

RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA SOBRE O PROJETO:

“Fatores que afetam as enteroparasitoses em macacos-prego (*Sapajus libidinosus*) do ecótono Cerrado/Caatinga”

Camila Yukie Takiyama

Fernando Silveira Marques

Prof^a. Dr^a. Elisete da Conceição Quintaneiro Aubin

Prof^a. Dr^a. Viviana Giampaoli

São Paulo

2017

CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA – CEA – USP
RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA – 17P20

TÍTULO: Relatório de Análise Estatística sobre o Projeto: “Fatores que afetam as enteroparasitoses em macacos-prego (*Sapajus libidinosus*) do ecótono Cerrado/Caatinga”

PESQUISADORA: Gisele Zago Corrêa

ORIENTADORA: Patrícia Izar

INSTITUIÇÃO: Instituto de Psicologia (IP) – USP

FINALIDADE: Doutorado

RESPONSÁVEIS PELA ANÁLISE: Elisete da Conceição Quintaneiro Aubin

Viviana Giampaoli

Camila Yukie Takiyama

Fernando Silveira Marques

REFERÊNCIA DESTE TRABALHO:

AUBIN, E.C.Q., GIAMPAOLI, V., TAKIYAMA, C.Y., MARQUES, F.S. (2017). **Relatório de Análise Estatística sobre o Projeto: “Fatores que afetam as enteroparasitoses em macacos-prego (*Sapajus libidinosus*) do ecótono Cerrado/Caatinga”**. São Paulo, IME-USP, RAE – CEA - 17P20.

FICHA TÉCNICA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRESTI, A. (2007). **An Introduction to Categorical Data Analysis.** 2^a Edição. Hoboken: John Wiley & Sons. 372p.

CLARKSON, D.B., FAN, Y. e JOE, H. (1993). **A Remark on Algorithm 643: FEXACT: An Algorithm for Performing Fisher's Exact Test in r x c Contingency Tables.** ACM Transactions on Mathematical Software, 19, 484–488.

CONOVER, W.J. (1999). **Practical Nonparametric Statistics.** 3^a Edição. New York: John Wiley & Sons. 584p.

HARTIG, F. (2017). **DHARMA: Residual Diagnostics for Hierarchical (Multi-Level/Mixed) Regression Models.** R package version 0.1.5. Disponível em <https://cran.r-project.org/web/packages/DHARMA/vignettes/DHARMA.html>. Acessado em 24 de novembro de 2017.

KING, G. e ZENG, L. (2001). **Logistic Regression in Rare Events Data.** Political Analysis, 9, 2.

KUTNER, M.H., NACHTSHEIM, C.J., NETER, J. e LI, W. (2004). **Applied linear statistical models.** 5^a Edição. Boston: McGraw-Hill Irwin. 1396p.

RYLANDS, A.B. e KIERULFF, M.C.M (2015). ***Sapajus libidinosus*.** The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T136346A70613080. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-1.RLTS.T136346A70613080.en>. Acessado em 8 de setembro de 2017.

PROGRAMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS

Microsoft Word para Windows 10

Microsoft Excel para Windows 10

R versão 3.3.3

TÉCNICAS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS

Análise Descritiva Unidimensional (03:010)

Análise Descritiva Multidimensional (03:020)

Análise de Associação e Dependência de Dados Quantitativos (06:010)

Análise de Associação e Dependência de Dados Qualitativos (06:020)

Regressão Logística (07:090)

Outros (07:990)

ÁREA DE APLICAÇÃO

Outros (14:990)

ÍNDICE

1. Introdução	7
2. Objetivos	7
3. Descrição do estudo	8
4. Descrição das variáveis	8
4.1. Variáveis respostas	8
4.2. Variáveis explicativas	9
4.2.1. Variáveis quantitativas	9
4.2.2. Variáveis qualitativas	9
5. Análise descritiva	10
5.1. Diversidade.....	11
5.2. Ocorrência e prevalência	13
6. Análise inferencial.....	14
6.1. Diversidade.....	16
6.1.1. Interpretação dos coeficientes dos efeitos fixos	17
6.1.2. Interpretação dos efeitos aleatórios	17
6.2. Ocorrência.....	18
6.2.1. A - Spirurida	19
6.2.1.1. Interpretação dos coeficientes dos efeitos fixos	19
6.2.1.2. Interpretação dos efeitos aleatórios	20
6.2.2. B - Strongyloides	20
6.2.2.1. Interpretação dos coeficientes dos efeitos fixos	21
6.2.2.2. Interpretação dos efeitos aleatórios	21
6.2.3. C - Strongylida	22
6.2.3.1. Interpretação dos coeficientes dos efeitos fixos	22
6.2.3.2. Interpretação dos efeitos aleatórios	23
6.2.4. D - Filaroididae	23
6.2.4.1. Interpretação dos coeficientes dos efeitos fixos	23
6.2.4.2. Interpretação dos efeitos aleatórios	24
7. Conclusões	24

Apêndice A.....	26
Apêndice B.....	39

RESUMO

A infecção por parasitas em uma espécie de macaco-prego (*Sapajus libidinosus*) pode ser vista como um dos custos de se viver em grupo, tornando o estudo da relação entre sociabilidade e enteroparasitoses um assunto relevante.

Este relatório visa, por meio de análises descritivas e inferenciais, analisar a existência de relação entre ocorrência e diversidade de parasitas intestinais e características de indivíduos de uma espécie de macaco-prego (*Sapajus libidinosus*). Além disso, visa analisar a existência de relação entre ocorrência e diversidade de enteroparasitas e variáveis climáticas de uma área de ecótono Cerrado/Caatinga. Para isso, foram coletadas amostras fecais de 41 macacos pertencentes a três grupos (grupo T, Chicão e Zangado), e analisadas quanto à diversidade e à presença ou ausência de 16 tipos de parasitas intestinais.

As análises descritivas mostraram maior diversidade na estação chuvosa. Entre os grupos, a diversidade parece ser maior para o grupo Chicão. Além disso, a diversidade de enteroparasitas parece aumentar com a idade do macaco. As análises sugeriram ainda o aumento da diversidade com o aumento da média mensal da temperatura máxima e com a diminuição da média mensal da umidade máxima e da umidade mínima. Considerando-se uma defasagem de um mês, observou-se também um aumento na diversidade com a diminuição da média mensal da temperatura mínima, e com a diminuição da pluviosidade total mensal.

Para a análise inferencial, foram ajustados modelos de regressão mistos. Para a maioria dos modelos, observou-se um aumento na diversidade e na chance de ocorrência de parasitas com o aumento da idade do macaco, além de um aumento da diversidade e da chance de ocorrência de parasitas na estação chuvosa em relação à estação seca, e para macacos de status 1, 2 ou 3 em relação a macacos de status 4.

1. Introdução

Sapajus libidinosus é uma espécie de macaco-prego com ampla distribuição no Brasil, sendo encontrada nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Tocantins. A espécie habita florestas ripárias e formações arbóreas e arbustivas dos biomas Cerrado e Caatinga, alimentando-se principalmente de frutos, sementes e artrópodes. Vivem em grupos com maior número de fêmeas e possuem hierarquia de dominância em ambos os sexos, sendo o macho de posição hierárquica superior dominante sobre a fêmea de posição hierárquica superior (RYLANDS e KIERULFF, 2015).

Dentre os benefícios de viver em grupo, destacam-se o compartilhamento de alimentos e a redução da vulnerabilidade frente a predadores, além da defesa coletiva do território. No entanto, esse modo de vida apresenta também custos, como, por exemplo, a infecção por parasitas. No caso de parasitoses intestinais, a transmissão ocorre, principalmente, por meio de contaminação oral e pela penetração de larvas na pele. Dessa forma, o estudo da relação entre as enteroparasitoses e a sociabilidade desses primatas é um assunto relevante.

Este relatório visa analisar, para uma espécie de macaco-prego (*Sapajus libidinosus*), a existência de relação entre ocorrência e diversidade de parasitas intestinais e as características de indivíduos, tais como sexo e idade, além de variáveis climáticas, como pluviosidade, temperatura e umidade de uma área de ecótono Cerrado/Caatinga.

2. Objetivos

Este trabalho tem como finalidade:

- Verificar se existe relação entre características de indivíduos de uma espécie de macaco-prego (*Sapajus libidinosus*) como sexo e idade e a ocorrência e diversidade de parasitas intestinais;

- Verificar se existe relação entre variáveis climáticas como temperatura, umidade e pluviosidade e a ocorrência e diversidade de parasitas intestinais em uma população de macacos-prego (*Sapajus libidinosus*).

3. Descrição do estudo

A base de dados principal é composta por dados de amostras fecais de 41 macacos-prego (*Sapajus libidinosus*) pertencentes a três grupos (Chicão, Zangado e T) de uma área de ecótono Cerrado/Caatinga ao sul do Piauí (Fazenda Boa Vista), coletadas de 7 de outubro de 2014 a 31 de outubro de 2016, totalizando 531 observações.

As amostras fecais foram coletadas imediatamente após a defecação, de forma oportunística durante a observação dos animais, resultando em diferentes quantidades de amostras para cada indivíduo. Elas foram analisadas quanto à presença ou não de 16 tipos de parasitas, e quanto à diversidade destes em uma mesma amostra.

4. Descrição das variáveis

Variáveis de interesse em um experimento são chamadas de variáveis respostas. As variáveis que podem afetar a resposta são chamadas de variáveis explicativas.

4.1. Variáveis respostas

As variáveis respostas deste estudo são:

- Diversidade: número de diferentes espécies de parasitas encontradas na amostra fecal;
- A - Spirurida: presença (1) ou ausência (0) do parasita na amostra;
- A - Spirurida 2: presença (1) ou ausência (0) do parasita na amostra;
- A - Spirurida 3: presença (1) ou ausência (0) do parasita na amostra;
- B - Strongyloides: presença (1) ou ausência (0) do parasita na amostra;
- C - Strongylida: presença (1) ou ausência (0) do parasita na amostra;
- D - Filaroididae: presença (1) ou ausência (0) do parasita na amostra;
- E - cestódeo NI: presença (1) ou ausência (0) do parasita na amostra;
- G - Ascarididae: presença (1) ou ausência (0) do parasita na amostra;

- G - Ascarídeo 2: presença (1) ou ausência (0) do parasita na amostra;
- G - Ascarídeo 3: presença (1) ou ausência (0) do parasita na amostra;
- G - Ascarídeo 4: presença (1) ou ausência (0) do parasita na amostra;
- G - Subulura: presença (1) ou ausência (0) do parasita na amostra;
- H - Giardia: presença (1) ou ausência (0) do parasita na amostra;
- I - Balantidium: presença (1) ou ausência (0) do parasita na amostra;
- J - Entamoeba coli: presença (1) ou ausência (0) do parasita na amostra;
- K - Coccídeo: presença (1) ou ausência (0) do parasita na amostra.

4.2. Variáveis explicativas

As variáveis explicativas podem ser classificadas em dois tipos: quantitativas ou qualitativas.

4.2.1. Variáveis quantitativas

As variáveis quantitativas deste estudo são descritas a seguir:

- Temperatura máxima média mensal (°C): média das temperaturas máximas registradas no mês de coleta;
- Temperatura mínima média mensal (°C): média das temperaturas mínimas registradas no mês da coleta;
- Umidade máxima média mensal (%): média das umidades máximas registradas no mês da coleta;
- Umidade mínima média mensal (%): média das umidades mínimas registradas no mês da coleta;
- Pluviosidade total mensal (mm): pluviosidade total registrada no mês de coleta;
- Idade (meses): idade do indivíduo.

4.2.2. Variáveis qualitativas

As variáveis qualitativas deste estudo são descritas a seguir:

- Estação: seca (maio a setembro) ou chuvosa (outubro a abril);
- Família: família por nome da mãe;
- Grupo: grupo T, Chicão ou Zangado;
- Sexo: fêmea ou macho;
- Idade categorizada: infante dependente (de 0 a 6 meses), infante independente (de 6 a 12 meses), juvenil (de 12 a 36 meses) ou adulto (acima de 36 meses);
- Status: 1 (mais dominante), 2, 3 (menos dominante) ou 4 (sem status).

5. Análise descritiva

Na análise descritiva, buscamos retratar e identificar os fatores que podem afetar a diversidade de enteroparasitas e a prevalência ou ocorrência dos mesmos na população de macacos-prego estudada.

A base de dados, composta por 531 registros, possui 207 dados faltantes para *Idade (Meses)*, referentes a 17 macacos. Para não prejudicar as análises, essas idades foram estimadas pelas pesquisadoras, com base na opinião de especialistas. Além disso, durante o período de coleta dos dados, dois animais mudaram de grupo. Nesses casos, foram considerados apenas os grupos finais em que eles estiveram.

