. **Veterinary Parasitology**, v.201, p.163-168, 2014.

XIAO, L; HERD, R.P; MAJEWSKI, G.A. Comparative efficacy of moxidectin and ivermectin against hypobiotic and encysted cyathostomes and other equine parasites. **Veterinary Parasitology**, v.53, p.83-90, 1994.

EPIDEMIOLOGIA DA VERMINOSE EM EQUINOS ADULTOS CRIADOS A PASTO DE FORMA EXTENSIVA NO CENTRO-OESTE BRASILEIRO

Mariana Green de Freitas^{1*}, Giulia Soares Braga¹, Denys Leandro Zanini Silva¹,
Talita Daiane Costa¹, Dyego Gonçalves Lino Borges², Gabriela Habermann dos Santos¹,
Guilherme Henrique Reckziegel³, Juliane Francielle Tutija¹, Felipe Bisaggio Pereira⁴,
Fernando de Almeida Borges¹

¹ Laboratório de Doenças Parasitárias, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande/MS

² Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Paranaíba/MS

³ Universidade Federal do Acre, Rio Branco/AC

⁴ Departamento de Parasitologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG

* Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/UFMS, Av. Senador Filinto Muller, 2443, Bairro Ipiranga, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. CEP: 79074-460. Telefone: +55 (67) 996623334. Endereço de e-mail: marianagreenf@gmail.com

Resumo

A epidemiologia da verminose equina em animais criados a pasto em regiões tropicais ainda é pouco conhecida e não há estudos na região do bioma de cerrado brasileiro. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi avaliar a influência das condições climáticas na eliminação de ovos das fezes e presença de larvas na pastagem durante o ano em uma população de equinos naturalmente infectados. O estudo foi realizado em uma propriedade localizada em Anastácio/MS, utilizando 20 animais, naturalmente infectados, que permaneceram no mesmo pasto de pastagem nativa por dois anos, sem nenhum tipo de tratamento anti-helmíntico. Foi realizada a coleta de fezes a cada 28 dias para a contagem de ovos por grama de fezes e coproculturas, assim como a coleta de capim para recuperação de larvas na pastagem. A interação entre larvas na pastagem, OPG, ano, estação do ano e pluviometria, foi analisada através de regressão de Poisson, além de teste de Tukey para comparar as médias de OPG entre os meses do ano para cada ciclo. A maior eliminação de ovos foi observada na estação chuvosa (Fev/Mar) e a menor eliminação na estação seca (Ago/Set) ($p < 0,05$) e para larvas na pastagem, as maiores contagem foram observadas na estação seca (Mai/Jul) e início da estação chuvosa (Set/Out) ($p < 0,05$). A

pluviometria apresentou uma relação forte com o número de larvas nas pastagens, sendo maior o número de larvas quando tem menor índice de chuva. Sexo e estado fisiológico não influenciaram na contagem de OPG ($p=0,57$) e o táxon mais prevalente foi Cyathostominae. Os resultados permitem concluir que estação do ano e pluviometria exercem influência sobre o número de larvas na pastagem. Pouco regime de chuvas durante a estação seca favorece o número de larvas na pastagem. Por fim, o ciclo foi um fator de forte influência no número de larvas na pastagem, principalmente por estar ligado com alterações na pluviometria. Essas informações podem embasar futuros estudos de estratégias de controle.

Palavras-Chave: dinâmica populacional, clima, helmintos, cerrado, ciatostomíneos

Introdução

Os equinos apresentam uma grande variedade de espécies de parasitas em sua fauna helmíntica, podendo ser acometidos por nematoides já nas primeiras semanas de vida. Os parasitos que apresentam maior importância pela alta prevalência, muitos relatos de resistência e por serem muito patogênicos pertencem às subfamílias Cyathostominae e Strongylinae (Lyons et al., 1999; Enigk, 1951; Teixeira et al., 2014).

A infecção dos hospedeiros e contaminação ambiental dependem da estação do ano, sexo, idade e estado fisiológico do hospedeiro, nutrição e quais os parasitas estão presentes, além do tipo de criação, manejo e programa de controle utilizado na propriedade (Konigóva et al., 2001; Love, 2003). Em relação à idade, animais mais velhos adquirem resistência aos parasitas durante seu tempo de vida e dessa forma apresentam uma menor eliminação de ovos nas fezes, sendo maior a contagem de ovos em animais jovens (Turner & Getz, 2010; Belete & Derso, 2015; Ogbein et al., 2022).

O clima, a região geográfica e a estação do ano podem influenciar na eliminação de ovos nas fezes e na sobrevivência das larvas na pastagem (Duncan, 1974; Nielsen et al., 2007; Sauermann et al., 2020). Exemplo disso é a diferença entre o clima temperado e tropical. O temperado apresenta estação chuvosa bem uniforme, com inverno frio e estações bem definidas, possuindo um verão quente que favorece o desenvolvimento das larvas na primavera e no verão e como o inverno é frio, acaba apresentando um menor número de larvas na pastagem, podendo provocar efeitos deletérios nas larvas. Já o clima

tropical possui estações menos distintas e inverno menos frio, favorecendo o desenvolvimento dos parasitos durante o ano todo (Duncan, 1974; Nielsen et al., 2007; Leathwick et al., 2019; Nielsen et al., 2019; Steuer et al., 2022). Além disso, temperatura, chuva, umidade e luz solar também podem influenciar na migração e sobrevivência das larvas na pastagem (Nielsen et al., 2007).

Em 1954, foi descrita pela primeira vez a sazonalidade para verminose em equinos, sendo observada maior eliminação de ovos nas fezes em julho, agosto e setembro e menor no inverno (Poynter, 1954). Em 1974 foi descrito um aumento de eliminação de ovos na primavera e uma redução no verão (Duncan, 1974). Um experimento realizado na Suécia com equinos em pastejo durante o ano todo apresentou dois picos durante o ano, na primavera e no verão-outono (Tyden et al., 2019). Na Austrália e no Reino Unido não existe sazonalidade bem determinada para verminose equina, não existe uma época de maior eliminação de ovos nas fezes e nem larvas na pastagem, podendo ser diferente para cada clima e cada região (Abbas et al., 2023; Steuer et al., 2022).

Em regiões tropicais, não há estudos sobre epidemiologia da verminose equina, que permitam a elaboração de um calendário de controle estratégico, o que sabemos é que a maior contaminação do pasto com larvas ocorre na época chuvosa do ano, sendo também a época com maior presença de ovos nas fezes. Existem estudos que descrevem essas características, no Rio de Janeiro, Brasil, porém foi avaliada apenas a capacidade de migração de larvas de Ciatostomíneos em algumas gramíneas, com a infecção de pastagens e não em condições ambientais (Bezerra et al., 2007; Santos et al., 2011).

Pouco se sabe sobre a sazonalidade da verminose equina no Brasil, a maioria dos estudos são realizados em climas com as estações do ano bem definidas e com um período prolongado de frio, dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar a influência das condições climáticas na eliminação de ovos das fezes e presença de larvas na pastagem durante o ano em uma população de equinos naturalmente infectados no cerrado brasileiro e sem tratamento.

Material e métodos

Caracterização do local do estudo e condições climáticas

O estudo foi realizado em uma fazenda localizada em Anastácio, Mato Grosso do Sul, Brasil (20°34'45.7"S 55°57'50.7"W), de abril/2021 até março/2023, sendo abril/2021-

março/2022 o primeiro ciclo e abril/2022-março/2023 o segundo ciclo. A propriedade possuía uma área total de 1320 Ha, destinada à criação de bovinos de corte, com rebanho de 1300 bovinos e 50 equinos. De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, o estado do Mato Grosso do Sul se enquadra como AW. Apresenta padrão climático do tipo tropical úmido, sendo observado estação chuvosa no verão e seca no inverno.

Animais

Foram utilizados 20 equinos, sendo nove machos e onze fêmeas, com idade entre um ano e 10 anos, sendo a maioria animais adultos com mais de dois anos, sendo apenas quatro animais com um ano de idade, das raças Criolo, Quarto de milha e sem raça definida. Desses machos um animal era reprodutor e oito eram castrados e das fêmeas, seis estavam em reprodução e estavam parindo durante o estudo e cinco não estavam em reprodução e não apresentam prenhez durante todo o estudo. Foram os mesmos animais nos dois ciclos do estudo e permaneceram no mesmo pasto durante todo o estudo, sem a permanência de animais de fora do estudo no pasto, os animais eram criados de forma extensiva em pastagem nativa e eram utilizados para o manejo com os bovinos criados na propriedade.

O presente estudo foi aprovado no Comitê de Ética para uso de animais da UFMS sob nº 1.179/2021.

Coleta de fezes

As coletas de fezes foram realizadas diretamente da ampola retal dos animais, armazenadas em luva de palpação com a retirada do ar e encaminhadas para o laboratório de doenças parasitárias (LADPAR) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) em isopor com gelo, onde foram realizados os exames em até cinco horas após a coleta. Para determinação da carga parasitária foi realizada a contagem de ovos por grama de fezes (OPG), utilizando-se a técnica de McMaster modificada (Gordon & Whitlock, 1939), com limite de detecção de 25 ovos. As coletas de fezes foram realizadas a cada 28 dias, durante o período de dois anos.

Coprocultura e identificação dos táxons

Para identificação morfológica das larvas de terceiro estágio (L3), foram realizadas coproculturas nos mesmos dias que foi realizada a coleta de fezes. A coprocultura foi realizada pela técnica de Roberts e O'Sullivan (1950) modificada, mantendo em

temperatura ambiente (23°C) por 14 dias e a identificação dos táxons segundo Bevilaqua et al. (1993).

Determinação do número de larvas na pastagem

Foram coletadas amostras de forragem, rente ao solo, aproximadamente 2 cm de altura, em vinte diferentes pontos do piquete, com a finalidade de se obter uma única amostra representativa do piquete. As amostras de forragem foram coletadas de forma aleatória no piquete, a cada 28 dias, seguindo um traçado em forma de “W” (Taylor, 1939), usando um quadrado de 0,5 m².

De cada amostra, foram retirados 200 gramas de capim para fazer a recuperação das larvas. Essa amostra foi imersa em balde contendo água por um período de 24 horas para sedimentação, foi adicionado detergente para facilitar o desprendimento das larvas e reduzir a tensão superficial. Após esta etapa, toda a forragem contida dentro de cada balde foi lavada com água corrente e a água que saiu do capim foi recuperada dentro dos baldes e o balde foi mantido por mais 24 horas em repouso. O sobrenadante foi removido e o sedimento transferido para um aparato de sedimentação composto por um tubo Falcon de 15 ml acoplado a um funil de decantação.

O número total de larvas foi estimado pela contagem de larvas do volume total obtido na última etapa de sedimentação em funil e consideradas a quantidade por m².

Dados meteorológicos

Os dados climáticos foram cedidos pelo Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), do campus de Aquidauana/MS e a pluviosidade foi mensurada por um pluviômetro instalado na propriedade, próximo da casa, mas sem influência de árvores ou goteiras da casa.

Análise estatística

Para avaliar a sazonalidade da verminose equina foi utilizada a regressão de Poisson. As variáveis envolvidas na análise foram: LARVAS NO CAPIM (variável dependente), OPG (variável independente), CICLO [1 e 2] (variável independente), ESTAÇÃO [se seca ou chuvosa] (variável independente) e PLUVIOMETRIA (variável independente). Como a premissa de que estação e pluviometria podem interagir ESTAÇÃO E PLUVIOMETRIA foram também inseridas no modelo com interação. O modelo foi: LARVAS NO CAPIM ~ OPG + CICLO + ESTAÇÃO + PLUVIOMETRIA + ESTAÇÃO:PLUVIOMETRIA

Em que: ~ indica que larva no capim depende das demais, e: indica interação entre estação e pluviometria. No estudo foi comparado apenas a estação seca e a chuvosa, visto que na região do estudo, apenas essas estações são bem definidas.

Para validar as relações entre variável dependente e independente, e verificar a natureza dessa relação, foi calculada razão de chance (ODDS ratio [OR]) para cada relação, além do p-valor. Foi estimado um intervalo de confiança de 95% para OR, em que se o intervalo inclui o valor 1 não há relação; OR = 1 também não há relação; $0 < OR < 1$ é relação antagônica e $OR > 1$ relação concordante.

Para comparar as médias de OPG entre os meses de cada ciclo e comparar a média de OPG entre os sexos foi realizado o teste de Tukey. Para idade foi realizada apenas uma análise descritiva, visto que algumas idades apresentavam apenas um animal, não sendo possível realizar análise estatística.

Resultados

A eliminação de ovos nas fezes dos equinos foi maior ($p < 0,05$) nos meses de fevereiro e março no primeiro e segundo ciclo do estudo, respectivamente (Figura 1). No primeiro ciclo do estudo (abril/21-março/22) o mês de agosto apresentou uma redução do OPG, com média de 402, não diferindo estatisticamente de julho ($X=985$), setembro ($X=888$) e a segunda coleta de outubro ($X=888$) e o maior OPG foi observado no mês de fevereiro ($X=2361$) sendo diferente estatisticamente de todos os meses (Fig 1 – A). No segundo ciclo (abril/22-março/23) o mês de agosto e primeira coleta de setembro apresentaram uma queda na média de OPG, com média de 640 e 798, respectivamente. Porém esses meses não apresentaram diferença estatística quando comparado com os meses de abril ($X=1466$), maio ($X=1040$), junho ($X=832$), setembro segunda coleta ($X=1182$), outubro ($X=1683$), novembro ($X=1818$), dezembro ($X=1713$) e janeiro ($X=1883$). O mês que apresentou maior média de OPG foi março com média de 3567 ovos, diferindo de todos os meses avaliados (Fig 1 - B).