A Tabela A.1 apresenta os tamanhos dos grupos e a quantidade de fêmeas e machos em cada um deles. O grupo Chicão é o maior, seguido do grupo Zangado e do grupo T. Nota-se que os grupos T e Zangado não apresentam um maior número de fêmeas em relação aos machos, como é observado, em geral, para grupos dessa espécie.

A Tabela A.2 mostra o número de diferentes indivíduos amostrados em cada faixa etária, por grupo, durante o período do estudo. Alguns indivíduos (14) mudaram de faixa etária durante esse período e, portanto, são contabilizados mais de uma vez na tabela. Não foram amostrados infantes no grupo T, nem infantes dependentes no grupo Zangado.

O Gráfico B.1 apresenta o número de amostras fecais coletadas por indivíduo de cada grupo, bem como sua categoria etária. Observa-se um maior número de amostras coletadas no grupo Chicão (394), seguido do grupo Zangado (87) e do grupo T (50). Em

média, foram 15,2 amostras coletadas por indivíduo no grupo Chicão, 9,7 no grupo Zangado e 8,3 no grupo T. O menor número de amostras coletadas para um mesmo indivíduo foi de uma amostra, e o maior número, de 24 amostras. Além disso, nota-se um maior número de amostras coletadas de macacos adultos (379), seguido de juvenis (115), infantes independentes (33) e infantes dependentes (4), o que reflete uma das limitações da coleta, que é a dificuldade de obtenção de amostras de infantes.

A Tabela A.3 e o Gráfico B.2 apresentam medidas descritivas das variáveis climáticas. Nota-se que as variáveis *Temperatura Mínima Média Mensal* e *Pluviosidade Total Mensal* apresentam pontos discrepantes (“outliers”). No caso da temperatura mínima, trata-se do mês de agosto de 2016, com média de 18,2ºC. Já para a pluviosidade, o ponto refere-se ao mês de janeiro de 2016, que apresentou um dia com índice de pluviosidade muito elevado, aumentando assim o total mensal para 1476 mm.

5.1. Diversidade

Define-se como diversidade o número de diferentes tipos de enteroparasitas encontrados nas amostras coletadas.

Por conta do desbalanceamento da base de dados, como medida de diversidade, foi calculada a diversidade máxima por indivíduo, ou seja, para cada categoria das variáveis qualitativas, considerou-se como amostra fecal de cada indivíduo aquela com maior diversidade. O Gráfico B.3 apresenta os gráficos tipo boxplot da diversidade máxima de enteroparasitas por indivíduo segundo *Estação*, *Grupo*, *Sexo* e *Status*. Observa-se uma maior diversidade máxima na estação chuvosa, bem como uma maior variabilidade dos dados em relação à estação seca. Para *Grupo*, nota-se uma maior diversidade máxima no grupo Chicão, que também apresenta uma maior variabilidade. O gráfico sugere ainda uma maior diversidade máxima para fêmeas e uma menor diversidade máxima para macacos de status 4.

O Gráfico B.4 apresenta os gráficos tipo boxplot da diversidade máxima de enteroparasitas segundo *Família*, separados por grupo. Para o grupo Zangado, chama a atenção uma menor diversidade máxima para os indivíduos da família da Moça Chita.

O gráfico de dispersão B.5 mostra a diversidade máxima de cada indivíduo pela sua idade em meses. Para os casos em que a diversidade máxima foi observada mais

de uma vez para um mesmo indivíduo, foi considerada a idade em que ele apresentou a diversidade máxima pela primeira vez. O gráfico sugere um aumento da diversidade máxima com o aumento da idade.

Para as variáveis climáticas, foram considerados os valores médios por mês das temperaturas máxima e mínima e das umidades máxima e mínima e o valor total mensal da pluviosidade. Pela complexidade da pesquisa, os resultados obtidos em relação a essas variáveis devem ser considerados com certa ressalva, dado que não se conhece, por exemplo, quanto tempo um parasita esteve ao ar livre até se instalar no hospedeiro. Entretanto, prosseguiu-se com a análise considerando a diversidade máxima de enteroparasitas por mês. Os gráficos de dispersão B.6 apresentam a diversidade máxima mensal pelas variáveis climáticas. Para *Pluviosidade Total Mensal*, desconsiderou-se o ponto aberrante, por ser possivelmente influente. Nota-se que um aumento da média mensal da temperatura máxima aparentemente ocasiona um aumento na diversidade máxima mensal de enteroparasitas, o qual é esperado. Já um aumento na média mensal da umidade máxima ou da umidade mínima, parece estar associado a uma diminuição na diversidade máxima mensal. Para entender esse fenômeno, apesar de as relações entre as variáveis climáticas serem conhecidas na literatura, para também caracterizar o clima da região do estudo, propomos um estudo de correlações. Dessa forma, o Gráfico B.7 apresenta a matriz de correlação de Spearman¹ entre as variáveis climáticas. Na Tabela A.4, apresentamos um guia para interpretar os valores dos coeficientes do Gráfico B.7.

Supondo-se que o efeito do clima na diversidade de parasitas não seja observado no mesmo mês, ou seja, que exista uma defasagem temporal, pode-se considerar as variáveis climáticas de um intervalo de tempo anterior à coleta das amostras fecais. Esse intervalo de tempo é chamado de “lag”. Neste estudo, segundo as pesquisadoras, supõe-se que o lag possa ser de até um mês. O gráfico de dispersão B.8 apresenta a diversidade máxima segundo as variáveis climáticas observadas no mês anterior. Nota-se que, além das tendências observadas anteriormente para as variáveis climáticas sem lag, a

¹ O coeficiente de Spearman ρ é uma medida de correlação não-paramétrica que mede a força e direção de associação monotônica entre duas variáveis ordinais, sem fazer suposições sobre suas distribuições. Diferentemente do coeficiente de Pearson, o coeficiente de Spearman não requer a suposição de que a relação entre as variáveis seja linear, sendo menos restritivo. Suas interpretações, no entanto, são semelhantes. Quanto mais próximo de ± 1 , mais forte é a associação monotônica entre as variáveis (KUTNER et al., 2004).

Temperatura Mínima Média Mensal e a *Pluviosidade Total Mensal* do mês anterior ao mês da coleta passam a ter tendência decrescente, ou seja, com o aumento da temperatura mínima ou da pluviosidade total, observa-se uma diminuição na diversidade máxima mensal.

5.2. Ocorrência e prevalência

A Tabela A.5 apresenta a ocorrência de cada um dos 16 tipos de parasitas nas amostras, bem como o número de indivíduos infectados. Nota-se que os tipos mais predominantes foram A - Spirurida, B - Strongyloides, C - Strongylida e D - Filaroididae. Além disso, alguns tipos de enteroparasitas tiveram poucas ocorrências, como A - Spirurida 3, G - Ascarídeo 4, G - Subulura, I - Balantidium, que infectaram os indivíduos Arizomar, Piaçava, Tenente e Taís, respectivamente.

O Gráfico B.9 apresenta a proporção de amostras infectadas por cada parasita, para cada indivíduo, separados por grupo. Observa-se que dois indivíduos não foram infectados por nenhum tipo de parasita durante o período de coleta dos dados: Dançarina e Caju.

O Gráfico B.10 mostra a contagem e a proporção de amostras infectadas simultaneamente por cada dupla de parasitas, em relação ao parasita de cada linha. Observa-se que o parasita G - Subulura foi o único que não foi observado conjuntamente com nenhum outro tipo de parasita. Além disso, os parasitas A - Spirurida 2 e A - Spirurida 3 aparecem juntos em todas as amostras.

Os gráficos de dispersão B.11 a B.16 apresentam a proporção mensal de indivíduos infectados versus as variáveis climáticas do mês de coleta, para os tipos de parasita com maior número de ocorrências: A, B, C, D, E e G. Nota-se que as tendências diferem entre os grupos.

Com o intuito de investigar quais são os parasitas mais comumente encontrados nos indivíduos estudados e identificar o quanto estão disseminados na população, calculou-se a prevalência dos diferentes tipos de enteroparasitas. A prevalência pode ser calculada como a proporção de indivíduos contaminados por um determinado parasita, num determinado intervalo de tempo. Neste caso, o intervalo de tempo é o próprio intervalo de estudo.

O Gráfico B.17 apresenta uma linha cronológica com as datas da primeira ocorrência de cada tipo de parasita. A altura dos pontos é proporcional à prevalência de indivíduos infectados pelo parasita. Observa-se que os tipos de parasitas com aparecimento tardio tiveram uma proporção menor de indivíduos infectados, podendo indicar que o método de análise das amostras fecais não foi capaz de detectá-los anteriormente, ou que são infecções novas que ainda serão transmitidas entre os indivíduos.

Os gráficos B.18 a B.22 apresentam a prevalência de cada tipo de parasita por grupo, sexo, idade, família e status, respectivamente. Observa-se que os parasitas mais predominantes (A - Spirurida, B - Strongyloides, C - Strongylida e D - Filaroididae) afetam os três grupos. O parasita G - Ascarididae também atinge os três grupos, mas afeta uma proporção menor de indivíduos. Os demais parasitas não chegam a atingir os três grupos e possuem, de maneira geral, prevalências menores. Em relação ao sexo, o gráfico sugere uma maior prevalência de alguns tipos de parasitas em fêmeas. Observa-se ainda que a maioria dos enteroparasitas têm maior prevalência em indivíduos adultos e juvenis. Em relação à família, nota-se que a família da Moça Chita é afetada apenas pelo parasita C - Strongylida. Para status, observa-se que os parasitas A - Spirurida e D - Filaroididae afetam todos os status, mas têm uma prevalência menor em macacos de status 4.

6. Análise inferencial

Nesta seção, são ajustados modelos de regressão para estimar a diversidade e a presença ou ausência de certos tipos de parasitas (variáveis respostas) com base nas variáveis climáticas, sociais e individuais (variáveis explicativas).

Pelos resultados encontrados na análise descritiva, nota-se a existência de correlações muito fortes entre as variáveis climáticas, o que pode afetar as estimativas dos coeficientes dos modelos de regressão. Uma alternativa para lidar com isso é excluir uma ou mais variáveis altamente correlacionadas. Segundo as pesquisadoras, as estações seca e chuvosa são bem definidas e, portanto, supõe-se que a diferença entre elas seja caracterizada pelas variáveis climáticas consideradas. Dessa forma, o Gráfico B.23 apresenta os gráficos tipo boxplot das variáveis climáticas segundo as estações. Para comparar cada uma destas variáveis em relação às estações seca e chuvosa, foi

realizado o teste de Mann-Whitney (CONOVER, 1999) e, a um nível de significância de 5%, a Temperatura Máxima Média Mensal foi a única variável que não diferiu entre as estações. Portanto, para representar o clima, serão consideradas as variáveis *Estação*, *Temperatura Máxima Média Mensal* e *Temperatura Máxima Média Mensal Lag 1* para o ajuste dos modelos, pois as influências das outras variáveis serão consideradas ao incluir a variável *Estação*.

Uma vez que as variáveis explicativas quantitativas são medidas em escalas diferentes, é importante padronizá-las, para que as variáveis com maior intervalo de variação não tenham importância maior na análise. A Tabela A.6 apresenta fórmulas para conversão da variável original para a variável padronizada, e da variável padronizada para a variável original. Estas fórmulas foram obtidas subtraindo-se o valor da média, dividindo-se pelo desvio padrão e subtraindo-se o valor mínimo obtido, para que o valor mínimo de cada variável original equivalesse a zero na variável padronizada. Como a interpretação dos coeficientes estimados dos modelos de regressão é feita a partir da variação na variável padronizada, a Tabela A.7 apresenta a equivalência para as variáveis originais.

A pedido das pesquisadoras, foram ajustados modelos com a base de dados sem os indivíduos de status 4, no intuito de verificar a existência de diferenças entre os efeitos dos status 1, 2 e 3 nas enteroparasitoses, que foram observadas apenas para o parasita C - Strongylida. Nos casos em que essa diferença não foi observada, optou-se por ajustar os modelos com a base de dados completa, uma vez que, além de evitar a perda de 70 observações de infantes e juvenis, a classificação de status é feita com base em comportamentos agonísticos e, portanto, o status 4 pode refletir características relevantes no estudo das enteroparasitoses.

Durante o período do estudo, amostras fecais de um mesmo macaco foram coletadas em diversos contextos. As observações obtidas para um mesmo indivíduo ou para um mesmo grupo podem não ser independentes entre si e, portanto, é importante considerar uma estrutura de correlação entre elas, o que pode ser feito por meio do ajuste de modelos mistos, que combinam efeitos fixos e efeitos aleatórios. Quando o interesse é fazer inferência apenas para os níveis observados da variável, por exemplo, sexo (macho ou fêmea), o efeito da variável é definido como efeito fixo. O efeito aleatório pode

ser visto como a variabilidade existente num determinado efeito, resultante de diferenças intrínsecas dos indivíduos e grupos.

Para o ajuste dos modelos, consideraram-se como aleatórios os efeitos de grupo e de indivíduo dentro do grupo. Desta maneira, esses efeitos correspondem a acréscimos ou decréscimos na média populacional da diversidade e na chance de ocorrência dos parasitas.

Para seleção de variáveis significantes, foi realizado o teste de Wald para cada efeito fixo, considerando-se um nível de significância de 5%. Optou-se por agrupar níveis não significativos de variáveis qualitativas com o nível de referência, ou com o nível adjacente, no caso em que as estimativas dos coeficientes foram similares entre si. As variáveis com valor-p maior que 5% foram excluídas dos modelos, e os modelos reajustados.

Os resultados são apresentados a seguir.

6.1. Diversidade

Vamos supor que a diversidade de enteroparasitas do indivíduo i , pertencente ao grupo g siga uma distribuição de Poisson de média μ_{gi} tal que:

$$\log(\mu_{gi}) = X\beta + \gamma_g + \gamma_{gi},$$

em que X é a matriz de variáveis explicativas associadas aos efeitos fixos, β é o vetor de efeitos fixos a serem estimados, γ_g é o efeito aleatório do grupo g e γ_{gi} é o efeito aleatório do indivíduo i , pertencente ao grupo g , com todos os efeitos aleatórios com distribuição normal. Tomou-se como referência um indivíduo com 5 meses de idade, pertencente ao nível 1, 2 ou 3 de status, observado na estação seca.

As estimativas dos coeficientes do modelo ajustado são apresentadas na Tabela A.8. Para verificar a qualidade do ajuste do modelo, foi realizada a análise dos resíduos com base na metodologia proposta por Hartig (2017). Os gráficos de diagnóstico apresentados na Figura B.24 não sugerem violação das suposições do modelo.

6.1.1. Interpretação dos coeficientes dos efeitos fixos

Intercepto:

- O intercepto $\exp(-0,152) = 0,859$ representa a média da diversidade para um macaco de 5 meses de idade, de status 1, 2 ou 3, na estação seca.

Idade:

- O aumento de 1 unidade na idade padronizada (equivalente a aproximadamente 67 meses) multiplica a média da diversidade por $\exp(0,186) = 1,205$, mantendo-se todas as outras variáveis constantes, ou seja, há um aumento de aproximadamente 20% na média da diversidade;
- Como regra geral, o aumento de x unidades na idade padronizada multiplica por $\exp(0,186x)$ a média da diversidade, mantendo-se todas as outras variáveis constantes.

Estação:

- A média da diversidade na estação chuvosa é $\exp(0,277) = 1,319$ vezes a média da diversidade na estação seca, mantendo-se todas as outras variáveis constantes, ou seja, há um aumento de aproximadamente 32% na média da diversidade em relação à estação seca.

Status:

- A média da diversidade para macacos de status 4 é $\exp(-0,831) = 0,436$ vezes a média da diversidade para macacos de status 1, 2 ou 3, mantendo-se todas as outras variáveis constantes, ou seja, há uma diminuição de aproximadamente 56% na média da diversidade em relação a macacos de status 1, 2 ou 3.

6.1.2. Interpretação dos efeitos aleatórios

A Tabela A.9 apresenta os valores preditos dos efeitos aleatórios de indivíduo, e a Tabela A.10, os valores preditos dos efeitos aleatórios de grupo. Para estimar a média da diversidade para um indivíduo qualquer de um determinado grupo, soma-se às estimativas da parte fixa do modelo, isto é, relacionadas ao intercepto e da idade correspondente o valor predito do efeito aleatório do grupo; e para estimar a média da

diversidade para um indivíduo específico, soma-se à estimativa da parte fixa, o valor predito do efeito aleatório do indivíduo e do grupo ao qual ele pertence. Alternativamente, pode-se multiplicar a exponencial de base e (número de Euler) do efeito aleatório pela exponencial de base e da estimativa da parte fixa do modelo. Dessa forma, no Gráfico B.25, os grupos e indivíduos em cor azul multiplicam a exponencial de base e da estimativa da parte fixa do modelo por valores maiores que um, ou seja, têm uma média de diversidade maior, e os grupos e indivíduos em cor vermelha multiplicam a exponencial de base e da estimativa da parte fixa do modelo por valores menores que um, ou seja, têm uma média de diversidade menor.

6.2. Ocorrência

Para verificar a existência de associação entre a ocorrência dos tipos de parasitas e as variáveis *Grupo*, *Sexo*, *Idade* e *Família*, foram realizados os testes de χ^2 , exato de Fisher (AGRESTI, 2007) ou uma extensão do teste exato de Fisher para tabelas com mais de duas linhas e/ou mais de duas colunas (CLARKSON et al., 1993). De maneira geral, utilizou-se o teste de χ^2 , porém, quando o número esperado para alguma célula da tabela de contingência foi menor que 5, adotou-se o teste de Fisher ou sua extensão.

Adotando um nível de significância de 5%, foi verificada associação entre grupo e a presença dos parasitas A - Spirurida, B - Strongyloides e D - Filaroididae, com valores- p inferior a 0,02 em todos os casos. As tabelas A.11 a A.13 resumem a ocorrência - presença ou ausência - nos indivíduos dos parasitas por grupo.

Pelos resultados da análise descritiva, alguns tipos de parasitas foram pouco observados durante o período do estudo. Segundo King e Zeng (2001), na modelagem de eventos raros as estimativas obtidas na regressão logística podem ser viciadas. Dessa forma, optou-se por ajustar modelos apenas para os parasitas A - Spirurida, B - Strongyloides, C - Strongylida e D - Filaroididae, que foram mais frequentes na amostra.

Vamos supor que a ocorrência do parasita no indivíduo i , pertencente ao grupo g siga uma distribuição de Bernoulli com probabilidade π_{gi} , tal que:

$$\log[\pi_{gi}/(1 - \pi_{gi})] = X\beta + \gamma_g + \gamma_{gi},$$

em que X é a matriz de variáveis explicativas associadas aos efeitos fixos, β é o vetor de efeitos fixos a serem estimados, γ_g é o efeito aleatório do grupo g e γ_{gi} é o efeito aleatório

do indivíduo i , pertencente ao grupo g , supondo que todos os efeitos aleatórios possuam distribuição normal. O quociente entre as probabilidades de ocorrência e de não ocorrência ($\pi_{gi}/(1 - \pi_{gi})$) é chamado de chance de ocorrência.

Os resultados dos modelos ajustados são apresentados a seguir.

6.2.1. A - Spirurida

As estimativas dos coeficientes do modelo ajustado são apresentadas na Tabela A.14. Os gráficos de diagnóstico B.26 não sugerem violação das suposições do modelo.

6.2.1.1. Interpretação dos coeficientes dos efeitos fixos

Intercepto:

- O intercepto $\exp(-2,980) = 0,051$ representa a chance de ocorrência do parasita A - Spirurida para um macaco de status 1, 2 ou 3, na estação seca, em um mês com média mensal da temperatura máxima igual a 31,5°C.

Temperatura Máxima Média Mensal:

- O aumento de 1 unidade na temperatura máxima média mensal padronizada (equivalente a aproximadamente 1,7°C) multiplica por $\exp(0,440) = 1,552$ a chance de ocorrência do parasita A - Spirurida, mantendo-se todas as outras variáveis constantes, ou seja, há um aumento de aproximadamente 55% na chance de ocorrência do parasita;
- Como regra geral, o aumento de x unidades na temperatura máxima média mensal padronizada multiplica por $\exp(0,440x)$ a chance de ocorrência do parasita A - Spirurida, mantendo-se todas as outras variáveis constantes.

Estação:

- A chance de ocorrência do parasita A - Spirurida na estação chuvosa é $\exp(0,602) = 1,826$ vezes a chance de ocorrência do parasita na estação seca, mantendo-se todas as outras variáveis constantes, ou seja, há um aumento de aproximadamente 83% na chance de ocorrência do parasita em relação à estação seca.

Status:

- A chance de ocorrência do parasita A - Spirurida para macacos de status 4 é $\exp(-2,944) = 0,053$ vezes a chance de ocorrência do parasita para macacos de status 1, 2 ou 3, mantendo-se todas as outras variáveis constantes, ou seja, há uma diminuição de aproximadamente 95% na média da diversidade em relação a macacos de status 1, 2 ou 3.

6.2.1.2. Interpretação dos efeitos aleatórios

A Tabela A.15 apresenta os valores preditos dos efeitos aleatórios de indivíduo, e a Tabela A.16, os valores preditos dos efeitos aleatórios de grupo. Para estimar a chance de ocorrência do parasita A - Spirurida para um indivíduo qualquer de um determinado grupo, soma-se à estimativa da parte fixa do modelo o valor predito do efeito aleatório do grupo e, para estimar a chance de ocorrência do parasita A - Spirurida para um indivíduo específico, soma-se à estimativa da parte fixa do modelo o valor predito do efeito aleatório do indivíduo e do grupo ao qual ele pertence. Alternativamente, pode-se multiplicar a exponencial de base e do efeito aleatório pela exponencial de base e da estimativa da parte fixa do modelo. Dessa forma, no Gráfico B.27, os grupos e indivíduos em cor azul multiplicam a exponencial de base e da estimativa da parte fixa do modelo por valores maiores que um, ou seja, têm uma maior chance de ocorrência do parasita, e os grupos e indivíduos em cor vermelha multiplicam a exponencial de base e da estimativa da parte fixa do modelo por valores menores que um, ou seja, têm uma menor chance de ocorrência. Pode-se observar um acréscimo na chance de ocorrência do parasita para o grupo Chicão, e um decréscimo na chance de ocorrência do parasita para os grupos T e Zangado.

6.2.2. B - Strongyloides

As estimativas dos coeficientes do modelo ajustado são apresentadas na Tabela A.17. Os gráficos de diagnóstico B.28 não sugerem violação das suposições do modelo.

6.2.2.1. Interpretação dos coeficientes dos efeitos fixos

Intercepto:

- O intercepto $\exp(-0,158) = 0,854$ representa a chance de ocorrência do parasita B - Strongyloides para um macaco de status 1, 2 ou 3, no mês seguinte a um mês com média da temperatura máxima igual a 31,5°C.

Temperatura Máxima Média Mensal Lag 1:

- O aumento de 1 unidade na temperatura máxima média mensal padronizada do mês anterior (equivalente a aproximadamente 2,3°C) multiplica por $\exp(-0,190) = 0,827$ a chance de ocorrência do parasita B - Strongyloides, mantendo-se todas as outras variáveis constantes, ou seja, há uma diminuição de aproximadamente 17% na chance de ocorrência do parasita;
- Como regra geral, o aumento de x unidades na temperatura máxima média mensal padronizada do mês anterior multiplica por $\exp(-0,190x)$ a chance de ocorrência do parasita B - Strongyloides, mantendo-se todas as outras variáveis constantes.

Status:

- A chance de ocorrência do parasita B - Strongyloides para macacos de status 4 é $\exp(-0,993) = 0,371$ vezes a chance de ocorrência do parasita para macacos de status 1, 2 ou 3, mantendo-se todas as outras variáveis constantes, ou seja, há uma diminuição de aproximadamente 63% na média da diversidade em relação a macacos de status 1, 2 ou 3.

6.2.2.2. Interpretação dos efeitos aleatórios

A Tabela A.18 apresenta os valores preditos dos efeitos aleatórios de indivíduo, e a Tabela A.19, os valores preditos dos efeitos aleatórios de grupo. Nestas tabelas, podem-se observar valores preditos de efeitos aleatórios negativos ou positivos em indivíduos de todos os grupos. Analogamente ao que foi apresentado anteriormente, no Gráfico B.29, os grupos e indivíduos em cor azul têm uma maior chance de ocorrência do parasita, e os grupos e indivíduos em cor vermelha, uma menor chance de ocorrência.

Pode-se notar que há um acréscimo na chance de ocorrência para os grupos Chicão e T, e um decréscimo na chance de ocorrência para o grupo Zangado.

6.2.3. C - Strongylida

As estimativas dos coeficientes do modelo ajustado são apresentadas na Tabela A.20. Lembramos que neste ajuste os indivíduos com status 4 foram retirados da análise. Os gráficos de diagnóstico B.30 não sugerem violação das suposições do modelo.

6.2.3.1. Interpretação dos coeficientes dos efeitos fixos

Intercepto:

- O intercepto $\exp(-2,653) = 0,070$ representa a chance de ocorrência do parasita C - Strongylida para um macaco de status 1, aos 5 meses de idade, na estação seca.