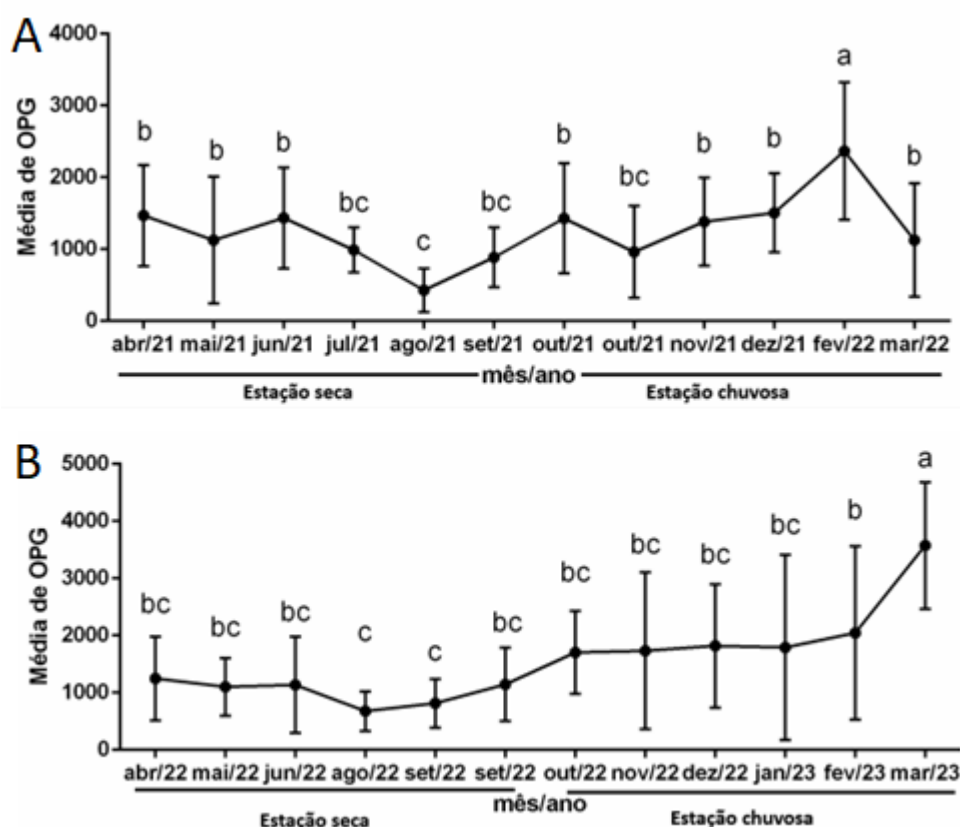
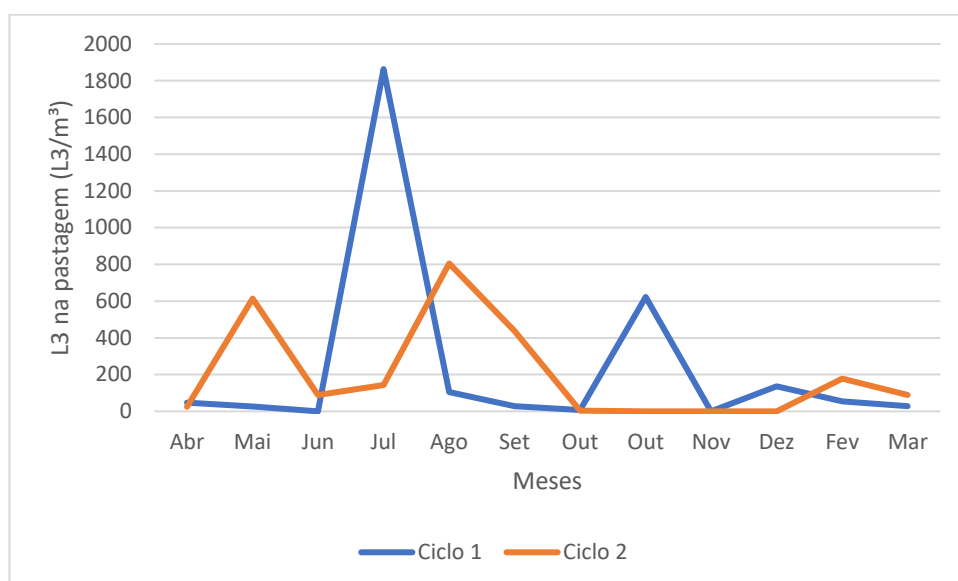


Figura 1. Sazonalidade da contagem de ovos por grama de fezes de equinos naturalmente infectados criados a campo de uma propriedade em Anastácio-MS, no primeiro ciclo abril/2021-março/2022 (A) e no segundo ciclo abril/2022-março/2023 (B). As letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste de Tukey (α 0,05).

Em relação as contagens de L3s na pastagem, houve aumento ($p < 0,05$) nos meses de julho e outubro, no primeiro ciclo e em maio e setembro no segundo ciclo (Fig 2). No primeiro ciclo, não ocorreu nenhuma chuva em maio, julho, agosto e setembro. Nos meses de julho e agosto ocorreram geadas na propriedade. Em relação a pluviometria, o mês de maior pluviosidade foi janeiro, com 169 mm, no primeiro ciclo (Fig. 3). No segundo ciclo junho e julho não apresentam chuva e o mês de setembro foi o que apresentou maior índice pluviométrico com 217 mm, seguido de agosto com 200 mm (Fig 3), o mês de agosto apesar de apresentar um acúmulo grande de chuva, essas chuvas se concentraram apenas em quatro dias do ano, com um elevado índice pluviométrico. Os meses de setembro a dezembro foram os mais quentes com máxima de 38 a 40°C e os meses mais frios foram de

1237 abril a junho com mínimas de 13 a 17°C, porém durante o mês tinha uma amplitude grande
1238 de temperatura (Fig 3).



1239

1240

1241 Figura 2. Contagem de larvas infectantes de nematódeos gastrintestinais de equinos na
1242 pastagem em uma fazenda em Anastácio/MS, no primeiro ciclo 21/22 e segundo ciclo
1243 22/23 do estudo.

1244

1245 A interação entre contagem de larvas na pastagem e pluviometria foi considerada
1246 fraca, visto que o valor de odds ratio (OR) foi próximo de 1 (Tab 1), assim como a
1247 interação entre contagem de larvas na pastagem e pluviometria quando esta interage com a
1248 estação seca ou chuvosa. Dessa forma a pluviometria se relaciona de forma antagônica
1249 com o número de larvas na pastagem, ou seja, quando chove mais tem menos larvas na
1250 pastagem.

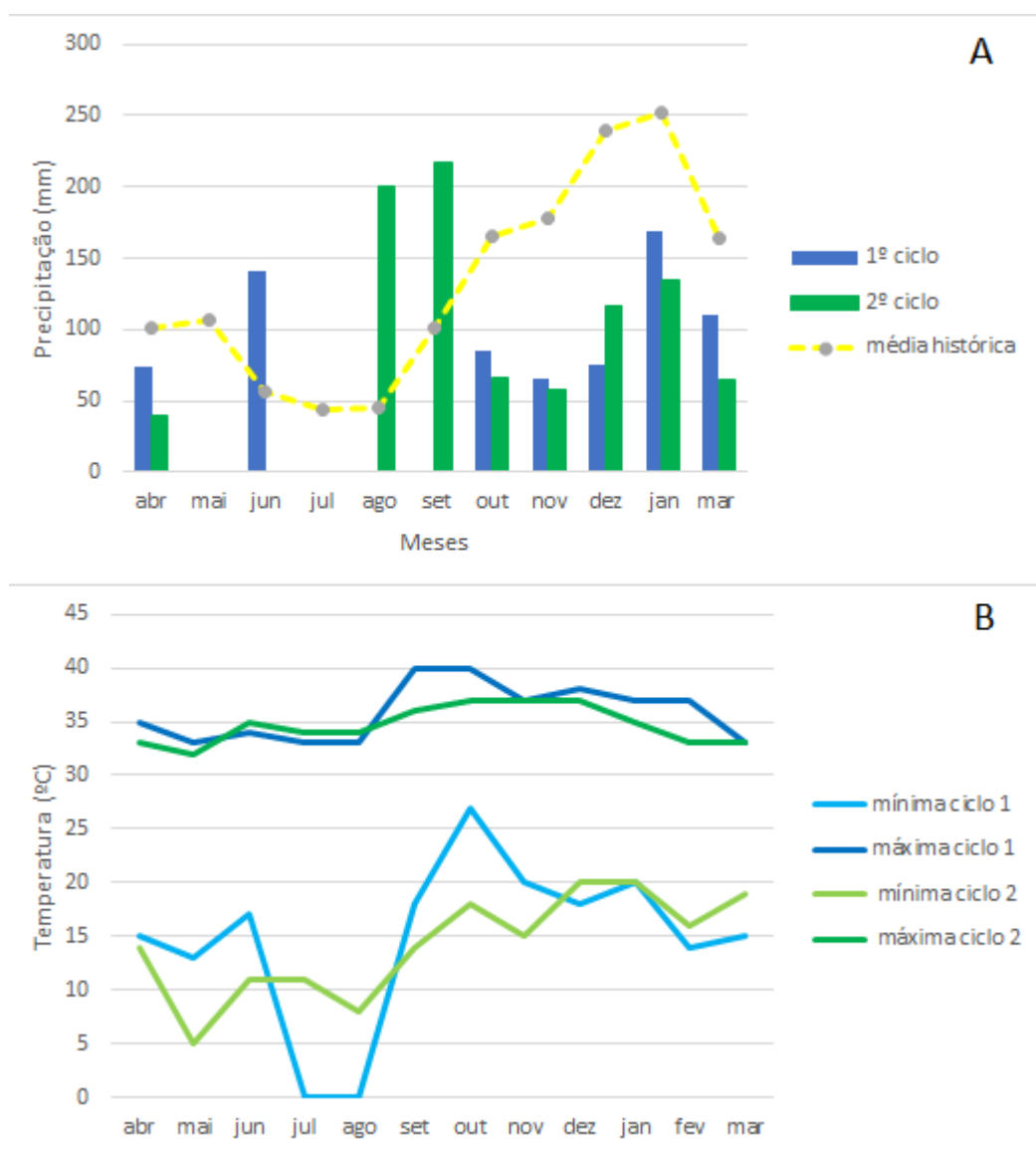
1251 Não ocorreu interação entre contagem de larvas na pastagem e estação do ano (Tab
1252 1), porém quando a estação do ano interage com a pluviometria, quanto menor a
1253 pluviometria, o que ocorre na estação seca do ano, maior é o número de larvas na
1254 pastagem, sendo que a média de larvas na estação seca foi 380,2 e na estação chuvosa
1255 109,7. O ciclo apresentou uma forte interação com número de larvas na pastagem. O ciclo
1256 2 apresentou uma média de 216,9, menor que do ciclo 1 que foi de 289,4 ($p < 0,001$) (Tab
1257 1).

Tabela 1. Correlação entre as variáveis contagem de larvas infectantes no piquete de equinos naturalmente infectados, estação chuvosa ou seca, pluviometria e ciclo do estudo, Anastácio/MS, 2024.

Relação	p-valor	OR	IC 95% da OR
Larvas x Pluviometria	P < 0,001	0,9948	0,9918-0,9979
Larvas x Estação	P = 0,14	1,2267	0,9347-1,6099
Larvas x Ciclo	P < 0,001	0,2575	0,2310-0,2871
Larvas x Pluviometria x estação	P < 0,001	1,0119	1,0087-1,0151

OR = odds ratio; IC95%= intervalo de confiança de 95%; OPG= contagem de ovos por grama de fezes; ciclo= ciclo do estudo (ciclo 1 – abril/21/março/22 e ciclo 2 – abril/22/março/23); larvas = contagem de larvas na pastagem; estação= estação do ano (seca e chuvosa).