Idade:

- O aumento de 1 unidade na idade padronizada (equivalente a aproximadamente 67 meses) multiplica por $\exp(1,016) = 2,763$ a chance de ocorrência do parasita C - Strongylida, mantendo-se todas as outras variáveis constantes, ou seja, há um aumento de aproximadamente 176% na chance de ocorrência do parasita;
- Como regra geral, o aumento de x unidades na idade padronizada multiplica por $\exp(1,016x)$ a chance de ocorrência do parasita C - Strongylida, mantendo-se todas as outras variáveis constantes.

Estação:

- A chance de ocorrência do parasita C - Strongylida na estação chuvosa é $\exp(1,034) = 2,812$ vezes a chance de ocorrência do parasita na estação seca, mantendo-se todas as outras variáveis constantes, ou seja, há um aumento de aproximadamente 181% na chance de ocorrência do parasita em relação à estação seca.

Status:

- A chance de ocorrência do parasita C - Strongylida para macacos de status 2 ou 3 é $\exp(0,795) = 2,215$ vezes a chance de ocorrência do parasita para macacos de

status 1, mantendo-se todas as outras variáveis constantes, ou seja, há um aumento de aproximadamente 122% na média da diversidade em relação a macacos de status 1.

6.2.3.2. Interpretação dos efeitos aleatórios

A Tabela A.21 apresenta os valores preditos dos efeitos aleatórios de indivíduo, e a Tabela A.22, os valores preditos dos efeitos aleatórios de grupo. Nestas tabelas, pode-se observar valores preditos de efeitos aleatórios negativos ou positivos em indivíduos de todos os grupos. Analogamente ao que foi apresentado anteriormente, no Gráfico B.31, os grupos e indivíduos em cor azul têm uma maior chance de ocorrência do parasita, e os grupos e indivíduos em cor vermelha, uma menor chance de ocorrência.

6.2.4. D - Filaroididae

Na Tabela A.23 são apresentadas as estimativas do modelo ajustado. Os gráficos de diagnóstico B.32 não sugerem violação das suposições do modelo.

6.2.4.1. Interpretação dos coeficientes dos efeitos fixos

Intercepto:

- O intercepto $\exp(-3,497) = 0,030$ representa a chance de ocorrência do parasita D - Filaroididae para um macaco de 5 meses de idade, do sexo feminino.

Idade:

- O aumento de 1 unidade na idade padronizada (equivalente a aproximadamente 67 meses) multiplica por $\exp(1,143) = 3,137$ a chance de ocorrência do parasita D - Filaroididae, mantendo-se todas as outras variáveis constantes, ou seja, há um aumento de aproximadamente 213% na chance de ocorrência do parasita;
- Como regra geral, o aumento de x unidades na idade padronizada multiplica por $\exp(1,143x)$ a chance de ocorrência do parasita D - Filaroididae, mantendo-se todas as outras variáveis constantes.

Sexo:

- A chance de ocorrência do parasita D - Filaroididae para um macaco do sexo masculino é $\exp(-1,087) = 0,337$ vezes a chance de ocorrência do parasita para um macaco do sexo feminino, mantendo-se todas as outras variáveis constantes, ou seja, há uma diminuição de aproximadamente 66% na chance de ocorrência do parasita em relação a um macaco do sexo feminino.

6.2.4.2. Interpretação dos efeitos aleatórios

A Tabela A.24 apresenta os valores preditos dos efeitos aleatórios de indivíduo, e a Tabela A.25, os valores preditos dos efeitos aleatórios de grupo. Nestas tabelas, pode-se observar valores preditos de efeitos aleatórios negativos ou positivos em indivíduos de todos os grupos. Analogamente ao que foi apresentado anteriormente, no Gráfico B.33, os grupos e indivíduos em cor azul têm uma maior chance de ocorrência do parasita, e os grupos e indivíduos em cor vermelha, uma menor chance de ocorrência. Pode-se notar que há um acréscimo na chance de ocorrência para os grupos Chicão e T, e um decréscimo na chance de ocorrência para o grupo Zangado.

7. Conclusões

No modelo ajustado para Diversidade, observou-se um aumento na diversidade média de enteroparasitas com o aumento da idade do macaco. Além disso, notou-se um aumento na média da diversidade na estação chuvosa em relação à estação seca, e uma diminuição na média da diversidade para macacos de status 4 em relação a macacos de status 1, 2 ou 3, comportamentos observados na análise descritiva da diversidade máxima por indivíduo, os quais eram esperados.

Para o tipo de parasita A - Spirurida, um aumento na média da temperatura máxima do mês de coleta ocasionou um aumento na chance de ocorrência do parasita nas amostras fecais. Observou-se também um aumento na chance de ocorrência do parasita na estação chuvosa em relação à estação seca, e uma diminuição na chance de ocorrência do parasita para macacos de status 4 em relação a macacos de status 1, 2 ou 3.

O modelo ajustado para o tipo de parasita B - *Strongyloides* mostrou um aumento na chance de ocorrência do parasita com a diminuição da média da temperatura máxima do mês anterior ao mês de coleta. Esta diminuição na média da temperatura máxima pode estar associada a um aumento da umidade, criando condições favoráveis para o aparecimento do parasita nas fezes. Neste modelo, observou-se também uma diminuição na chance de ocorrência do parasita para macacos de status 4 em relação a macacos de status 1, 2 ou 3.

Para o tipo de parasita C - *Strongylida*, com o aumento da idade do macaco, observou-se um aumento na chance de ocorrência do parasita. Notou-se também um aumento na chance de ocorrência do parasita na estação chuvosa em relação à estação seca e para macacos de status 2 ou 3, em relação a macacos de status 1.

No modelo ajustado para o tipo de parasita D - *Filaroididae*, com o aumento da idade do macaco, observou-se um aumento na chance de ocorrência do parasita nas amostras fecais. Além disso, houve um aumento na chance de ocorrência do parasita em fêmeas em relação a machos.

APÊNDICE A - Tabelas

Tabela A.1. Tamanho dos grupos e quantidade de fêmeas e machos.

Grupo	Total	Fêmeas	Machos
Grupo T	6	3	3
Chicão	26	15	11
Zangado	9	4	5

Tabela A.2. Quantidade de indivíduos amostrados em cada faixa etária.

Grupo	Adultos	Juvenis	Infantes independentes	Infantes dependentes
Grupo T	6	1	0	0
Chicão	18	11	7	3
Zangado	7	2	2	0

Tabela A.3. Medidas descritivas das variáveis climáticas.

Variável	Mín.	Q.1	Mediana	Média	Q.3	Máx.	D.P.	E.P.
Temp. Máx. Média Mensal	31,5	34,1	35,5	35,4	37,3	38,6	2,1	0,5
Temp. Mín. Média Mensal	18,2	20,9	21,7	21,4	22,4	23,4	1,4	0,3
Umid. Máx. Média Mensal	52,0	66,6	80,0	76,8	87,4	90,0	11,6	2,6
Umid. Mín. Média Mensal	20,4	23,5	28,3	32,7	39,0	59,8	11,9	2,7
Pluv. Total Mensal	0,0	0,0	9,0	100,4	58,1	1476,0	325,8	72,8

Tabela A.4. Força de associação do coeficiente de correlação de Spearman (ρ).

Coeficiente (módulo)	Força de associação
$0,0 \leq \rho < 0,2$	Muito fraca
$0,2 \leq \rho < 0,4$	Fraca
$0,4 \leq \rho < 0,6$	Moderada
$0,6 \leq \rho < 0,8$	Forte
$0,8 \leq \rho \leq 1,0$	Muito forte

Tabela A.5. Ocorrência de parasitas nas amostras fecais e quantidade de indivíduos infectados.

Parasita	Presente	Ausente	Indivíduos infectados
A - Spirurida	141	390	29
A - Spirurida 2	20	511	11
A - Spirurida 3	1	530	1
B - Strongyloides	252	279	36
C - Strongylida	232	299	34
D - Filaroididae	125	406	25
E - cestódeo NI	25	506	9
G - Ascarididae	6	525	6
G - Ascarídeo 2	11	520	10
G - Ascarídeo 3	6	525	5
G - Ascarídeo 4	1	530	1
G - Subulura	1	530	1
H - Giardia	7	524	7
I - Balantidium	1	530	1
J - Entamoeba coli	3	528	3
K - Coccídeo	3	528	2

Tabela A.6. Tabela de conversão das variáveis padronizadas.

	Variável original $X \rightarrow$ Variável padronizada Z	Variável padronizada $Z \rightarrow$ Variável original X
Idade	$Z = (X - 84,77)/67,16$	$X = 67,16Z + 84,77$
Temp. Máx. Média Mensal	$Z = (X - 33,30)/1,74$	$X = 1,74Z + 33,30$
Temp. Máx. Média Mensal Lag 1	$Z = (X - 33,83)/2,25$	$X = 2,25Z + 33,83$

Tabela A.7. Equivalência na variação das variáveis padronizadas.

	Variação de x unidades na variável original \rightarrow Variação na variável padronizada Z	Variação de z unidades na variável padronizada \rightarrow Variação na variável original X
Idade	$x/67,16$	$67,16z$ (meses)
Temp. Máx. Média Mensal	$x/1,74$	$1,74z$ (°C)
Temp. Máx. Média Mensal Lag 1	$x/2,25$	$2,25z$ (°C)

Tabela A.8. Estimativas dos coeficientes do modelo ajustado para diversidade

Variável	Nível de referência	Coef.	Erro padrão	Valor-p	Exp(coef)
Intercepto		-0,152	0,234	0,515	0,859
Idade (padronizada)		0,186	0,064	0,003	1,205
Estação chuvosa	Estação seca	0,277	0,071	<0,001	1,319
Status 4	Status 1, 2 ou 3	-0,831	0,189	<0,001	0,436

Tabela A.9. Valores preditos dos efeitos aleatórios de indivíduo dentro do grupo para diversidade.

Grupo:Indivíduo	Efeito aleatório	Exp(efeito aleatório)
Grupo T:Coco	0,179	1,196
Grupo T:Mansinho	0,066	1,068
Grupo T:Taís	0,205	1,228
Grupo T:Tenente	-0,303	0,738
Grupo T:Teninha	-0,152	0,859
Grupo T:Titia	0,053	1,054
Chicão:Arizomar	0,487	1,628
Chicão:Cacau	0,002	1,002
Chicão:Cachaça	-0,023	0,977
Chicão:Cascudo	-0,128	0,879
Chicão:Catu	-0,127	0,880
Chicão:Cenoura	-0,041	0,960
Chicão:Chani	-0,251	0,778
Chicão:Chuchu	0,131	1,140
Chicão:Dançarina	-0,091	0,913
Chicão:Dita	0,270	1,309
Chicão:Divina	0,267	1,306
Chicão:Donzela	-0,251	0,778
Chicão:Doree	0,286	1,331
Chicão:Duca	0,230	1,258
Chicão:Jatobá	-0,342	0,711
Chicão:Leonardo	0,164	1,178
Chicão:Marino	-0,316	0,729
Chicão:Olívia	0,181	1,198
Chicão:Paçoca	-0,001	0,999
Chicão:Pamonha	0,221	1,247
Chicão:Patrícia	-0,154	0,857
Chicão:Peteça	-0,155	0,856
Chicão:Piaçava	0,092	1,096
Chicão:Presente	0,034	1,035
Chicão:Teimoso	-0,307	0,735
Chicão:Xerife	0,096	1,101
Zangado:Caju	-0,178	0,837
Zangado:Castanha	-0,161	0,851
Zangado:Elias	-0,053	0,948
Zangado:Ema	0,266	1,304
Zangado:Emília	0,220	1,246
Zangado:Moça Branca	-0,100	0,904
Zangado:Moça Chita	-0,275	0,760
Zangado:Renato	0,062	1,064
Zangado:Tomate	-0,059	0,943

Tabela A.10. Valores preditos dos efeitos aleatórios de grupo para diversidade.

Grupo	Efeito aleatório	Exp(efeito aleatório)
Grupo T	0,063	1,065
Chicão	0,362	1,436
Zangado	-0,373	0,689

Tabela A.11. Tabela de dupla entrada do número de indivíduos infectados pelo parasita*A - Spirurida* por grupo.

Grupo	Presente	Ausente
Grupo T	3	3
Chicão	22	4
Zangado	4	5

Tabela A.12. Tabela de dupla entrada do número de indivíduos infectados pelo parasita*B - Strongyloides* por grupo.

Grupo	Presente	Ausente
Grupo T	6	0
Chicão	25	1
Zangado	5	4

Tabela A.13. Tabela de dupla entrada do número de indivíduos infectados pelo parasita*D - Filaroididae* por grupo.