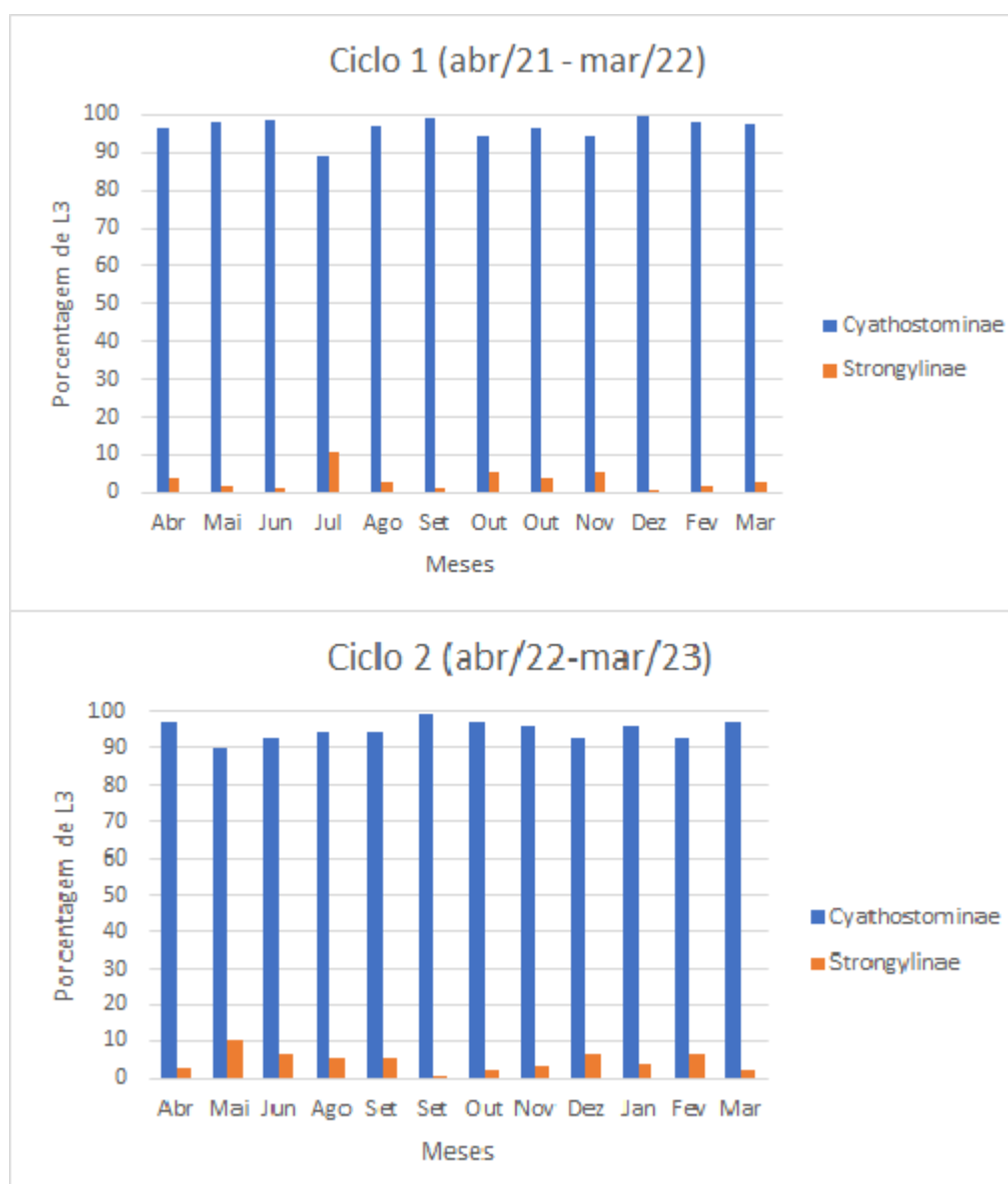
O principal táxon encontrado nas larvas de coprocultura foi Ciatostomíneos (Fig 4). Em relação ao sexo e a idade dos animais, as médias de OPG entre fêmeas e machos não apresentaram diferença ($p=0,57$), a média para fêmeas foi 1422, com amplitude de 0-4800 e desvio padrão 313,69 e 1301, com amplitude 0 – 4050 e desvio padrão 365,79 para o ciclo 1 e 2, respectivamente. Para os machos a média foi 1309, com amplitude de 0-2800 e desvio padrão 334,31 e 1333, com amplitude de 0-5925 e desvio padrão 587,63 para ciclo 1 e 2, respectivamente. A idade dos animais também não influenciou nas médias de OPG, sendo parecida a média entre as idades (Fig 5).



1276
1277

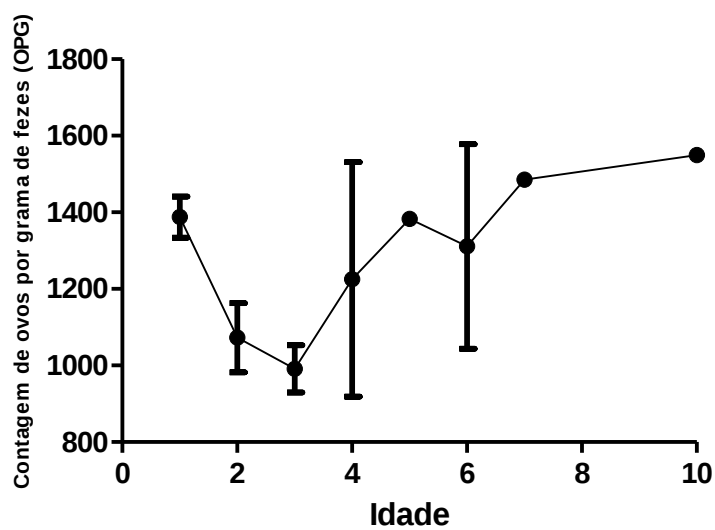
1278 Figura 3. Acumulado de precipitação mensal do ciclo 1 (21/22) e ciclo 2 (22/23) e a média
1279 histórico dos últimos 30 anos de precipitação na cidade de Anastácio/MS (A). Média das
1280 temperaturas mínimas e máximas do ciclo 1 (21/22) e ciclo 2 (22/23) no município de
1281 Anastácio/MS.

1282



1283

1284 Figura 4. Proporção de táxons identificados na coprocultura realizada com fezes de equinos
 1285 naturalmente infectados em uma fazenda de criação extensiva em Anastácio/MS para cada ciclo do
 1286 estudo, 2024.



1287

1288

1289 Figura 5. Médias de contagem de ovos por grama de fezes conforme a idade de equinos
1290 naturalmente infectados criados de forma extensiva e sem receber tratamento anti-helmíntico
1291 durante dois anos em Anastácio/MS, 2024.

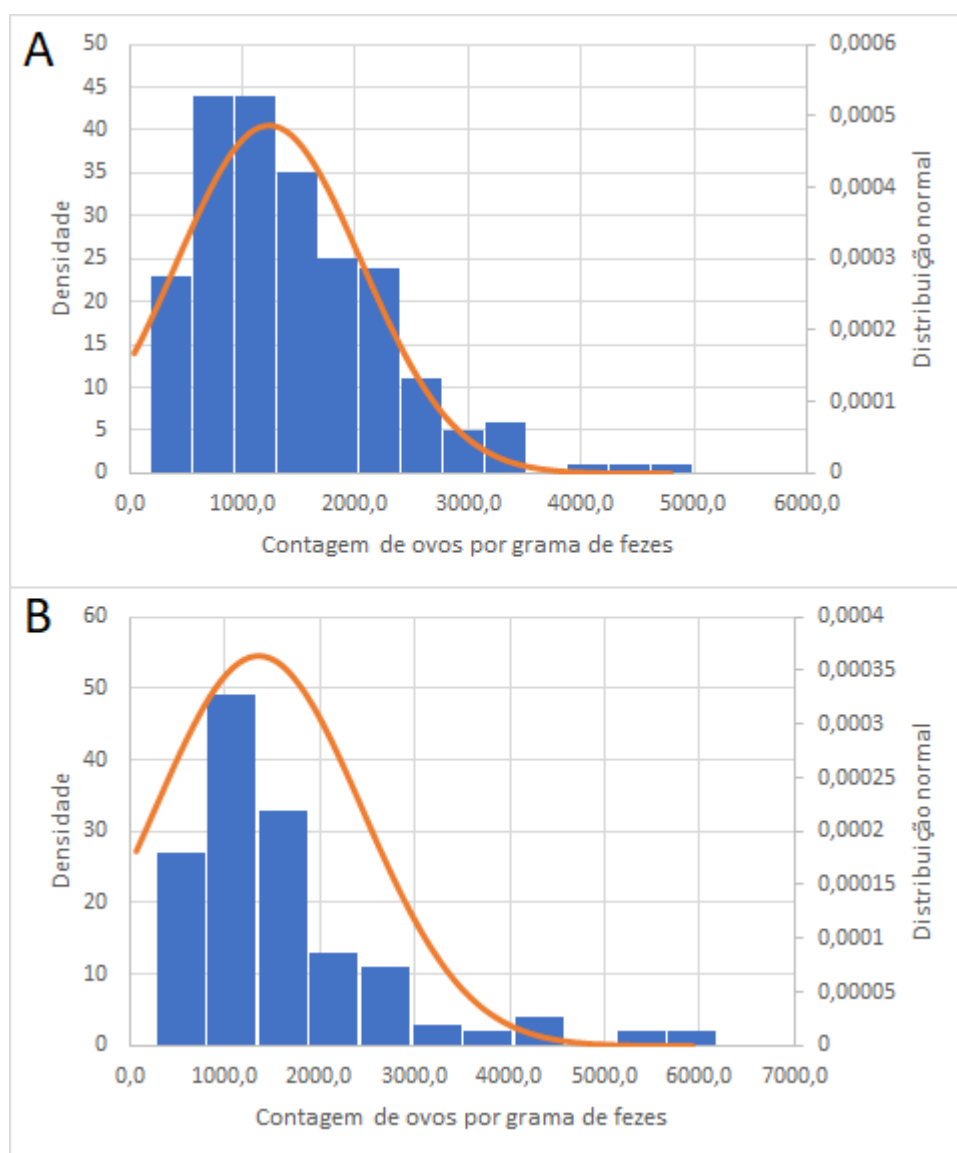


Figura 6. Histograma com as frequências de contagem de ovos por grama de fezes de equinos naturalmente infectados, no ciclo 1 (A) e ciclo 2 (B) e distribuição binomial negativa, no eixo y a direita são os valores da função de probabilidade de massa que foi utilizada para calcular a distribuição normal dos valores de frequência de ovos por grama de fezes, Anastácio/MS, 2024.

Nos dois ciclos do estudo, houve maior frequência de animais com OPG entre 1000 e 2000 e menor frequência de animais com OPG acima de 4000 (Fig 5). Durante todo o estudo apenas cinco animais apresentaram OPG=0, sendo três no primeiro ciclo e dois no segundo. Não houve um padrão de repetibilidade, nenhum animal apresentou OPG mais baixo durante todo o experimento, assim como OPG mais alto, sendo influenciado mais pelas condições ambientais a variação de OPG. O valor máximo de OPG para o primeiro

ciclo foi 2950 e para o segundo ciclo 5925, sendo este observado em um animal no mês de fevereiro, mês com pico na contagem de ovos (Tab 2).

Tabela 2. Número de animais por faixas de contagem de OPG em cada mês do estudo de cada ciclo, amplitude de contagem de ovos durante cada ano do estudo.

Parâmetro	Número de animais	
	1º ciclo (21/22)	2º ciclo (22/23)
OPG=0	3	2
25-200/mês	11	2
225-500/mês	22	19
acima de 500/mês	178	99
amplitude/ano	0-2950	0-5925
contagens sempre acima de 500durante o ano	4	7
contagens sempre abaixo de 200 durante o ano	0	0
contagens sempre abaixo de 500 durante o ano	0	1

Discussão

Apesar de alguns estudos demonstrarem ausência de efeito sazonal nas médias de OPG e no número de L3s no ambiente na Europa e EUA (Abbas et al., 2023; Steuer et al., 2022), o presente estudo demonstrou um padrão de sazonalidade em equinos adultos criados de forma extensiva em região tropical, com aumento de OPG na estação chuvosa (Fev/Mar) e aumento de larvas na pastagem na estação seca e começo da estação chuvosa (Mai/Jul e Set/Out). A maior ocorrência de L3s no ambiente na estação seca, pode ser explicada pela proteção que o bolo fecal intacto oferece (Enigk, 1934), além das condições ambientais com menor umidade nessa época do ano reduzirem sua motilidade e migração para pastagem e, assim, prologam seu tempo de sobrevivência no ambiente (Nielsen et al., 2007).

O segundo ciclo apresentou um regime de chuvas maior que o observado no primeiro e na média histórica, ocorrendo chuva intensa nos meses de agosto e outubro, sendo que agosto normalmente é o pico da seca na região centro-oeste, logo essa chuva atípica pode ter influenciado nessa forte interação entre ciclo e número de larvas na pastagem. Dessa forma, a interação forte que existe entre ciclo e larvas na pastagem, é a interação entre pluviometria e contagem de larvas. A pluviometria se relaciona de forma

antagônica com o número de larvas na pastagem, ou seja, quando chove mais há menos larvas na pastagem. Isso ocorre porque as fezes servem como uma proteção para as larvas, principalmente larvas de primeiro e segundo estágio larval. O bolo fecal de equinos é compacto e proporciona umidade, proteção contra os raios solares e alimento para essas larvas se desenvolverem, porém quando tem um aumento nas chuvas, esse bolo fecal é destruído e assim acaba essa proteção, deixando as larvas mais vulneráveis às condições ambientais e morrendo muitas larvas (Bezerra et al., 2007; Santos et al., 2011). Apesar do mês de agosto do segundo ciclo, ser um mês atípico, visto que a média histórica dos últimos 30 anos, ilustra que nessa época do ano a precipitação é menor, as chuvas foram concentradas em alguns dias do mês, por isso a pluviometria maior não reduziu a contagem de larvas na pastagem no mês de agosto e setembro, mas sim após esse período.

Segundo Duncan (1974), a eliminação de ovos é maior na primavera e menor no verão, dados que não corroboram com o presente estudo, no qual, a maior eliminação de ovos foi no verão, em fevereiro. Porém vale ressaltar que esse estudo (Duncan, 1974) foi realizado em região com as quatro estações bem definidas, com longos períodos de frio intenso. Nas regiões temperadas, logo após longo período de frio, os ciatostomíneos irão desencostar da mucosa do hospedeiro, completar o ciclo de vida e eliminar mais ovos no ambiente. Na Suécia a maior eliminação de ovos foi observada em agosto e setembro, com animais que permaneceram em pastejo contínuo o ano todo, apesar de estar em contato com o parasita durante o ano todo, o longo período de inverno intenso, pode influenciar na dinâmica das larvas, provocando um efeito deletério nas larvas (Tyden et al., 2019). Enquanto no Brasil, o clima é favorável durante todo o ano.