Grupo	Presente	Ausente
Grupo T	3	3
Chicão	21	5
Zangado	1	8

Tabela A.14. Estimativas dos coeficientes do modelo ajustado para o parasita A -

Spirurida.

Variável	Nível de referência	Coef.	Erro padrão	Valor-p	Exp(coef)
Intercepto		-2,980	0,582	<0,001	0,051
Temp. Máx. Média		0,440	0,116	<0,001	1,552
Mensal (padronizada)		0,602	0,230	0,009	1,826
Estação chuvosa	Estação seca	-2,944	0,784	<0,001	0,053
Status 4	Status 1, 2 ou 3				

Tabela A.15. Valores preditos dos efeitos aleatórios de indivíduo dentro do grupo para o parasita A - Spirurida.

Grupo:Indivíduo	Efeito aleatório	Exp(efeito aleatório)
Grupo T:Coco	0,598	1,819
Grupo T:Mansinho	-0,617	0,539
Grupo T:Taís	-0,023	0,977
Grupo T:Tenente	-0,446	0,640
Grupo T:Teninha	-0,505	0,603
Grupo T:Titia	0,308	1,361
Chicão:Arizomar	0,872	2,391
Chicão:Cacau	-0,892	0,410
Chicão:Cachaça	0,904	2,469
Chicão:Cascudo	-0,630	0,532
Chicão:Catu	-0,148	0,862
Chicão:Cenoura	-0,451	0,637
Chicão:Chani	-1,015	0,363
Chicão:Chuchu	0,799	2,223
Chicão:Dançarina	-0,155	0,857
Chicão:Dita	0,616	1,852
Chicão:Divina	0,833	2,300
Chicão:Donzela	0,054	1,056
Chicão:Doree	0,140	1,151
Chicão:Duca	0,165	1,179
Chicão:Jatobá	-0,668	0,513
Chicão:Leonardo	0,998	2,714
Chicão:Marino	-0,127	0,881
Chicão:Olívia	0,776	2,172
Chicão:Paçoca	-0,210	0,810
Chicão:Pamonha	0,501	1,651
Chicão:Patrícia	-0,248	0,781
Chicão:Peteca	-0,698	0,498
Chicão:Piaçava	0,646	1,907
Chicão:Presente	-0,339	0,713
Chicão:Teimoso	-0,570	0,565
Chicão:Xerife	0,145	1,156
Zangado:Caju	-0,068	0,934
Zangado:Castanha	0,378	1,460
Zangado:Elias	-0,045	0,956
Zangado:Ema	0,594	1,812
Zangado:Emília	0,770	2,160
Zangado:Moça Branca	-0,282	0,754
Zangado:Moça Chita	-0,416	0,660
Zangado:Renato	-0,775	0,461
Zangado:Tomate	-0,409	0,664

Tabela A.16. Valores preditos dos efeitos aleatórios de grupo para o parasita A - Spirurida.

Grupo	Efeito aleatório	Exp(efeito aleatório)
Grupo T	-0,447	0,639
Chicão	0,848	2,335
Zangado	-0,165	0,848

Tabela A.17. Estimativas dos coeficientes do modelo ajustado para o parasita B - Strongyloides

Variável	Nível de referência	Coef.	Erro padrão	Valor-p	Exp(coef)
Intercepto		-0,158	0,533	0,767	0,854
Temp. Máx. Média					
Mensal Lag 1 (padronizada)		-0,190	0,097	0,049	0,827
Status 4	Status 1, 2 ou 3	-0,993	0,363	0,006	0,371

Tabela A.18. Valores preditos dos efeitos aleatórios de indivíduo dentro do grupo para o parasita B - *Strongyloides*.

Grupo:Indivíduo	Efeito aleatório	Exp(efeito aleatório)
Grupo T:Coco	0,462	1,587
Grupo T:Mansinho	0,355	1,426
Grupo T:Taís	0,322	1,379
Grupo T:Tenente	-0,623	0,536
Grupo T:Teninha	-0,274	0,760
Grupo T:Titia	-0,124	0,883
Chicão:Arizomar	0,177	1,194
Chicão:Cacau	0,603	1,828
Chicão:Cachaça	-0,181	0,834
Chicão:Cascudo	0,129	1,137
Chicão:Catu	0,138	1,148
Chicão:Cenoura	0,183	1,201
Chicão:Chani	-0,288	0,750
Chicão:Chuchu	-0,630	0,533
Chicão:Dançarina	-0,235	0,790
Chicão:Dita	0,611	1,843
Chicão:Divina	1,060	2,887
Chicão:Donzela	-0,870	0,419
Chicão:Doree	0,435	1,545
Chicão:Duca	0,009	1,009
Chicão:Jatobá	-0,425	0,653
Chicão:Leonardo	-0,272	0,762
Chicão:Marino	-0,507	0,602
Chicão:Olívia	0,264	1,302
Chicão:Paçoca	0,447	1,563
Chicão:Pamonha	-0,186	0,830
Chicão:Patrícia	-0,023	0,977
Chicão:Peteca	0,153	1,165
Chicão:Piaçava	-0,408	0,665
Chicão:Presente	0,720	2,055
Chicão:Teimoso	-0,758	0,469
Chicão:Xerife	0,421	1,523
Zangado:Caju	-0,255	0,775
Zangado:Castanha	-0,480	0,619
Zangado:Elias	0,185	1,203
Zangado:Ema	0,211	1,234
Zangado:Emília	-0,305	0,737
Zangado:Moça Branca	-0,219	0,803
Zangado:Moça Chita	-0,339	0,712
Zangado:Renato	0,815	2,260
Zangado:Tomate	-0,230	0,795

Tabela A.19. Valores preditos dos efeitos aleatórios de grupo para o parasita B - Strongyloides.

Grupo	Efeito aleatório	Exp(efeito aleatório)
Grupo T	0,167	1,182
Chicão	0,812	2,252
Zangado	-0,886	0,412

Tabela A.20. Estimativas dos coeficientes do modelo ajustado para o parasita C - Strongylida

Variável	Nível de referência	Coef.	Erro padrão	Valor-p	Exp(coef)
Intercepto		-2,653	0,531	<0,001	0,070
Idade (padronizada)		1,016	0,169	<0,001	2,763
Estação chuvosa	Estação seca	1,034	0,216	<0,001	2,812
Status 2 ou 3	Status 1	0,795	0,402	0,048	2,215

Tabela A.21. Valores preditos dos efeitos aleatórios de indivíduo dentro do grupo para o parasita C - Strongylida.

Grupo:Indivíduo	Efeito aleatório	<i>Exp(efeito aleatório)</i>
Grupo T:Coco	0,086	1,090
Grupo T:Mansinho	-0,155	0,857
Grupo T:Taís	0,139	1,150
Grupo T:Tenente	-0,166	0,847
Grupo T:Teninha	0,031	1,031
Grupo T:Titia	0,089	1,094
Chicão:Arizomar	0,147	1,158
Chicão:Cacau	0,074	1,077
Chicão:Cachaça	-0,300	0,741
Chicão:Cascudo	0,046	1,048
Chicão:Catu	-0,183	0,833
Chicão:Cenoura	-0,004	0,996
Chicão:Chani	0,117	1,124
Chicão:Chuchu	0,198	1,219
Chicão:Dançarina	-0,014	0,986
Chicão:Dita	0,066	1,068
Chicão:Divina	-0,082	0,922
Chicão:Donzela	-0,102	0,903
Chicão:Doree	0,109	1,115
Chicão:Duca	0,146	1,158
Chicão:Jatobá	0,089	1,093
Chicão:Leonardo	0,182	1,200
Chicão:Marino	-0,143	0,866
Chicão:Olívia	-0,016	0,984
Chicão:Paçoca	-0,308	0,735
Chicão:Pamonha	0,180	1,197
Chicão:Patrícia	-0,044	0,957
Chicão:Peteca	-0,002	0,998
Chicão:Piaçava	0,004	1,004
Chicão:Presente	0,133	1,142
Chicão:Teimoso	-0,010	0,990
Chicão:Xerife	0,094	1,099
Zangado:Castanha	-0,207	0,813
Zangado:Ema	0,074	1,076
Zangado:Emília	-0,145	0,865
Zangado:Moça Branca	0,013	1,013
Zangado:Moça Chita	-0,282	0,754
Zangado:Renato	0,081	1,085
Zangado:Tomate	0,078	1,081
Grupo T:Coco	0,086	1,090
Grupo T:Mansinho	-0,155	0,857

Tabela A.22. Valores preditos dos efeitos aleatórios de grupo para o parasita C - Strongylida.

Grupo	Efeito aleatório	Exp(efeito aleatório)
Grupo T	0	1
Chicão	0	1
Zangado	0	1

Tabela A.23. Estimativas dos coeficientes do modelo ajustado para o parasita D - Filaroididae

Variável	Nível de referência	Coef.	Erro padrão	Valor-p	Exp(coef)
Intercepto		-3,497	0,983	<0,001	0,030
Idade (padronizada)		1,143	0,266	<0,001	3,137
Sexo macho	Sexo fêmea	-1,087	0,511	0,034	0,337

Tabela A.24. Valores preditos dos efeitos aleatórios de indivíduo dentro do grupo para o parasita D - Filaroididae.

Grupo:Indivíduo	Efeito aleatório	Exp(efeito aleatório)
Grupo T:Coco	-0,210	0,810
Grupo T:Mansinho	1,632	5,113
Grupo T:Taís	1,235	3,438
Grupo T:Tenente	-0,254	0,775
Grupo T:Teninha	-1,308	0,270
Grupo T:Titia	-0,573	0,564
Chicão:Arizomar	1,138	3,119
Chicão:Cacau	-0,481	0,618
Chicão:Cachaça	-0,146	0,864
Chicão:Cascudo	-0,666	0,514
Chicão:Catu	0,479	1,615
Chicão:Cenoura	-0,313	0,731
Chicão:Chani	-0,685	0,504
Chicão:Chuchu	-0,005	0,995
Chicão:Dançarina	-0,106	0,899
Chicão:Dita	0,522	1,686
Chicão:Divina	0,509	1,663
Chicão:Donzela	0,041	1,042
Chicão:Doree	1,501	4,488
Chicão:Duca	-0,125	0,882
Chicão:Jatobá	-1,693	0,184
Chicão:Leonardo	1,030	2,800
Chicão:Marino	0,172	1,188
Chicão:Olívia	-0,611	0,543
Chicão:Paçoca	0,297	1,346
Chicão:Pamonha	1,238	3,450
Chicão:Patrícia	-0,103	0,902
Chicão:Peteca	-0,799	0,450
Chicão:Piaçava	-1,155	0,315
Chicão:Presente	0,906	2,475
Chicão:Teimoso	-0,592	0,553
Chicão:Xerife	0,636	1,890
Zangado:Caju	-0,033	0,967
Zangado:Castanha	-0,132	0,877
Zangado:Elias	-0,023	0,977
Zangado:Ema	-0,171	0,843
Zangado:Emília	1,069	2,912
Zangado:Moça Branca	-0,782	0,458
Zangado:Moça Chita	-0,556	0,574
Zangado:Renato	-0,278	0,757
Zangado:Tomate	-0,209	0,811

Tabela A.25. Valores preditos dos efeitos aleatórios de grupo para o parasita D - Filaroididae.

Grupo	Efeito aleatório	<i>Exp(efeito aleatório)</i>
Grupo T	0,627	1,872
Chicão	1,189	3,285
Zangado	-1,341	0,262

APÊNDICE B - Gráficos

Gráfico B.1. Número de amostras fecais coletadas por indivíduo, idade e grupo.

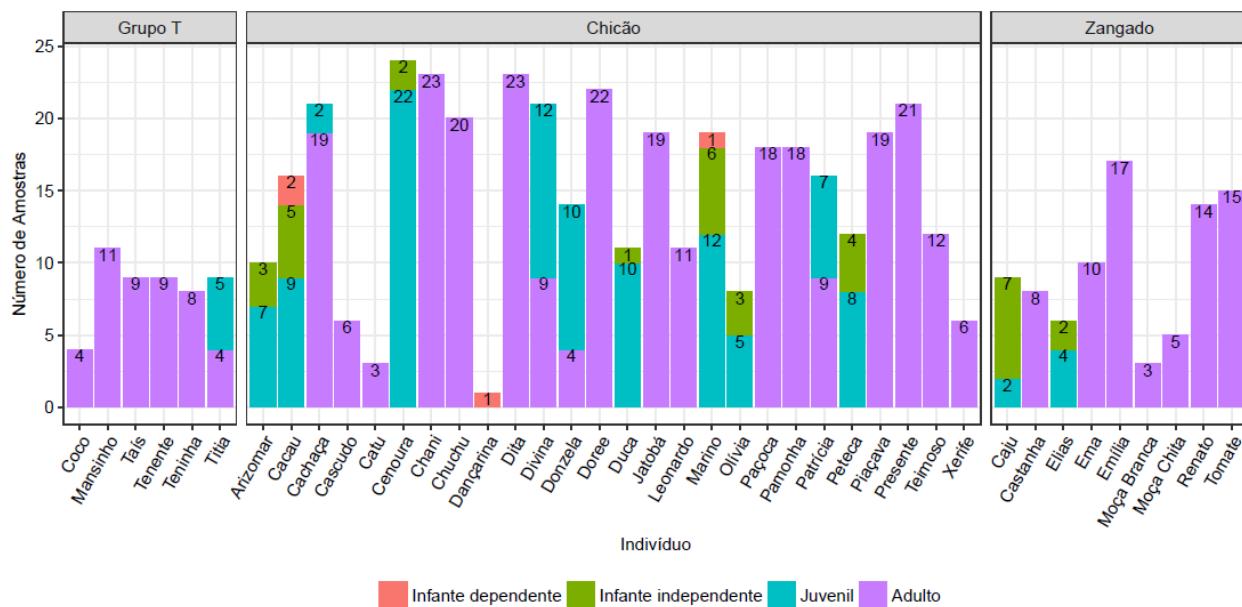


Gráfico B.2. Boxplots das variáveis climáticas.

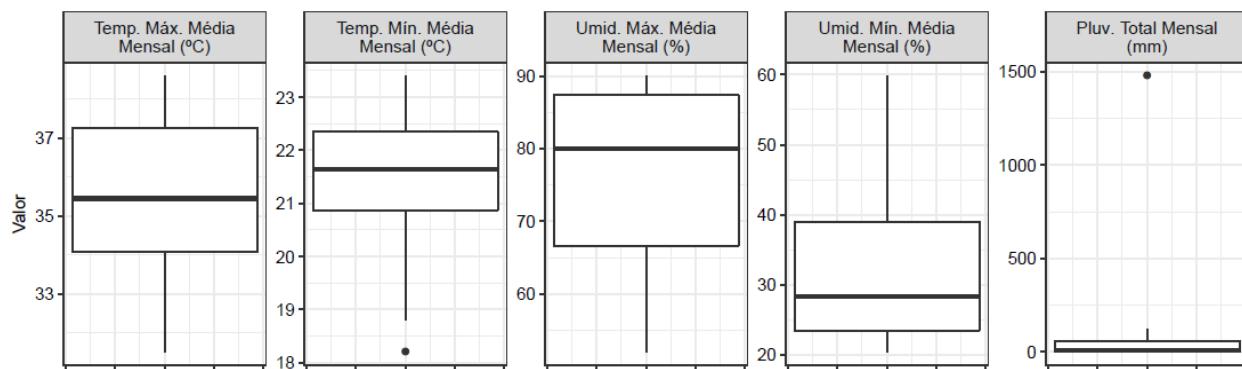


Gráfico B.3. Boxplots da diversidade máxima segundo *Estação*, *Grupo*, *Sexo* e *Status*.

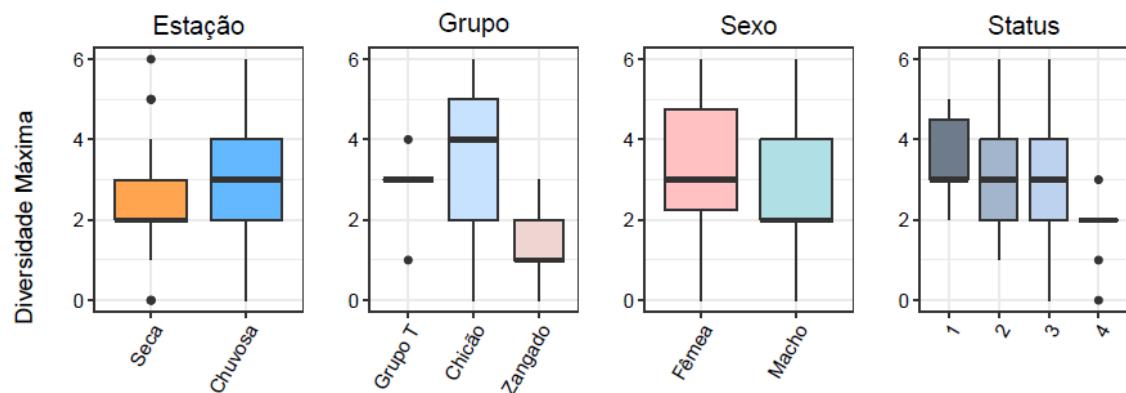


Gráfico B.4. Boxplot da diversidade máxima segundo *Família*, por grupo.

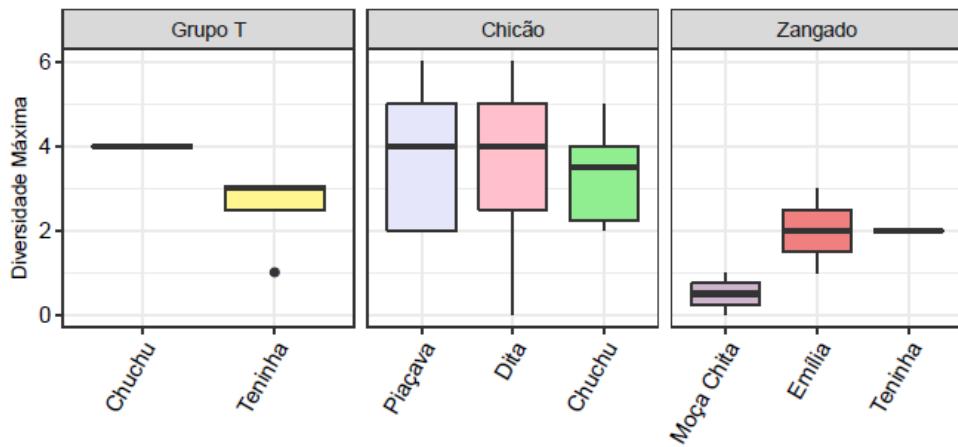


Gráfico B.5. Gráfico de dispersão da diversidade de parasitas pela idade.

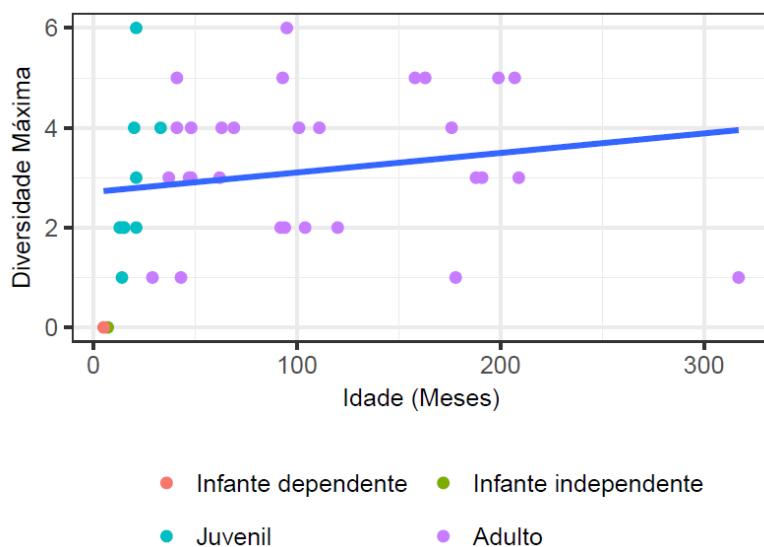


Gráfico B.6. Gráfico de dispersão da diversidade máxima mensal pelas variáveis climáticas.

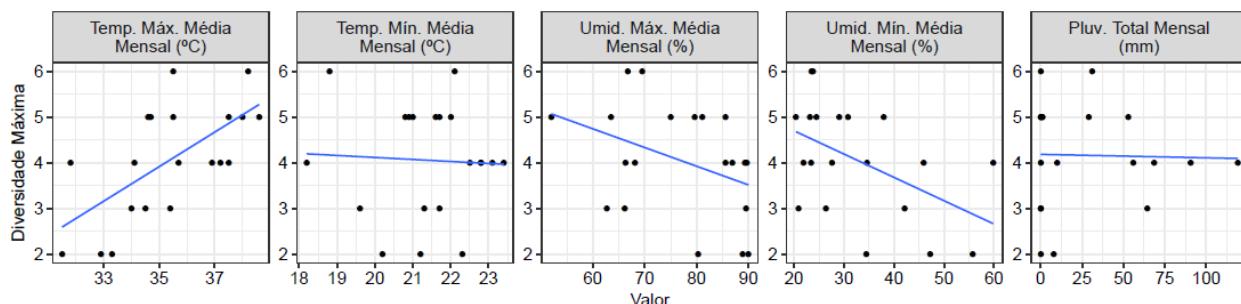


Gráfico B.7. Matriz de correlação de Spearman das variáveis climáticas.

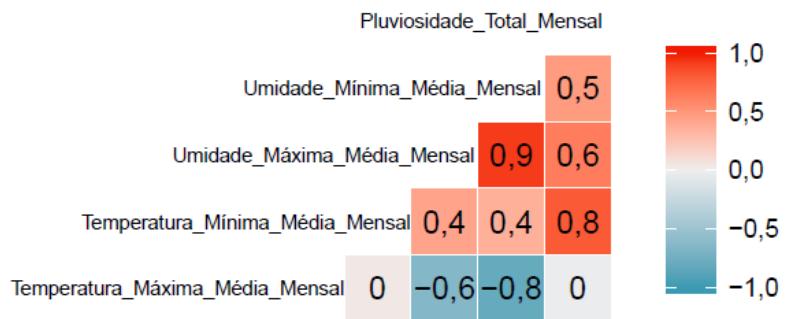


Gráfico B.8. Gráfico de dispersão da diversidade máxima mensal pelas variáveis climáticas com lag de um mês.

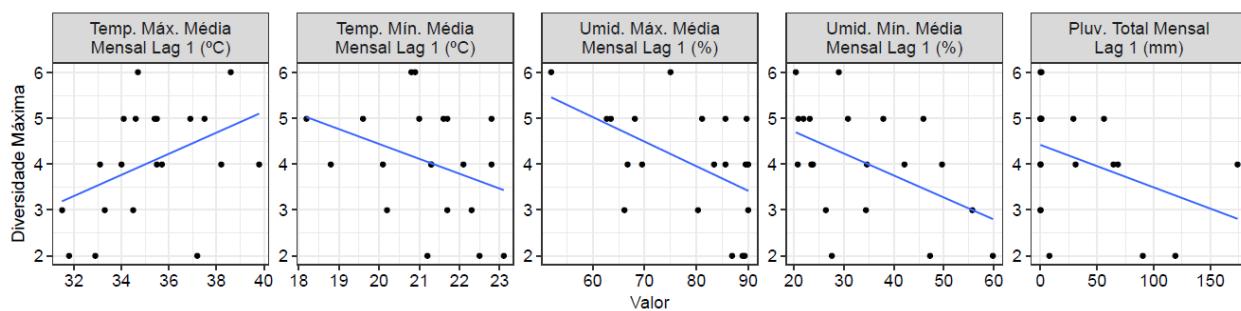


Gráfico B.9. Proporção de amostras infectadas por cada tipo de parasita de cada indivíduo.

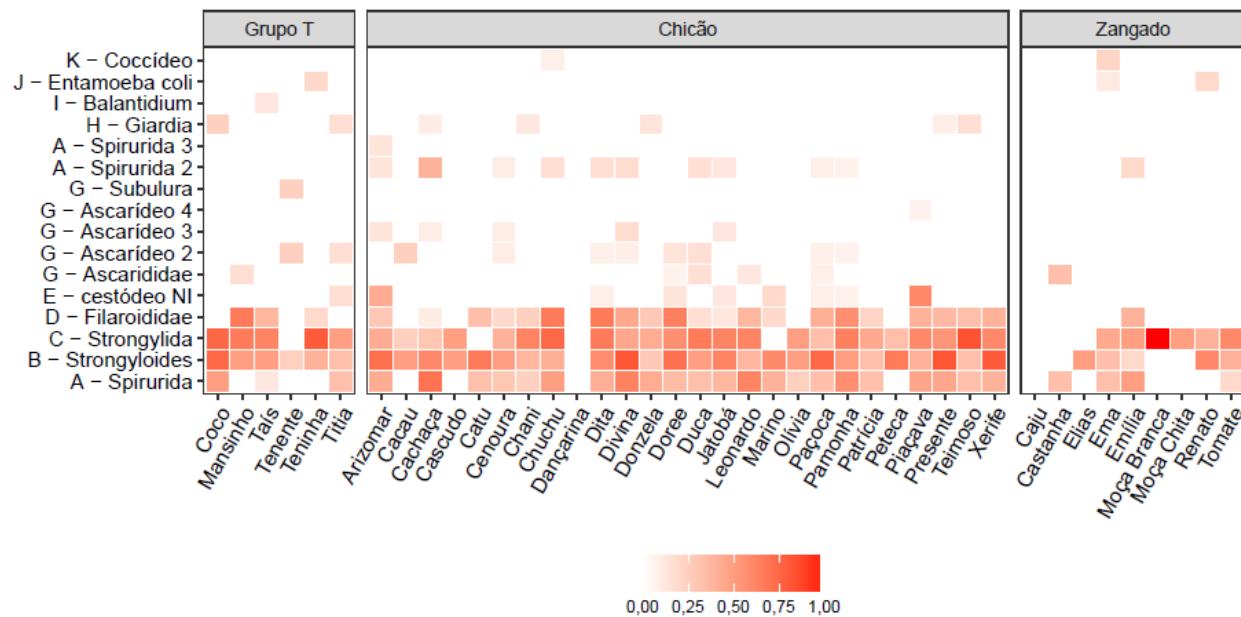


Gráfico B.10. Contagem e proporção de amostras infectadas por dois tipos de parasitas simultaneamente.