No presente estudo, nos meses de julho e agosto do primeiro ciclo ocorreram algumas geadas, porém não afetaram a contagem de larvas na pastagem, isso pode ser explicado pela tolerância das larvas que estão no bolo fecal no momento das baixas temperaturas, as larvas não se desenvolvem em temperaturas abaixo de 3°C, porém as larvas que já estavam no bolo fecal podem sobreviver por mais tempo no ambiente (Kuzmina et al., 2016). O desenvolvimento de larvas já eclodidas pode ocorrer em temperaturas acima do ponto de congelamento, e o congelamento por longos períodos podem danificar os ovos e reduzir o desenvolvimento larval (Luckner, 1941), como no presente estudo o período de congelamento foi curto, de apenas horas, não interferiu no desenvolvimento das larvas e dos ovos, não alterando a contagem de ovos nas pastagens.

No presente estudo, a maior frequência de OPG nos animais foi entre 1000 e 3000 ovos, sendo que maioria dos animais permaneceram com valores de OPG acima de 500 durante todo o ano, sendo considerados valores elevados (Nielsen et al., 2019). Esse resultado pode ser explicado pelo pastejo contínuo dos animais e o clima da região, visto que épocas de pastejo mais longas podem favorecer a infecção e contaminação ambiental, além do clima favorecer o desenvolvimento dos ovos e larvas durante o ano inteiro (Sauermann et al., 2020; Steuer et al., 2022). Em um estudo realizado no Canadá, 20% dos animais eliminaram 80% dos ovos, porém a média de OPG foi 322 e a chance de os animais estarem no grupo de animais que eliminam acima de 500 ovos era de 1,4, muito pequeno, diferente da realidade do presente estudo.

Com os dados observados nesse estudo é possível elaborar uma sugestão de controle estratégico, com um tratamento em maio visando reduzir a conduzir a infecção, visto que na época seca ocorre uma maior sobrevivência das larvas na pastagem e um tratamento em janeiro visando reduzir a contaminação ambiental, visto que é na época chuvosa ocorre a maior eliminação de ovos nas fezes. São necessários mais estudos para validar esse calendário.

Conclusões

No cerrado brasileiro, a verminose equina apresenta uma sazonalidade bem definida com aumento da eliminação de ovos na estação chuvosa e aumento da contagem de larvas na pastagem na estação seca e início da estação seca. A pluviometria apresenta influência na dinâmica das larvas.

Referências

- Abbas, G, Ghafar, A, McConnell, E, Beasley, A, Bauquier, J, Wilkes, EJA, El-Hage, C, Carrigan, P, Cudmore, L, Hurley, J, Gauci, CG, Beveridge, I, Ling, E, Jacobson, C, Stevenson, MA, Nielsen, MK, Hughes, KJ, Jabbar, A. 2023. A national survey of anthelmintic resistance in ascarid and strongylid nematodes in Australian thoroughbred horses, International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance.
- Belete. S, Derso, S. 2015. Prevalence of major gastrointestinal parasites of horses in and around Mekelle (Quiha and Wukro). World Journal of Animal Science Research. 3, 1–10.

- 1391 Bevilaqua, CML, Rodrigues, MLA, Concordet, D. 1993. Identification of infective larvae
1392 of some common nematode strongyles of horses. *Revue de Medicine Veterinaire*. 144,
1393 989-995.
- 1394 Bezerra, S, Quinelato, Machado do Couto, M., et al. 2007. Ciatostomíneos (Strongylidae–
1395 Cyathostominae) parasitas de cavalos: ecologia experimental dos estágios pré-parasíticos
1396 em gramínea Tifton 85 (*Cynodon* spp. cv. Tifton 85) na Baixada Fluminense, RJ Brasil.
1397 *Parasitologia Latinoamericana*. 62, 27–34.
- 1398 Connan, R. 1976. Effect of lactation on the immune response to gastrointestinal
1399 nematodes. *The Veterinary Record*, 99, 476–477.
- 1400 Duncan, J. L. 1974. Field studies on the epidemiology of mixed strongyle infection in the
1401 horse. *Vet. Rec.* 94, 337–345.
- 1402 Enigk, K. 1934. Die Widerstandsfähigkeit der Entwicklungsstadien der Strongyliden
1403 ausserhalb des Wirtstieres. *Archiv für Tierheilkunde*, 67, 363–376.
- 1404 Enigk, K. 1951. Die Pathogenese der thrombotisch-embolische Kolik des Pferdes
1405 [German]. *Monatsh. Tierheilkd*, 3, 65–74.
- 1406 Gordon, HM, Whitlock, HV. 1939. A new technique for counting nematode eggs in sheep
1407 faeces. *Journal of the Council Scientific and Industrial Research*, 12, 50–52.
- 1408 Habig, B, Archie, EA. 2015. Social status, immune response and parasitism in males: a
1409 meta-analysis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*,
1410 370.
- 1411 Kaplan, RM, Nielsen, MK. 2010. An evidence-based approach to equine parasite control:
1412 it ain't the 60s anymore. *Equine Vet. Educ*, 22, 306–316.
- 1413 Königová, A, Várady, M, Čorba, J. 2001. The prevalence of equine gastrointestinal
1414 parasites in the Slovak Republic. *Helminthologia*, 38, 211–214.
- 1415 Kuzmina, TA, Dzeverin, I, Kharchenko, VA. 2016. Strongylids in domestic horses:
1416 Influence of horse age, breed and deworming programs on the strongyle parasite
1417 community. *Vet. Parasitol.* 227, 56–63.
- 1418 Langrová, I, Jankovská, I, Borovsky, M, Fiala, T. 2003. Effect of climatic
1419 influences on the migrations of infective larvae of Cyathostominae.
1420 *Veterinary Medicine–Czech* 48, 18–24.

- 1421 Leathwick, DM, Sauermann, CW, Nielsen, MK. 2019. Managing anthelmintic resistance
1422 in cyathostomin parasites: Investigating the benefits of refugia-based strategies. *IJP: Drugs
1423 and Drugs Resistance*, 10, 118-124.
- 1424 Love, S. 2003. Treatment and prevention of intestinal parasite-associated
1425 disease. *Veterinary Clinics: Equine Practice*, 19, 791-806.
- 1426 Lucker, JT. 1941. Survival and development at low temperatures of eggs and preinfective
1427 larvae of horse strongyles. *Journal of Agricultural Research*, 63, 193–218.
- 1428 Lyons, ET, Tolliver, SC, Drudge, JH. 1999. Historical perspective of cyathostomes:
1429 prevalence, treatment and control programs. *Veterinary Parasitology*, 85, 97–112.
- 1430 Nielsen, MK. et al. 2007. Climatic influences on development and survival of free-living
1431 stages of equine strongyles: implications for worm control strategies and managing
1432 anthelmintic resistance. *The Veterinary Journal*, 174, 23-32.
- 1433 Nielsen, MK, Sauermann, CW, Leathwick, DM. 2019. The effect of climate, season, and
1434 treatment intensity on anthelmintic resistance in cyathostomins: a modelling
1435 exercise. *Veterinary parasitology*, 269, 7-12.
- 1436 Ogbein, KE, Logo, AG, Oshadu, DO., et al. 2022. Gastrointestinal parasites of horses and
1437 their socio-economic impact in Jos Plateau- Nigeria. *Applied veterinary research*.
- 1438 Pihl, TH, Nielsen, MK, Olsen, SN., et al. 2018. Non-strangulating intestinal infarctions
1439 associated with *Strongylus vulgaris*: clinical presentation and treatment outcomes of 30
1440 horses (2008-2016). *Equine Vet. J.* 50, 474–480.
- 1441 Poulin, R. 1996. Helminth growth in vertebrate hosts: does host sex matter? *International
1442 Journal for Parasitology*. 26, 1311-1315.
- 1443 Poynter, D. 1954. Seasonal fluctuation in the number of strongyle eggs passed by horses.
1444 *Vet. Rec.* 66, 74-78.
- 1445 Roberts, FHS, O'sullivan, PJ, Riek, RF. 1952. The epidemiology of parasitic gastro-
1446 enteritis of cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*, 3, 187-226.
- 1447 Santos, CN, Souza, LS, Quinelato, SB., et al. 2011. Seasonal dynamics of cyathostomin
1448 (Nematoda – Cyathostominae) infective larvae in *Brachiaria humidicola* grass in tropical
1449 southeast Brazil. *Veterinary Parasitology*, 180, 274–278.
- 1450 Sauermann, CW, Leathwick, DM, Lieffering M., et al. 2020. Climate change is likely to
1451 increase the development rate of anthelmintic resistance in equine cyathostomins in New
1452 Zealand. *Internacional Jounal Parasitology Drugs Drug Resistance*, 4, 73-79.

- 1453 Steuer, AE, Anderson, HP, Shepherd, DT., et al. 2022. Parasite dynamics in untreated
1454 horses through one calendar year. *Parasites & vectores*. 15.
- 1455 Taylor, EL. 1939. Technique for the estimation of pasture infestation by strongyloid larvae.
1456 *Parasitology*, 31, 473-478.
- 1457 Teixeira, WFP, Felippelli, G, Cruz, BC., et al. 2014. Endoparasites of horses from the
1458 Formiga city, located in center-west region of the state of Minas Gerais. Brazil. *Brazilian*
1459 *Journal Veterinary Parasitology*, 23, 534-538.
- 1460 Turner, WC, Getz, WM. 2010. Seasonal and demographic factors influencing
1461 gastrointestinal parasitism. *Journal of Wildlife Diseases*, 46, 1108-1119.
- 1462 Tydén, E, Enemark, HL, Franko, MA., et al. 2019. Prevalence of *Strongylus vulgaris* in
1463 horses after ten years of prescription usage of anthelmintics in Sweden. *Vet. Parasitol.*
- 1464 Viana, L. P. Capacidade migratória de larvas infectantes de nematóides Strongylida
1465 parasitos de bovinos em diferentes espécies de forrageiras. 1999. 61 p. Dissertação
1466 (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
1467 Seropédica, 1999.

CONTROLE ESTRATÉGICO DA VERMINOSE EM EQUINOS ADULTOS CRIADOS DE FORMA EXTENSIVA EM UMA REGIÃO TROPICAL

Mariana Green de Freitas^{1*}, Giulia Soares Braga¹, Denys Leandro Zanini Silva¹, Talita Daiane Costa¹, Dyego Gonçalves Lino Borges², Guilherme Henrique Reckziegel³, Herbert Cleveland¹, Carlos Alberto do Nascimento Ramos¹, Leila Sabrina Ullmann¹, Felipe Bisaggio Pereira⁴, Fernando de Almeida Borges¹

¹ Laboratório de Doenças Parasitárias, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande/MS

² Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Paranaíba/MS

³ Universidade Federal do Acre, Rio Branco/AC

⁴ Departamento de Parasitologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG

* Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/UFMS, Av. Senador Filinto Muller, 2443, Bairro Ipiranga, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. CEP: 79074-460. Telefone: +55 (67) 996623334. Endereço de e-mail: marianagreenf@gmail.com

Resumo

O controle estratégico da verminose equina é baseado na epidemiologia e tem o objetivo de reduzir a população de parasitos como um todo, nos hospedeiros e no ambiente, buscando um número de tratamentos que reduza a pressão de seleção de parasitos resistentes e não exponha a risco a saúde animal. Este estudo foi o primeiro em região tropical com o objetivo de avaliar um protocolo de controle estratégico para equinos. O estudo foi realizado em Anastácio/MS, foram utilizados dois grupos com 20 animais, controle e tratado, com duração de dois anos, de abril/21 a março/23. Os animais do grupo tratado receberam ivermectina via oral nos meses de maio e setembro de cada ano do experimento. A cada 28 dias foram realizadas coletas de fezes, pesagem, avaliação de escore de condição corporal, contagem de ovos por grama de fezes, coprocultura, contagem de larvas na pastagem. Para a identificação da espécie *Strongylus vulgaris* os ovos foram analisados por reação em cadeia de polimerase em tempo real. O tratamento reduziu o OPG ($p < 0,05$), porém, não interferiu no peso e escore corporal dos animais. O táxon mais prevalente foi Cyathostominae. O tratamento foi um fator de proteção contra *S. vulgaris* ($p < 0,05$). Ocorreu diferença significativa na estação seca entre grupo controle e tratado quando avaliadas larvas nas pastagens. Portanto, o controle estratégico com dois tratamentos durante o ano foi capaz de reduzir a contagem de ovos, larvas na pastagem e a presença de *S. vulgaris*, sem interferir nos parâmetros de saúde, como peso e escore corporal.

Palavras-chave: *Strongylus vulgaris*, tratamento, ivermectina, ciatostomíneos, controle

Introdução

Os equinos apresentam uma comunidade complexa e vasta de nematoides, sendo Ciatostomíneos, *Strongylus* spp e *Oxyuris equi* os principais parasitas de animais adultos (Molento, 2005), além de *Anoplocephala* spp (Teixeira et al., 2014). As causas mais comuns de morte em equinos com problemas digestivos são infecção por Ciatostomíneos (38%), seguido por cólica por invaginação provocada por *Anoplocephala* spp. (25%), cólica tromboembólica por *Strongylus vulgaris* (22%) e em potros por *Parascaris* spp. (Sallé et al., 2020).