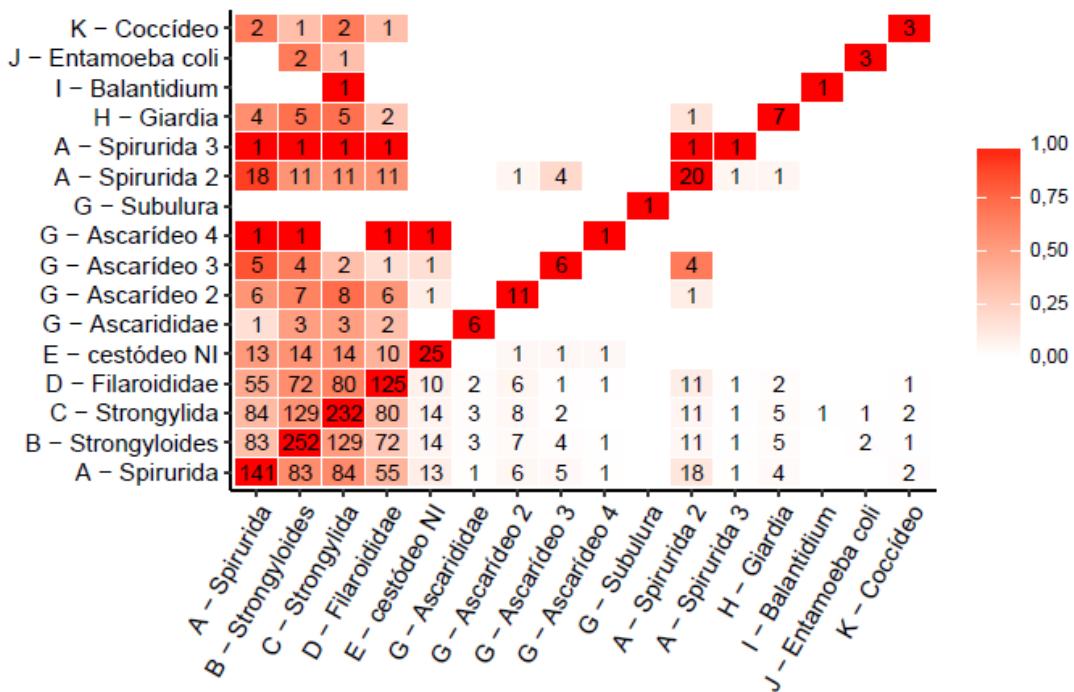


Gráfico B.11. Gráfico de dispersão da proporção mensal de indivíduos de cada grupo infectados pelo parasita A versus variáveis climáticas.

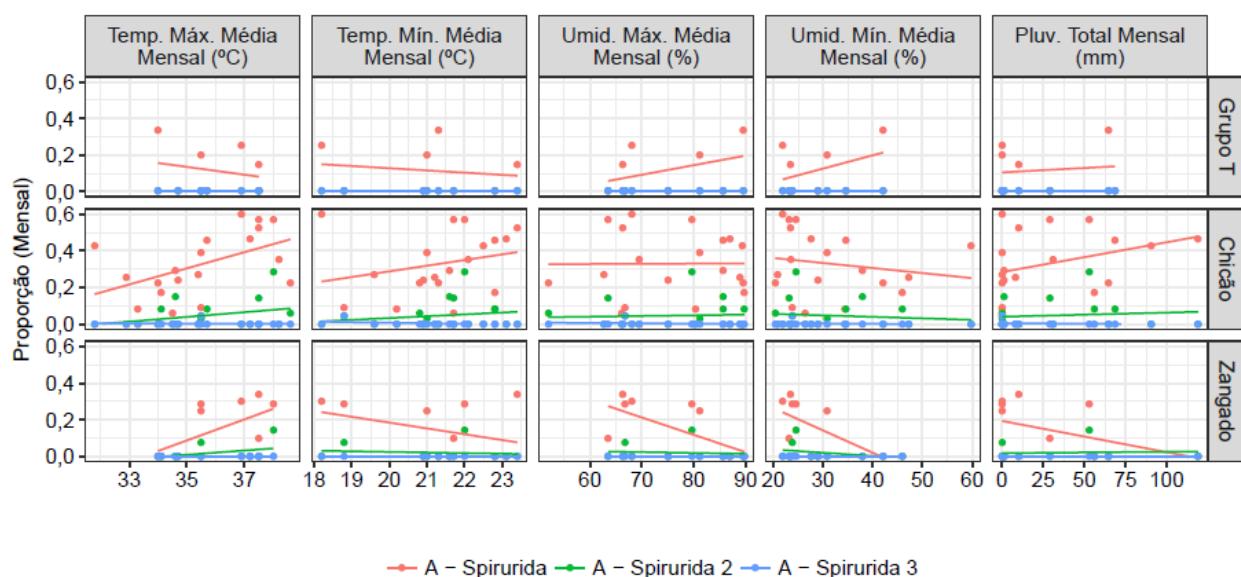


Gráfico B.12. Gráfico de dispersão da proporção mensal de indivíduos de cada grupo infectados pelo parasita B versus variáveis climáticas.

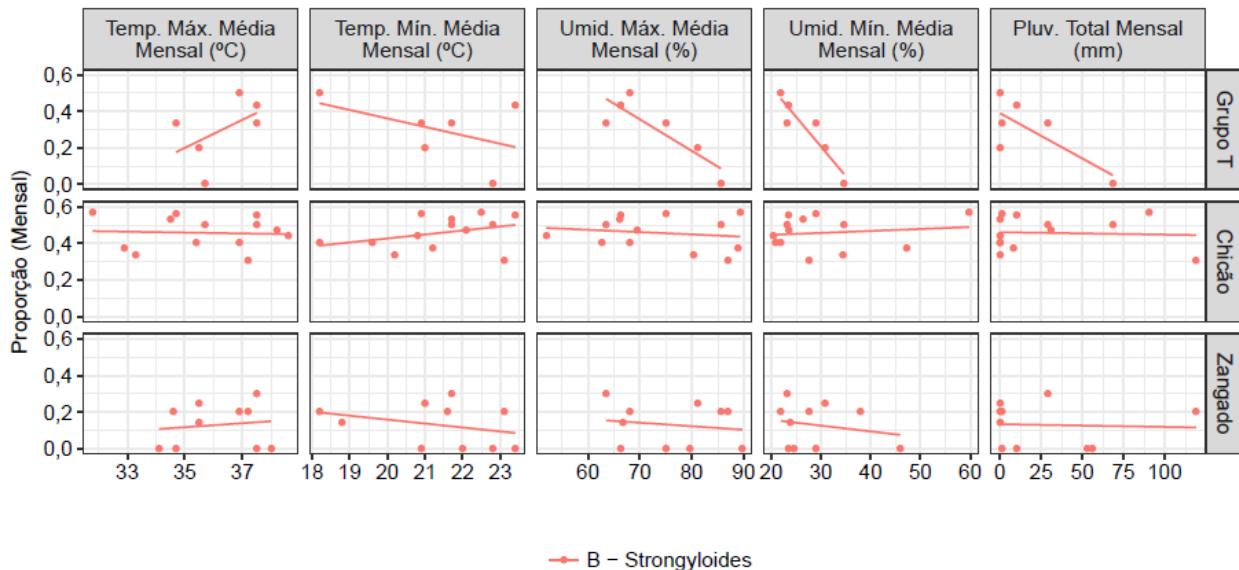


Gráfico B.13. Gráfico de dispersão da proporção mensal de indivíduos de cada grupo infectados pelo parasita C versus variáveis climáticas.

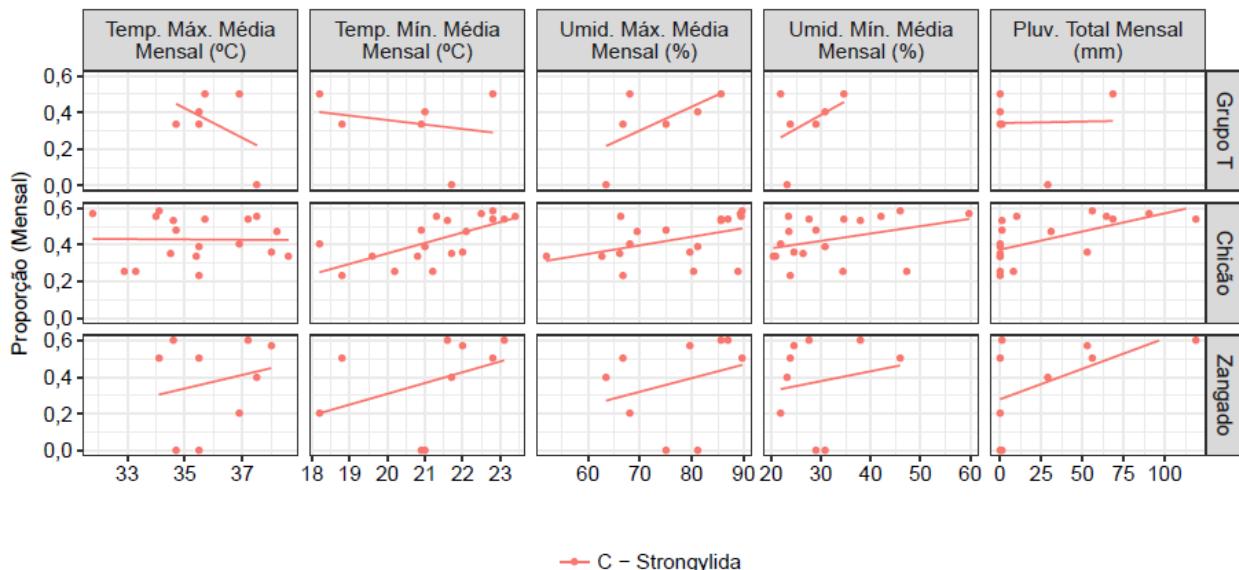


Gráfico B.14. Gráfico de dispersão da proporção mensal de indivíduos de cada grupo infectados pelo parasita D versus variáveis climáticas.

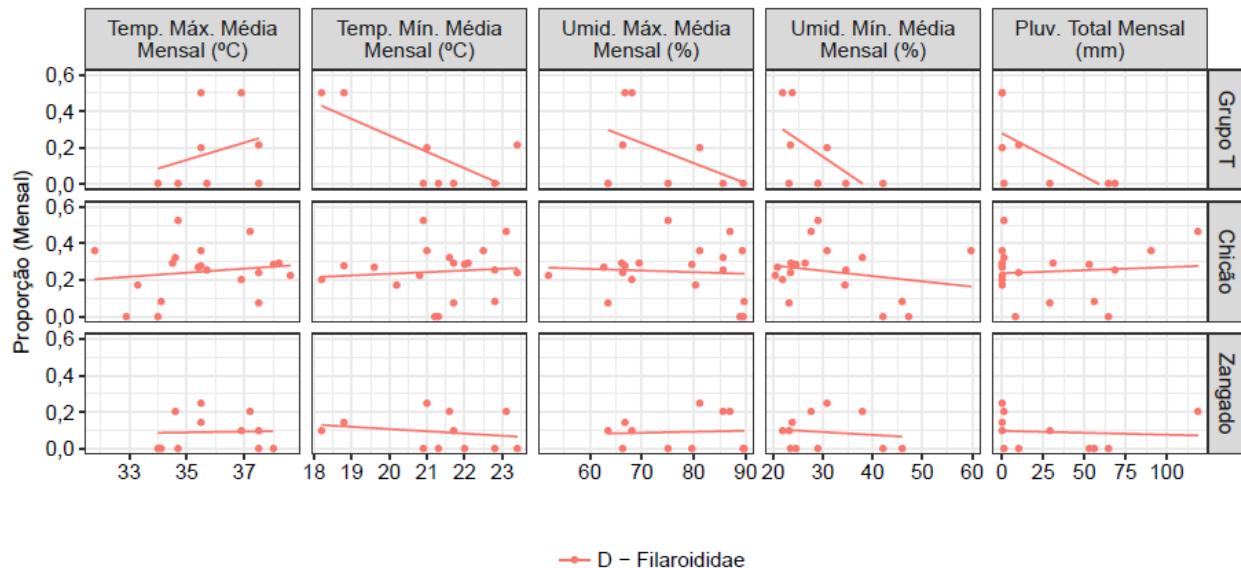


Gráfico B.15. Gráfico de dispersão da proporção mensal de indivíduos de cada grupo infectados pelo parasita E versus variáveis climáticas.