Em 1960 a recomendação de controle da verminose em equinos era desparasitar a cada seis a oito semanas todos os animais, visto que era o período de reaparecimento de ovos quando os animais eram tratados com thiabendazole, que era uma droga muito eficaz na época e para reduzir os problemas com *S. vulgaris*, que era o parasita mais patogênico para equinos (Drudge & Lyons, 1966). No entanto, apesar dessa prática ter sido eficaz para reduzir de forma drástica a ocorrência de *S. vulgaris*, também selecionou ciatostomíneos resistentes e atualmente os pesquisadores buscam protocolos de tratamento com menor frequência de tratamentos para reduzir essa pressão de seleção (Kaplan, 2002).

O controle de verminose em equinos não pode se concentrar em um único parasita, visto que pode haver elevada riqueza parasitária nesse hospedeiro. Dessa forma o objetivo do tratamento é manter a carga parasitária baixa, sem causar prejuízos para o animal e não eliminar totalmente os helmintos (Nielsen, 2012). O controle seletivo é tem sido estudado por meio de programas matemáticos e estudos a campo, e, apesar dessa proposta ser muito indicada, é pouco aceita pelos proprietários e veterinários por ser um controle mais oneroso e caro, além de ter pouca relação entre parâmetros de saúde e valores de OPG para equinos (Nielsen et al., 2007; Nielsen et al., 2018; Nielsen et al., 2019; ESCCAP, 2019; Rendle et al., 2019).

O controle estratégico é uma opção que pode ser indicada para equinos visando reduzir a pressão de seleção de parasitas resistentes, visto que em um estudo utilizando modelos matemático, dois tratamentos durante o ano foram suficientes para reduzir de forma drástica a resistência e de manter a refugia através das larvas no ambiente e helmintos encistados (Nielsen et al., 2007; Leathwick et al., 2019). O controle seletivo é

descrito como uma opção para o controle da verminose equina, no entanto, é um controle com pouca evidência científica, oneroso e caro, sendo inviável para equinos criados de forma extensiva, além de apresentar baixa aceitação dos proprietários e veterinários que trabalham na área (Nielsen et al., 2007).

É necessário elaborar um protocolo de tratamento para equinos visando controlar os principais parasitas, sem provocar risco a saúde animal e reduzindo a pressão de seleção. O parasita que provoca maior risco a saúde animal é *Strongylus vulgaris*, após de anos tentando erradicar esse helminto, uns dos maiores cuidados quando realizado o protocolo de controle é com o aumento da frequência desse parasito, visto que seu ciclo de vida é longo e as fases em migração não são alvo dos tratamentos realizados, logo longos períodos sem tratamento podem favorecer que o ciclo de vida se complete e aumente a contaminação ambiental. Não adianta realizar um protocolo que reduza a resistência, mas coloque em risco a saúde animal (Nielsen et al., 2012; Tydén et al., 2019).

A realidade é que ainda há poucos estudos com dados robustos capazes de auxiliar na recomendação de uma forma de controle eficaz para verminose equina (Love, 2003). Assim sendo, o objetivo desse estudo foi avaliar a influência de um protocolo de tratamento estratégico na contagem de larvas na pastagem, contagem de ovos por grama de fezes, impacto nos parâmetros de saúde dos animais, e exposição dos animais a risco de infecção por *S. vulgaris*.

Material e métodos

O presente estudo foi aprovado no Comitê de Ética para uso de animais da UFMS sob nº 1.179/2021.

Caracterização do local do estudo

O estudo foi realizado em uma fazenda localizada em Anastácio-MS (20°34'45.7"S 55°57'50.7"W), conduzido de abril/2021 até março/2023, sendo abril/2021-março/2022 o primeiro ciclo e abril/2022-março/2023 o segundo ciclo. A propriedade possui uma área total de 1320 há, sendo criados bovinos, em média 1300 cabeças e equinos.

Animais

Foram utilizados 40 equinos, machos e fêmeas, com idade entre um ano e 10 anos, quarto de milha, criollo e SRD. O grupo controle era composto por um garanhão, oito

machos castrados, seis éguas paridas e cinco éguas que não estavam em reprodução e a maioria dos animais tinha três anos de idade. O grupo tratado era composto por duas éguas paridas e oito éguas que não estavam em reprodução e 10 machos castrados e a maioria dos animais tinha três e quatro anos. Os mesmos animais foram utilizados em cada grupo durante todo o estudo e eram utilizados para o manejo com os bovinos criados na propriedade. Os animais foram selecionados de um lote de 50 animais, no qual o critério de inclusão e exclusão foi a permanência desses animais durante todo o estudo e o estado de saúde. Os animais foram alocados em piquete de *Bracharia humidicola* e pastagem nativa, com fonte de água proveniente de açude e *ad libitum*. Cada grupo permaneceu em piquetes separados durante todo o estudo, sendo o mesmo piquete para cada grupo durante os dois anos, o piquete do grupo controle tinha 34 Ha e o do grupo tratado 28 Ha. Os animais eram vacinados para Raiva e não recebiam nenhum tipo de suplementação mineral.

Delineamento experimental

Os animais foram distribuídos entre os grupos por um delineamento controlado não randomizado. Sendo mantida a divisão original dos lotes conforme o que era utilizado na fazenda, mantendo a distribuição previa de duas áreas de pastagem.

Pesagem e escore de condição corpórea

Os animais foram pesados nos mesmos dias da coleta de fezes, com auxílio de balança eletrônica e no mesmo momento da pesagem foi atribuído escore corporal para cada animal, na escala de 1-5 (Henneke et al., 1983).

Grupos experimentais e tratamento

Foram avaliados os seguintes protocolos: T2 (controle estratégico), no qual os animais foram tratados nos meses de setembro e maio com pasta oral de Ivermectina associada com Praziquantel (Iver gel composto® Ouro Fino Saúde Animal). Em cada grupo foram alocados 20 animais e cada grupo permaneceu em piquetes separados.

Foram utilizadas pastas orais comerciais específicas para equinos. No dia dos tratamentos os animais eram pesados em balança eletrônica e contidos em tronco para facilitar o tratamento. O tratamento foi realizado seguindo orientações do fabricante, na dosagem de 200mcg/Kg de Ivermectina e 16mg/kg de Praziquantel.

Coleta de fezes

As coletas de fezes foram realizadas diretamente da ampola retal dos animais, as fezes foram armazenadas em luvas de palpação sem ar, em isopor com gelo e

encaminhadas para o laboratório de doenças parasitárias (LADPAR) da Universidade Federal de Mato Grosso de Sul (UFMS), onde foram realizados os exames. Para determinação da carga parasitária foi realizada a contagem de ovos por grama de fezes (OPG), utilizando-se a técnica de McMaster modificada (Gordon & Whitlock, 1939), com limite de detecção de 25. Para avaliar a presença de ovos de *Oxyuris equi*, foi realizado o teste da fita gomada, método de Graham, nesse momento também foram avaliados alguns sinais clínicos relacionados com esse parasita, como cauda lesionada e presença da massa de ovos na região perianal dos animais. As coletas de fezes foram realizadas a cada 28 dias, durante o período de dois anos.

Identificação dos táxons de helmintos

Para identificação dos taxóons de helmintos foi realizada a coprocultura de pools de amostras de cada grupo experimental nos mesmos dias que foi realizada a coleta de fezes. A coprocultura foi realizada pela técnica de Roberts e O'Sullivan (1950), modificada e a identificação dos gêneros segundo Bevilaqua et al. (1993).

Identificação da espécie *Strongylus vulgaris*

Para a quantificação e classificação de *Strongylus vulgaris* foi realizada a recuperação dos ovos segundo descrito por Coles et al. (2006), modificado por Bizimenyera et al. (2006). Após a recuperação, os ovos foram armazenados em etanol 70% e congelados a -20°C até a realização do teste. A extração de DNA foi realizada com kit comercial DNeasy Blood & Tissue Kits (Qiagen®).

Foi realizada a reação em cadeia da polimerase em tempo real (qPCR) seguindo o protocolo de Nielsen et al., (2008), utilizando os primers 5'-GTATACATTAAATAGTGTCCCCATTCTAG-3', reverse primer 5'-GCAAATATCATTAGATTTGATTCTTCCG-3'. Essa técnica foi utilizada por apresentar maior sensibilidade em relação a coprocultura (Kaspar et al., 2017).

Foi utilizado como controle positivo, larvas de *Strongylus vulgaris* presentes em aneurisma da artéria mesentérica de animais que morrem por causas naturais.

Determinação do número de larvas na pastagem:

Foram coletadas amostras de forragem, rente ao solo, aproximadamente 2 cm de altura, em vinte diferentes pontos do piquete, com a finalidade de se obter uma única amostra representativa do piquete. As amostras de forragem foram coletadas de forma

aleatória no piquete, a cada 28 dias, seguindo um traçado em forma de “W” (Taylor, 1939), usando um quadrado de 0,5 m².

Após a coleta das amostras, foi retirado 200 gramas de capim para fazer a recuperação das larvas. Essa amostra pesada foi imersa em balde contendo água por um período de 24 horas para sedimentação, foi adicionado detergente para facilitar o desprendimento das larvas e reduzir a tensão superficial. Após esta etapa, toda a forragem contida dentro de cada balde foi lavada com água corrente e a água que saiu da lavagem, foi recuperada no mesmo balde e ele foi mantido por mais 24 horas em repouso. O sobrenadante foi removido e o sedimento transferido para um aparato de sedimentação composto por um tubo Falcon de 15 ml acoplado a um funil de decantação.

O número total de larvas foi estimado pela contagem de larvas do volume total obtido na última etapa de sedimentação em funil e consideradas a quantidade por m².

Dados meteorológicos

Os dados climáticos foram cedidos pelo Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), do campus de Aquidauana/MS e a pluviosidade foi mensurada sendo pluviômetro instalado na propriedade.

Monitoramento da eficácia de Ivermectina

O critério para a utilização da ivermectina no presente estudo foi o fato de ser uma das moléculas mais comercializadas para equinos (Abbas et al., 2023). Os tratamentos foram realizados nos meses de maio e setembro, todos os meses após os tratamentos, foram realizados cálculos de eficácia, utilizando o site <http://shiny.math.uzh.ch/user/furrer/shinyas/shiny-eggCounts/> (Wang & Paul, 2021).

Análise estatística

Foi realizada a imputação de dados, visto que durante o estudo alguns animais foram excluídos do estudo por motivo de venda. A imputação foi realizada com base nos dados observados das variáveis Peso, OPG e Escore corporal, utilizando o método de classificação e regressão de árvores. Para verificar se a imputação não alterou a natureza dos dados observados, a distribuição deles foi comparada antes e após a imputação, através de histogramas com curva de distribuição de frequências. Assim, foram excluídos os animais 16, 30, 40 e 42 do grupo controle e 7, 9 e 13 do tratado, pois as distribuições de valores não foram as mesmas antes e depois da imputação. Para verificar qualquer efeito do ciclo sobre as variáveis Peso, OPG e Escore corporal foi realizado o teste de Wilcoxon

para amostras pareadas. Para verificar se o Peso, OPG e Escore corporal diferiram entre controle e tratamento foi utilizado um modelo linear generalizado de regressão logística múltipla considerando o Tratamento (Controle e Tratado) como variável dependente (resposta) e Peso + Escore + OPG como variáveis independentes (explicativas).

Para verificar a influência do tratamento na presença e quantidade de *S. vulgaris* foi utilizado o modelo de regressão linear múltipla, sendo o modelo: qPCR como variável dependente (resposta) e Ciclo + Tratamento como variáveis independentes (explicativas).

Para comparar mensalmente o grupo controle e tratado, os dados foram submetidos ao teste de normalidade D' Agostino & Pearson, apresentando normalidade, então foi realizado a anova com o teste Sidak's multiple ($\alpha=0,05$). Para comparar o OPG de cada sexo foi realizado o teste de Tukey e para comparar a idade dos animais foi realizada uma análise descritiva já que o número de animais por idade era baixo.

Resultados

Através do modelo de regressão logística múltipla, é possível avaliar que ocorreu associação entre o tratamento e OPG ($p = 0,01$). A razão de chance do modelo (odds ratio), no primeiro ciclo, foi 0,9589, com intervalo de confiança de 95% de 0,94–0,98, dessa forma o tratamento representou um fator de proteção ao OPG, logo o OPG foi menor nos animais tratados. No segundo ciclo ocorreu associação entre as duas variáveis também ($p = 0,003$), com odds ratio de 0,9580. No começo do estudo em abril e maio/21, antes dos tratamentos, a média dos dois grupos eram iguais ($p>0,05$), após o tratamento de maio, em junho ocorreu diferença estatística entre os grupos ($p<0,05$), em julho, agosto e setembro não ocorreu diferença, visto que o grupo controle apresentou uma redução de OPG também ($p>0,05$), de outubro a fevereiro ocorreu diferença entre os grupos ($p<0,05$) e março não apresentou diferença entre os grupos ($p>0,05$). No segundo ciclo nos meses de junho, setembro, outubro e março, houve diferença entre os grupos ($p<0,05$) e nos outros meses não houve diferença estatística (Fig 1). No primeiro e segundo ciclo do estudo nos meses de junho, agosto, setembro e outubro a média de OPG ficou abaixo de 500 ovos no grupo tratado e no grupo controle em nenhum mês a média ficou igual ou menor que 500 ovos.

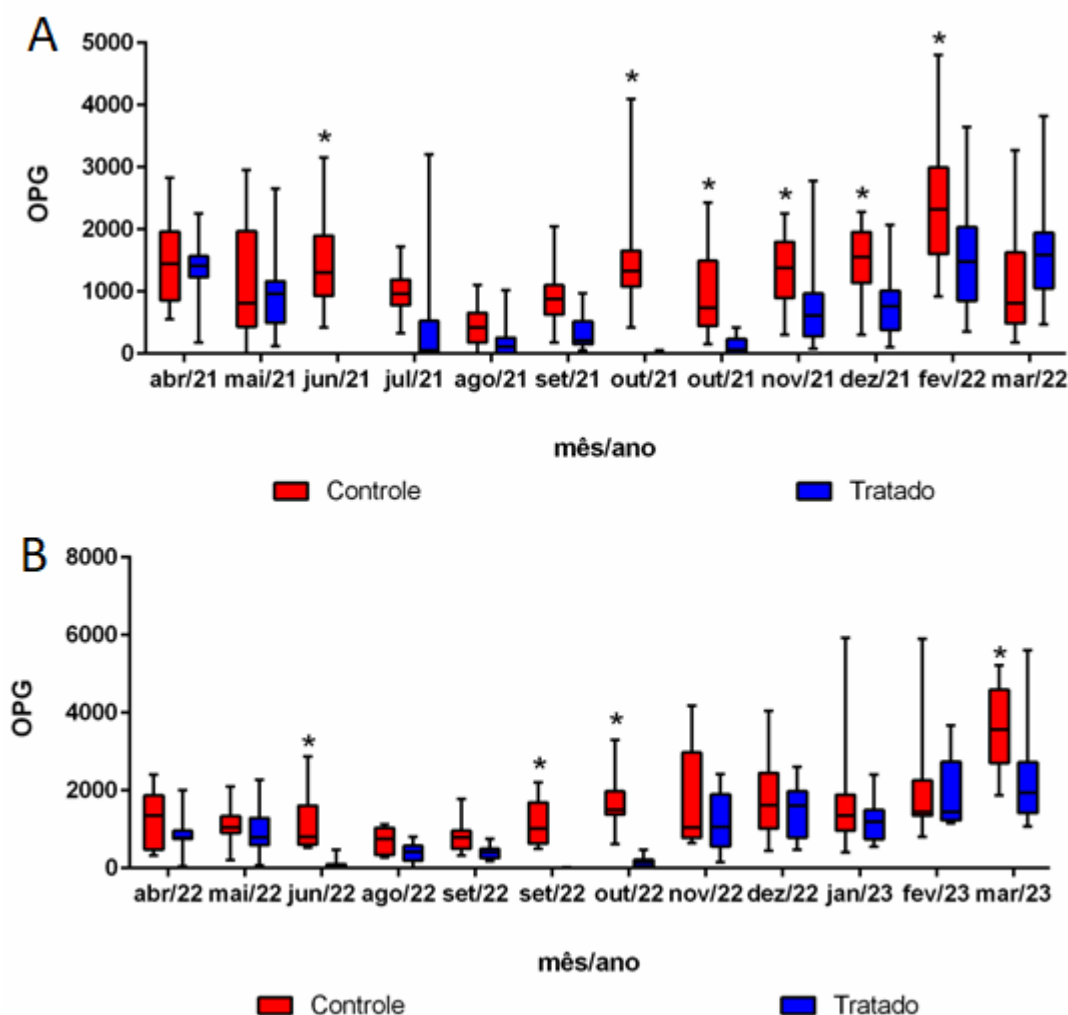


Figura 1. Médias de contagem de ovos por grama de fezes (OPG) de equinos naturalmente infectados dos grupos controle e tratado para cada ciclo do estudo, o primeiro (A) e o segundo (B), Anastácio/MS, 2024.

A eficácia da redução da contagem de ovos por grama de fezes da ivermectina no primeiro ciclo foi de 99% (IC95%: 99-100%) em junho, que foi o primeiro tratamento realizado no estudo, em outubro, momento do segundo tratamento do estudo, a eficácia foi de 98,46 % (IC95%:95-99). No segundo ciclo a eficácia do primeiro tratamento foi de 94,20% (IC95%: 92-96%) e do mês de setembro foi de 98% (IC95%95-99%). No primeiro ciclo as eficácias foram 46%, 79%, 66%, 63%, 0%, 0%, 0% e 0 %, em julho, agosto, setembro, segunda avaliação de outubro, novembro, dezembro, fevereiro e março,

respectivamente. E o período para reaparecimento de ovos foi de 60 dias para o primeiro tratamento e 30 dias para o segundo. No segundo ciclo as eficácias foram 60%, 60%, 50%, 0%, 0%, 0%, 0% e 0 %, em agosto, setembro, outubro, novembro, dezembro, fevereiro e março, respectivamente. O período para reaparecimento de ovos foi de 30 dias para o primeiro e segundo tratamento.

O tratamento não influenciou no peso ($p=0,29$) e escore ($p=0,18$) dos animais para o primeiro ciclo e para o segundo ciclo também não houve associação com o tratamento quando avaliado peso (0,37) e escore corporal (0,22). Quando avaliada a influência do ciclo, houve efeito nos valores de peso ($p < 0,001$) e OPG ($p=0,01$), sendo maiores os valores no segundo ciclo do estudo. Para o escore corporal não apresentaram diferença significativa entre os grupos ($p=0,81$).

A relação entre qPCR e tratamento ($p<0,001$) foi significativa, o coeficiente de determinação ajustado foi de 0.697, indicando que 69,7% das variações nos valores de qPCR são determinados pelo tratamento e os animais do grupo controle apresentam mais número de cópias de DNA (média do grupo controle:1565894,47 e do tratado: 25680,78). Ciatostomíneos foi o taxón mais prevalente, no grupo controle a porcentagem de larvas infectantes da subfamília Strongylinae apresentou uma amplitude de 0,33 a 10%, sendo a mais baixa no mês de dezembro e maior em julho no primeiro ciclo e no tratado do mesmo ciclo o maior foi 5% em julho e o menor 0% em junho e dezembro. No segundo ciclo a amplitude foi de 0,33 e 10% também, porém o menor foi em setembro e maior em maio no controle e no tratado foi de 0 a 4%.

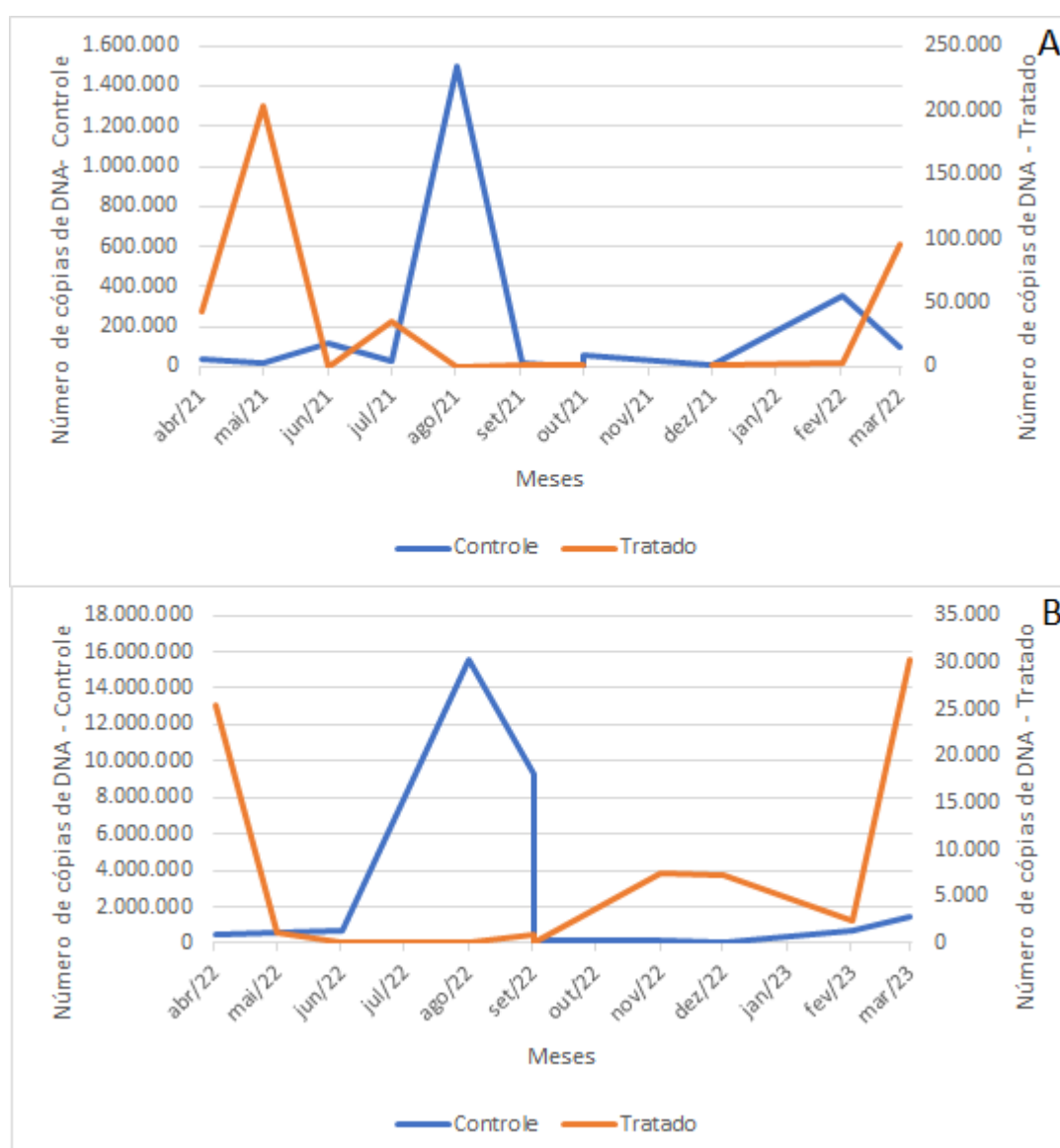
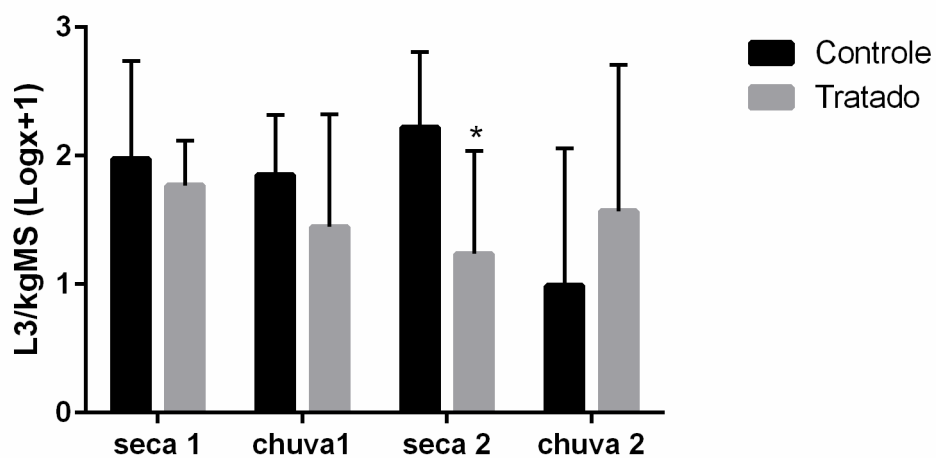


Figura 2. Número de cópias de DNA de ovos de *Strongylus vulgaris* extraídos de fezes de equinos naturalmente infectados do grupo tratado e controle do ciclo 1 (A) e ciclo 2 (B) do estudo realizado em uma fazenda em Anastácio/MS, 2024.

Em relação a larvas infectantes na pastagem ocorreu uma interação significativa entre grupo e estação do ano ($p < 0,05$) e no segundo ciclo na estação seca ocorreu diferença entre os dois grupos ($p < 0,05$) (Fig 3). Como não havia repetição de área para cada grupo, não foi possível fazer análise estatística comparando os grupos em cada mês do ano, no entanto, é possível observar picos de contagem de larvas no grupo controle nos meses de maio/julho e setembro e outubro (Fig 4), enquanto no piquete onde foram mantidos os animais tratados, houve apenas um pico na última data de avaliação do estudo.



1749

1750 Figura 3. Média de larvas infectantes (L3s) nos piquetes dos animais dos grupos controle e
1751 tratado durante a estação seca e chuvosa em cada ciclo do estudo, Anastácio/MS, 2024.

1752

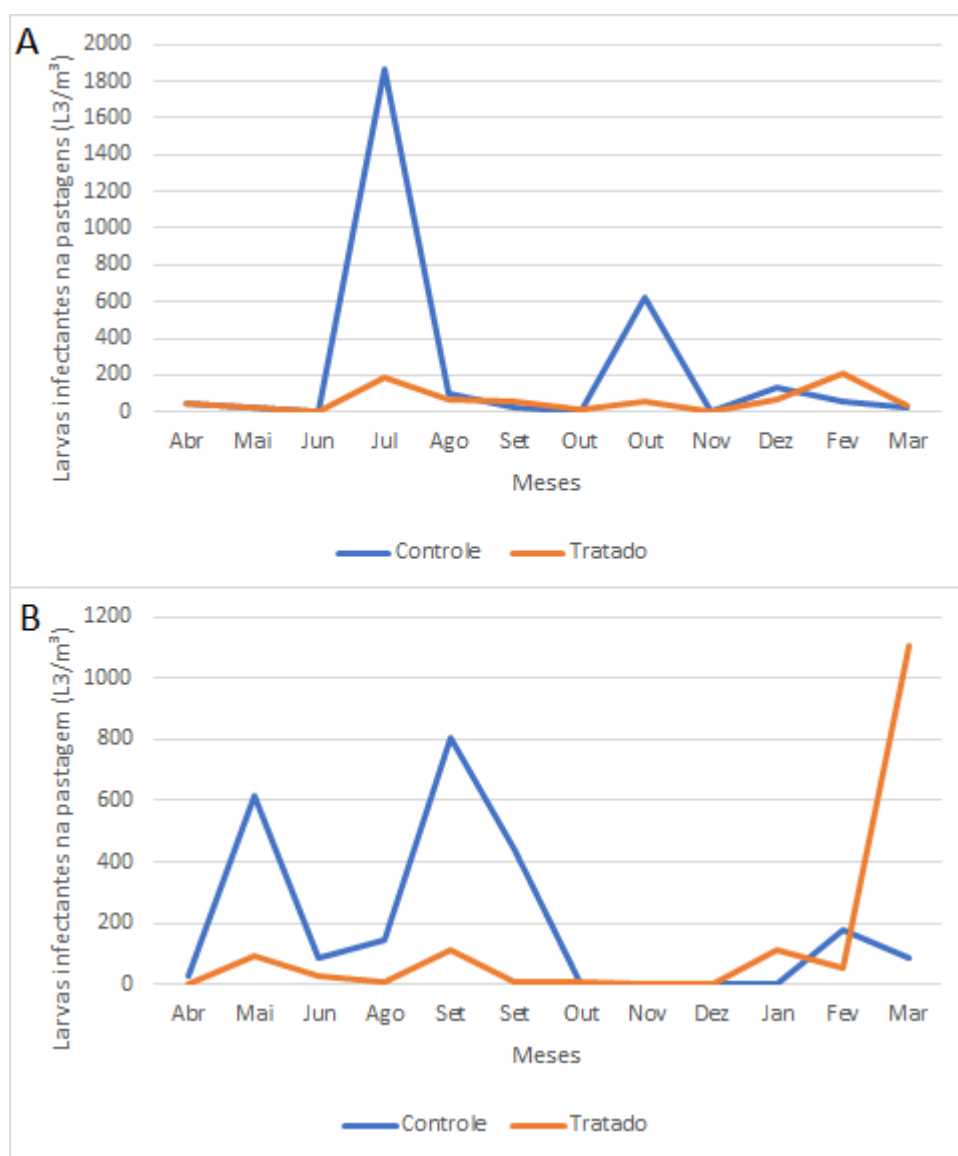


Figura 4. Contagens mensais de larvas infectantes (L3s) nos piquetes dos equinos dos grupos controle e tratado, durante o ciclo 1 (A) e ciclo 2 (B), Anastácio/MS, 2024.

Poucos animais apresentaram presença de ovos de *Oxyuris equi*. Em junho do primeiro ciclo foi o mês com maior número de animais positivos, com cinco animais no grupo controle, enquanto no grupo tratado foi o mês de agosto, com quatro animais. No segundo ciclo apenas um animal do grupo controle apresentou ovos nos meses de agosto e setembro. Em relação aos sinais clínicos todos os animais apresentaram cauda esfolada, mesmo sem a presença de ovos.

Discussão

O controle da verminose equina em algumas fazendas no Brasil e no mundo é realizado com base em tratamentos com intervalos curtos, favorecendo a resistência anti-helmíntica e se tornando cada vez mais frequente os relatos de resistência múltipla (Flores et al., 2020; Lignon et al., 2021; Martins et al., 2021; Abbas et al., 2021; Nielsen, 2022; Bull et al., 2023). O presente estudo é o primeiro a avaliar um protocolo de calendário de vermifugação com controle estratégico para equinos criados de forma extensiva.

A escolha dos meses de tratamento foi com base no único estudo disponível na literatura sobre a dinâmica larval de nematódeos gastrintestinais em equinos no Brasil (Bezerra et al., 2007) e alguns trabalhos internacionais (Poynter, 1954; Duncan, 1974; Tyden et al., 2019). Com base nesses estudos, o tratamento de maio foi realizado visando prevenir a infecção dos animais, já que é a época que há mais larvas na pastagem, e em setembro o objetivo foi evitar a contaminação ambiental, por ser o período de maior eliminação de ovos nas fezes. Porém, no presente estudo, a maior eliminação de ovos foi observada no verão entre fevereiro e março ($p < 0,05$), na época chuvosa, conforme o regime de chuvas do ano. Como o presente estudo não corroborou com dados relacionados à sazonalidade (Bezerra et al., 2007; Poynter, 1954; Duncan, 1974; Tyden et al., 2019; Abbas et al., 2023) e em setembro ocorreu uma redução na eliminação de ovos no primeiro e segundo ciclo, recomenda-se a avaliação da transferência desse tratamento para janeiro, para reduzir a contaminação ambiental que foi observada em fevereiro e março.

A ivermectina não apresenta ação contra larvas encistadas de ciatostomíneos, somente contra adultos, por isso, o período esperado para reaparecimento de ovos é em torno de 59 dias (Monahan et al., 1996). Esse valor foi inferior no presente estudo, podendo ser um indicador precoce de resistência anti-helmíntica (Sangster, 1999), porém outros fatores podem influenciar na redução do período de reaparecimento de ovos (Nielsen et al., 2022). Avaliando a eficácia pela diretriz da WAAP (Coles et al., 2006), todos os tratamentos apresentaram eficácia terapêutica.

Strongylus vulgaris apresenta período pré-patente de seis meses e meio aproximadamente, as larvas são ingeridas na primavera e verão, fazem migração nos meses de inverno e completam seu ciclo com eliminação de ovos na primavera, em estudos realizados nos USA (Steuer et al., 2022; Duncan, 1974). Porém, no presente estudo a maior eliminação de ovos de *S. vulgaris* foi entre os meses de julho e outubro, final do inverno e começo da primavera, resultado que pode ser justificado por diferenças climáticas entre o

Brasil e países do hemisfério norte. No presente estudo o grupo tratado não apresentou uma dinâmica sazonal para eliminação de ovos de *S. vulgaris*, diferente do grupo controle, já que o tratamento pode alterar a dinâmica sazonal dos parasitos (Reinemeyer et al., 2014). O segundo ciclo apresentou um número maior de ovos de *S. vulgaris*, podendo ser explicado pelo período longo que esses animais ficaram sem receber nenhum tipo de tratamento, aumentando a contaminação ambiental com ovos dessa espécie de parasito e, consequentemente, a frequência dessa espécie nas coproculturas. Dois tratamentos durante o ano foram suficientes para controlar a infecção por *S. vulgaris*.

Apesar do presente estudo apresentar um grupo heterogêneo de animais, com idades e sexos diferentes, esses fatores não foram fonte de variação para a contagem de OPG. Os machos não castrados podem apresentar maior eliminação de ovos nas fezes e os parasitos de machos também podem ser maiores (Poulin et al., 1996), o que pode ser explicado pelo custo energético para proteger a manada e lutar pela dominância, além do efeito imunossupressor do alto nível de testosterona (Habig & Archie, 2015). Porém no presente estudo, os machos não apresentaram OPG mais elevado do que os demais animais, não interferindo no estudo.

Cyathostominae foi o táxon mais prevalente, resultado já esperado para equinos criados a pasto no Brasil (Barbosa et al., 2001; Teixeira et al., 2014). No presente estudo não foi observada a presença de *Anoplocephala* spp., no entanto a técnica utilizada para o diagnóstico de ovos desse parasita foi a menos sensível, sendo indicado utilizar uma técnica de sedimentação-flotação, o que pode mascarar o diagnóstico para esse parasita (Tomczuk et al., 2014). Para *Oxyuris equi* o tratamento não protegeu os animais da infecção porque foi utilizada ivermectina de forma isolada, que apresenta pouca ação para esse parasita, sendo mais indicado o uso de ivermectina associada com pirantel (Rodrigues et al., 2023). Poucos animais foram positivos para presença de ovos, o que pode ser explicado pela idade do hospedeiro, pois a ocorrência de parasita pode ser mais rara em animais mais velhos pela imunidade adquirida pelo hospedeiro (Drudge & Lyons, 1983).

Em relação às larvas na pastagem, o tratamento reduziu a população ambiental, sendo observado um perfil ao longo do ano semelhante ao grupo controle, porém com picos com menor amplitude. O tratamento de maio foi eficaz, visto que no segundo ciclo ocorreu diferença significativa entre os dois grupos na época seca, sendo a época com

maior número larvas na pastagem, já que a chuva destrói o bolo fecal e diminui a viabilidade das larvas (Bezerra et al., 2007).

Os parasitas são uma ameaça a saúde e bem-estar animal para animais jovens e desnutridos (Belay et al., 2016) e nesses casos o escore de condição corporal é um sinal confiável de que esse animal precisa de tratamento imediato (Tesfu et al., 2014). Porém, no presente estudo, a infecção por ciatostomíneos não influenciou no peso e no escore de condição corporal dos animais. Como os animais do presente estudo estavam bem nutridos e com pastagem disponível, as necessidades fisiológicas foram supridas e a infecção por esse parasita não altera a digestibilidade dos alimentos, dessa forma, o peso dos animais foi mantido, já que o animal apresenta maior resiliência (Silva et al., 2016). Esse resultado é um indicativo de que é possível reduzir o número de tratamentos anuais sem que haja risco à saúde dos animais, além disso os tratamentos foram capazes de reduzir a infecção por *S. vulgaris*, visto que quando ocorre a infecção por esse parasito a chance de redução no ganho de peso e problemas na saúde dos animais é maior (Ogbein et al., 2023).

Abbas et al. (2023) reforçam a necessidade de um programa de controle eficaz para equinos, visto a crescente ocorrência de relatos de resistência e redução da eficácia das principais moléculas usadas em equinos. Lembrando sempre que o controle da verminose equina não pode ser baseado em um único parasita (Nielsen et al., 2019), focar apenas na resistência e reduzir os tratamentos pode favorecer a ocorrência de *S. vulgaris* (Nielsen et al., 2012; Tyden et al., 2019), que é um parasita patogênico podendo gerar problemas mais graves na saúde dos equinos (Ogbein et al., 2022), diferente de ciatostomíneos que não alteram os parâmetros de sanidade dos equinos, na maioria das vezes (Silva et al., 2016; Tyden et al., 2019). Dessa forma a proposta do presente estudo foi capaz de reduzir o número de tratamentos, para dois durante o ano, sendo indicado por modelos matemáticos como o número capaz de reduzir a resistência anti-helmíntica de forma drástica (Leathwick et al., 2019), além de manter o OPG reduzido, sem provocar alterações na sanidade dos equinos.

Conclusão

O controle estratégico pode ser utilizado para o controle da verminose em equinos adultos criados de forma extensiva em regiões tropicais. Dois tratamentos durante o ano são capazes de reduzir a contagem de ovos por grama de fezes e reduzir a contaminação ambiental, sendo indicado os tratamentos nos meses de maio e janeiro, já que são as épocas

do ano com maiores larvas na pastagem e maior eliminação de ovos nas fezes. Esse calendário de tratamento mantém os parâmetros de sanidade dos equinos, não provocando redução no escore e nem perda de peso e não proporciona o aumento de *S. vulgaris* no rebanho.

Referências bibliográficas

Abbas, G; Ghafar, A; Hurley, J., et al. Cyathostomin resistance to moxidectin and combinations of anthelmintics in Australian horses. *Parasites & Vectors*, v.14, p.597-607, 2021.

Barbosa, O.F., Rocha, U.F., Silva, G.S., Soares, V.E., Veronez, V.A., Oliveira, G.P., Landim, V.J.C., Costa, A.J. A survey on Cyathostominae nematodes (Strongylidae, Strongylidae) in pasture bred horses from São Paulo State, Brazil. *Semina: Ci. Agrárias*, 22, 21-26, 2001.

Belay, W; Teshome, D; Abiye, A. Study on the prevalence of gastrointestinal helminthes infections in equines in and around Kombolcha. *Journal of Veterinary Science and Technology*, v. 7, p. 367-372, 2016.

Bellaw, J.L., Nielsen, M.K. Meta-analysis of cyathostomin species-specific prevalence and relative abundance in domestic horses from 1975-2020: emphasis on geographic region and specimen collection method. *Parasites Vectors* 13, 509, 2020.

Bevilaqua, C.M.L., Rodrigues, M.L.A., Concordet, D. Identification of infective larvae of some common nematode strongyles of horses. *Revue de Medicine Veterinaire*, 144, 989–995, 1993.

Bezerra, S., Quinelato, Machado do Couto, M., Moura de Souza, T., Bevilaqua, C.M.L., Anjos, D.H.S., Sampaio, I.B.M., Rodrigues, M.L.A. Ciatostomíneos (Strongylidae–Cyathostominae) parasitas de cavalos: ecologia experimental dos estágios pré-parasíticos em gramínea Tifton 85 (*Cynodon* spp. cv. Tifton 85) na Baixada Fluminense, RJ Brasil. *Parasitologia Latinoamericana* 62, 27–34, 2007.

Bizimenyera, E. S., Githiori, J. B., Eloff, J. N., Swan, G. E. In vitro activity of *Peltophorum africanum* Sond. (Fabaceae) extracts on the egg hatching and larval development of the parasitic nematode *Trichostrongylus colubriformis*. *Veterinary Parasitology*. 142, 336–343, 2006.

- 1890 Bull, K.E., Allen, K.J., Hodgkinson, J.E., Peachey, L.E. The first report of macrocyclic
1891 lactone resistant cyathostomins in the UK. *Int. J. Parasitol. Drugs Drug Resist*, v. 21,
1892 p.125-130, 2023.
- 1893 Canevar, R.J., Braga, P.R.C., Boeckh, A., Grycajuck., M., Bier, D., Molento, M.B. Lack of
1894 Cyathostomin sp. reduction after anthelmintic treatment in horses in Brazil. *Veterinary*
1895 *Parasitology* 194, 35–39, 2013.
- 1896 Cranen,J.; Bjorn,H.; Barns,E.H., et al. A comparison of in vitro tests and a faecal egg count
1897 reduction test in detecting anthelmintic resistance in horse strongyles. *Veterinary*
1898 *Parasitology*,85,49-59,1999.
- 1899 Coles, G.; Jackson, F; Pomroy, W.E., et al. The detection of anthelmintic
1900 resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology*. v.
1901 136, p. 167-185, 2006.
- 1902 Duncan, J. L. Field studies on the epidemiology of mixed strongyle infection in the horse.
1903 *Vet. Rec.* v. 94, p.337-345, 1974.
- 1904 Drudge, J.H., Lyons, E.T., Control of internal parasites of horses. *J. Am. Vet. Med. Ass.*
1905 v.148, p.378–383, 1966.
- 1906 Drudge, J.H; Lyons, E.T. Oxyuris infection. In: *Current Therapy in Equine Medicine*, Ed:
1907 N.E. Robinson, W.B. Saunders, Philadelphia. p. 288-289, 1983.
- 1908 EUROPEAN SCIENTIFIC COUNSEL COMPANION ANIMAL PARASITES
1909 (ESCCAP). A guide to the treatment and control of equine gastrointestinal parasite
1910 infections, 2nd edition.
- 1911 Flores, A.G., Osmari, V., Ramos, F., Marques, C.B., Ramos, D.J., Botton, S.A., Vogel,
1912 F.S.F., Sangioni, L.A. Multiple resistance in equine cyathostomins: a case study
1913 from military establishments in Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de*
1914 *Parasitologia Veterinária*, 29,1-9, 2020.
- 1915 Gordon, H.M & Whitlock, H.V. A new technique for counting nematode eggs in sheep
1916 faeces. *Journal of the Council for Scientific and Industrial Research*,12,50-52, 1939.
- 1917 Henneke, D.R; Potter, G.D; Kreider, J.L., et al. Relationship between condition score,
1918 physical measurements and body fat percentage in mares. *Equine Vet. J.* v.15, p.371–372,
1919 1983.

- 1920 Kaspar, A., Pfister, K., Nielsen, M.K., Silaghi, C., Fink, H., Scheuerle, M. Detection of
1921 *Strongylus vulgaris* in equine faecal samples by real-time PCR and larval culture – method
1922 comparison and occurrence assessment. BMC Veterinary Research, 13, 1-9, 2017.
- 1923 Kaplan, R.M. Anthelmintic resistance in nematodes of horses. Veterinary Research, v. 33,
1924 p. 491–507, 2002.
- 1925 Leathwick, D.M; Sauermann, C.W; Nielsen, M.K. Managing anthelmintic resistance in
1926 cyathostomin parasites: Investigating the benefits of refugia-based strategies. IJP: Drugs
1927 and Drugs Resistance, v.10, p. 118-124, 2019.
- 1928 Lignon, J.S, Gonçalves, N.F, Cunha, L.L., et al. Anthelmintic resistance in Creole horses in
1929 the South of Rio Grande do Sul, Brazil. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. v.73, p.598-604,
1930 2021.
- 1931 Love, S; Duncan, J.L. Could the worms have turned? Equine Vet. J. v.23, p.152–154,
1932 1991.
- 1933 Love, S. Treatment and prevention of intestinal parasite-associated disease. Veterinary
1934 Clinics of North America. Equine Practice, v.19, p.791–806, 2003.
- 1935 Lyons, E.T., Tolliver, S.C., Drudge, J.H. Historical perspective of cyathostomes:
1936 prevalence, treatment and control programs. Veterinary Parasitology 85, 97–112, 1999.
- 1937 Molento, M.B. Resistência parasitária em helmintos de eqüídeos e propostas de
1938 manejo. Ciência Rual, Santa Maria, 35, 1469- 1477, 2005.
- 1939 Monahan, C.M.; Chapman, M.R.; Taylor, H.W. et al. Comparison of moxidectin oral gel
1940 and ivermectin oral paste against a spectrum of internal parasites of ponies with special
1941 attention to encysted cyathostome larvae. Veterinary Parasitology, v. 63, p. 225–235, 1996.
- 1942 Nielsen, M.K., Kaplan, R.M., Thamsborg, S.M., et al. Climatic influences on development
1943 and survival of free-living stages of equine strongyles: implications for worm control
1944 strategies and managing anthelmintic resistance. Vet. J. v.174, p.23–32, 2007.
- 1945 Nielsen, M.K; Branam, M.A; Wiedenheft, A.M., et al. Anthelmintic efficacy against
1946 equine strongyles in the United States. Veterinary Parasitology, v. 259, p. 53-60, 2018.
- 1947 Nielsen, M.K; Mittel, L; Grice, A., et al. AAEP parasite control guidelines. Lexington:
1948 American Association of Equine Practitioners. 2019.
- 1949 Nielsen, M.K., Peterson, D.S., Monrad, J., Thamsborg, S.M., Olsen, S.N., Kaplan, R.M.
1950 Detection and semi-quantification of *Strongylus vulgaris* DNA

- 1951 in equine faeces by real-time quantitative PCR. *International Journal for Parasitology*, 38,
1952 443–453, 2008.
- 1953 Nielsen, M.K. Sustainable equine parasite control: perspectives and research needs.
1954 *Veterinary Parasitology*, 185, 32-44, 2012.
- 1955 Nielsen, M.K. Anthelmintic resistance in equine nematodes: Current status and emerging
1956 trends. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, v. 20, p. 76–88,
1957 2022.
- 1958 Ogbein, K.E; Logo, A.G; Oshadu, D.O., et al. Gastrointestinal parasites of horses and their
1959 socio-economic impact in Jos Plateau- Nigeria. *Applied veterinary research*, 2022.
- 1960 Pook, J.F., Power, M.L., Sangster, N.C., Hodgson, J.L., Hodgson, D.R. Evaluation of tests
1961 for anthelmintic resistance in cyathostomes. *Veterinary Parasitology* 106, 331–343, 2002.
- 1962 Poynter, D. Seasonal fluctuation in the number of strongyle eggs passed by horses. *Vet.*
1963 *Rec.* v.66, p.74-78, 1954.
- 1964 Reinemeyer C.R; Nielsen, M.K. Review of the biologia and control of *oxyuris equi*.
1965 *Equine Veterinary Education*. v.26, p.584-591, 2014.
- 1966 Rendle, D; Austin, C; Bowen M., et al. Equine de-worming: a consensus on current best
1967 practice. *UK-Vet Equine*, v. 3, p.1-14, 2019.
- 1968 Rodrigues, V.D; Freitas, M.G; Milan, B., et al. Clinical and Parasitological evaluation of
1969 Ivermectin and Ivermectin + Pyrantelc against *Oxyuris equi* in equines. *Journal of equine*
1970 *veterinary science*. v. 121, p.1-6, 2023
- 1971 Roberts, F.H.S, O’Sullivan, P.J. and Riek, R.F. The epidemiology of parasitic gastro-
1972 enteritis of cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*, 3, 187-226, 1952.
- 1973 Sallé, G; Guillot, J; Tapprest, J., et al. Compilation of 29 years of postmortem
1974 examinations identifies major shifts in equine parasite prevalence from 2000 onwards.
1975 *International Journal for Parasitology*. p. 1 -28, 2020.
- 1976 Santos, C.N., Souza, L.S., Quinelato, S.B., Couto, M.C.M., Pinheiro, J., Rodrigues, M.L.A.
1977 Seasonal dynamics of cyathostomin (Nematoda – Cyathostominae)
1978 infective larvae in *Brachiaria humidicola* grass in tropical southeast
1979 Brazil. *Veterinary Parasitology*, 180, 274–278, 2011.
- 1980 Sangster, N. Pharmacology of anthelmintic resistance in cyathostomes: will it occur with
1981 the avermectin/milbemycins? *Vet. Parasitol.* 85, 189-204, 1999.

- 1982 Scare, J.A; Leathwick, D.M; Sauermann, C.W., et al. Dealing with double trouble:
1983 Combination deworming against double-drug resistant cyathostomins. IJP: Drugs and Drug
1984 Resistance. v. 12, p. 28–34, 2020.
- 1985 Silva, R.H.P; Rezende, A.S.C; Saliba, E.O.S., et al. The effect of deworming on apparent
1986 digestion body weight, and condition in heaving parasitized mares. Journal of Equine
1987 Veterinary Science, v.36, p. 83-89, 2016.
- 1988 Steuer, A.E; Anderson, H.P; Shepherd, T., et al. Parasite dynamics in untreated horses
1989 through one calendar year. Parasites & vectores. v.15,2022.
- 1990 Taylor, E.L. Technique for the estimation of pasture infestation by strongyloid larvae.
1991 Parasitology, 31, 473-478, 1939.
- 1992 Teixeira, W.F.P., Felippelli, G., Cruz, B.C., Maciel, W.G., Fávero, F.C., Gomes, L.V.C.,
1993 Buzzulini, C., Prando, L., Bichuette, M.A., Lopes, W.D.Z., Oliveira, G.P.O., Costa, A.J.
1994 Endoparasites of horses from the Formiga city, located in center-west region of the state of
1995 Minas Gerais, Brazil. Brazilian Journal Veterinary Parasitology, 23, 534-538, 2014.
- 1996 Tesfu, N., Asrade, B., Abebe, R., Kasaye S. Prevalence and risk factors of gastrointestinal
1997 nematode parasites of horse and donkeys in Hawassa town, Ethiopia. Journal of Veterinary
1998 Science and Technology 5:2157–7579, 2014.
- 1999 Traversa, D., Iorio, R., Otranto, D., Giangaspero, A., Milillo, P., Klei, T.R. Species-
2000 specific identification of equine cyathostomes resistant to fenbendazole and susceptible to
2001 oxibendazole and moxidectin by macroarray probin. Experimental Parasitology, 121, 92–
2002 95, 2009.
- 2003 Tydén, E., Enemark, H.L., Franko, M.A., et al. Prevalence of *Strongylus vulgaris* in horses
2004 after ten years of prescription usage of anthelmintics in Sweden. Vet. Parasitol, 2019.
- 2005 Vera, J. H.S. Resistência anti-helmíntica em equinos na região oeste do estado de São
2006 Paulo. 2014. 63p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) – Câmpus
2007 experimental de Dracena, Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”, Dracena.
- 2008 Wang, C. and Paul, M. eggCounts: Hierarchical Modelling of Faecal Egg Counts. R
2009 package version 2.3 2021.
- 2010 Wilkes, E.J.A., Heller, J., Raidal, S.L., Woodgate, R.G., Hughes, K.J. A questionnaire
2011 study of parasite control in Thoroughbred and Standardbred horses in Australia. Equine
2012 Vet. J. v. 52, p. 547-555, 2020.

2013 Xiao, L; Herd, R.P; Majewski, G.A. Comparative efficacy of moxidectin and ivermectin
2014 against hypobiotic and encysted cyathostomes and other equine parasites. Vet. Parasitol.
2015 v.53, p.83-90, 1994.

2016

2017

2018

2019

2020

2021

2022

2023

2024

2025

2026

2027

2028

2029

2030

2031

2032

2033

2034

2035

2036

2037

2038

2039

2040

2041

2042

CONSIDERAÇÕES/CONCLUSÃO (GERAL)

Em relação à epidemiologia da verminose em equinos criados a pasto no cerrado brasileiro, os resultados permitem concluir que estação do ano, pluviometria e OPG exercem influência sobre o número de larvas na pastagem. Pouco regime de chuva, durante a estação seca, favorece o número de larvas na pastagem. Por fim, houve forte influência do ano do estudo no número de larvas na pastagem, principalmente por estar ligado com mudanças climáticas. Esse estudo é o primeiro estudo que analisa a sazonalidade de equinos no cerrado brasileiro, sem tratamento por dois anos e em criação extensiva com pastejo contínuo durante o ano todo. Essas informações servem como base para futuros estudos com estratégias de controle. Em relação ao controle estratégico em equinos adultos criados de forma extensiva em regiões tropicais, dois tratamentos durante o ano foram capazes de controlar a infecção e reduzir a contaminação ambiental, sendo indicado os tratamentos nos meses de maio e fevereiro, já que são as épocas do ano com maiores número de larvas na pastagem e maior eliminação de ovos nas fezes. Esse calendário de tratamento mantém os parâmetros de sanidade dos equinos, não provocando redução no escore e nem perda de peso e não permite o aumento de *S. vulgaris* no rebanho.

IMPACTO ECONÔMICO, SOCIAL, TECNOLÓGICO E/OU INOVAÇÃO

Esse estudo é a primeiro a desenvolver um calendário de vermifugação para equinos criados a campo e avaliar esse calendário a campo. Até o momento, a maioria dos estudos foram realizados com programas computacionais apenas. Além disso com os resultados desse estudo podemos entender como funciona a sazonalidade dos principais parasitas de equinos e dessa forma ter embasamento para futuros estudos com controle. Com os relatos de resistência anti-helmíntica cada vez mais frequente são necessários estudos para entender e controlar a verminose equina de uma forma que não provoque prejuízos para a sanidade desses animais.