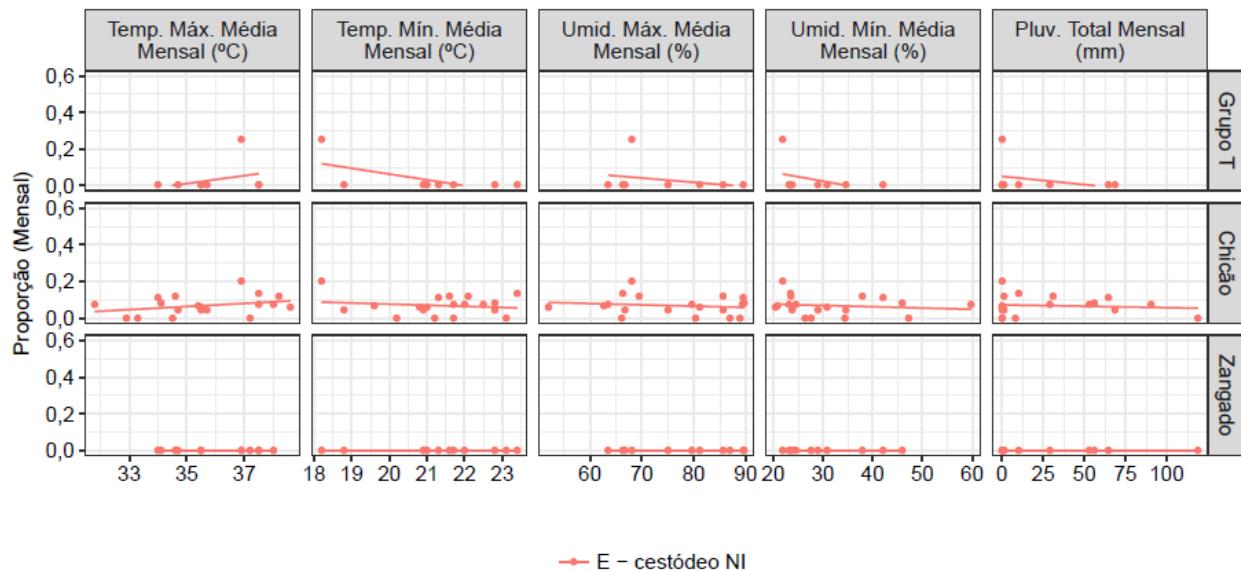


Gráfico B.16. Gráfico de dispersão da proporção mensal de indivíduos de cada grupo infectados pelo parasita G versus variáveis climáticas.

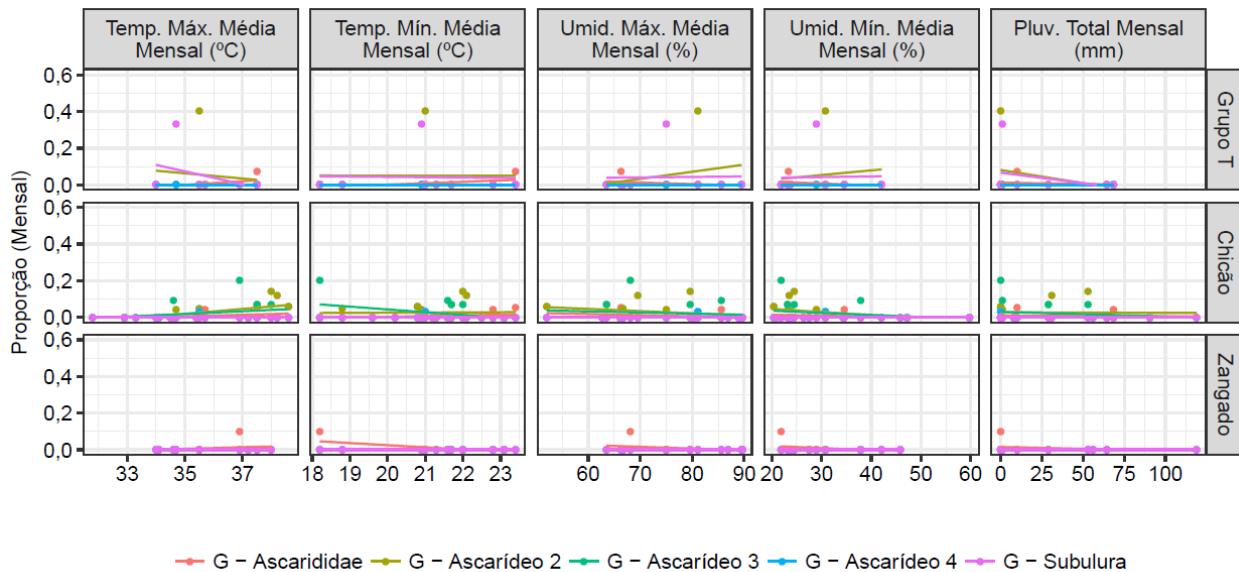


Gráfico B.17. Data da primeira ocorrência de cada tipo de parasita.

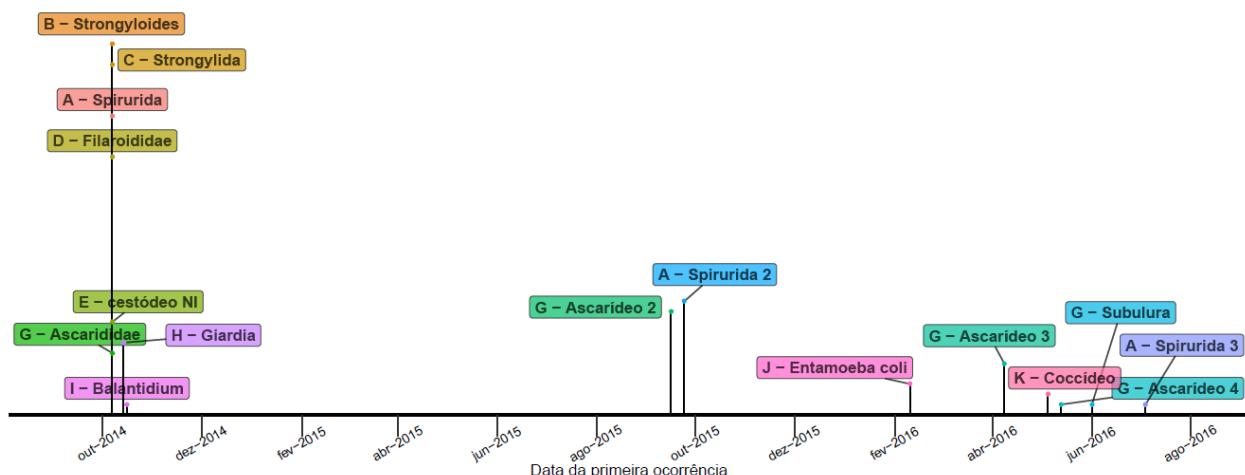


Gráfico B.18. Prevalência dos tipos de parasitas por grupo.

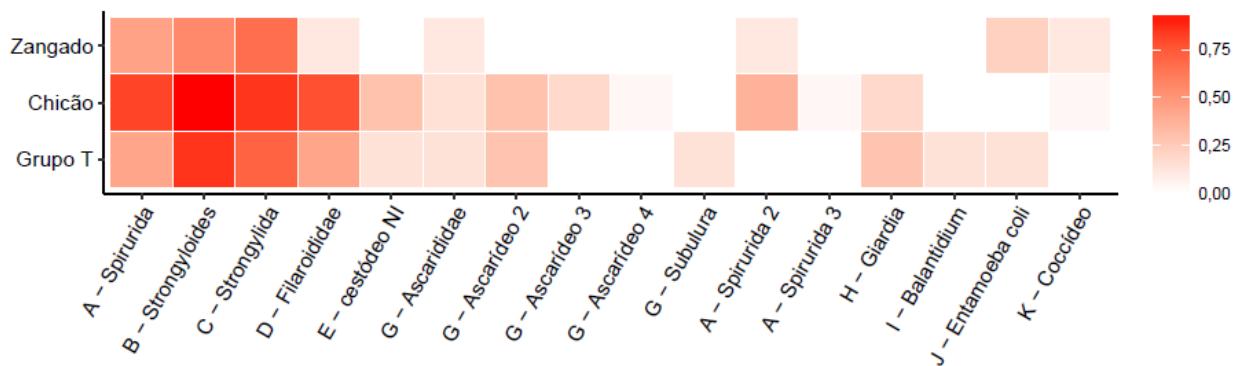


Gráfico B.19. Prevalência dos tipos de parasitas por sexo.

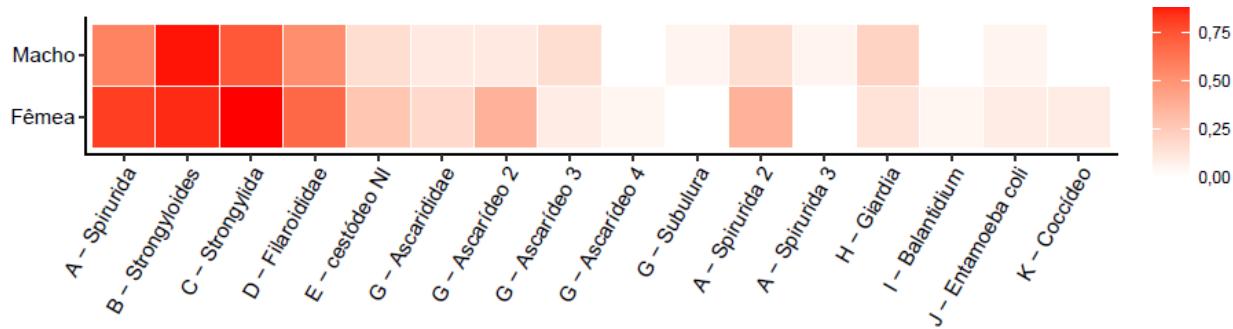


Gráfico B.20. Prevalência dos tipos de parasitas por idade.

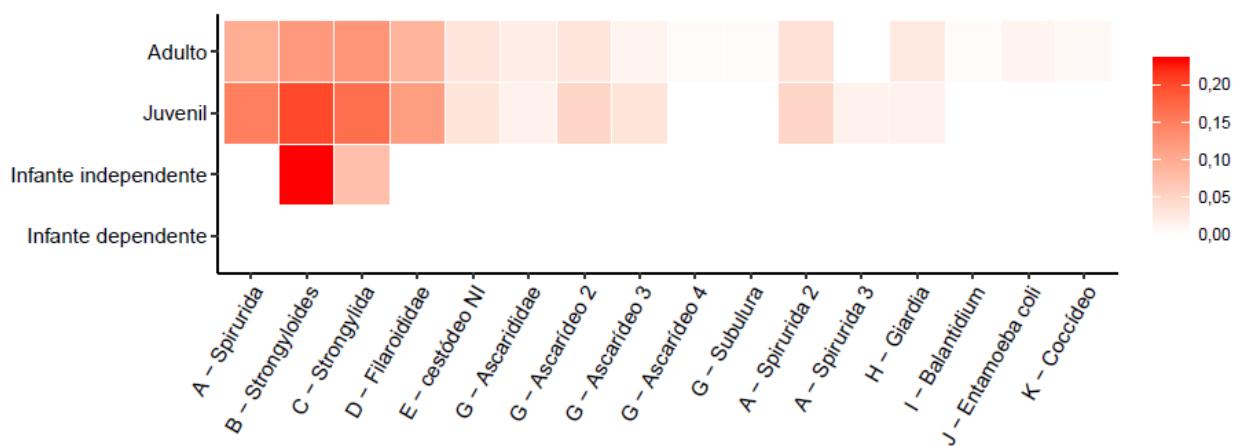


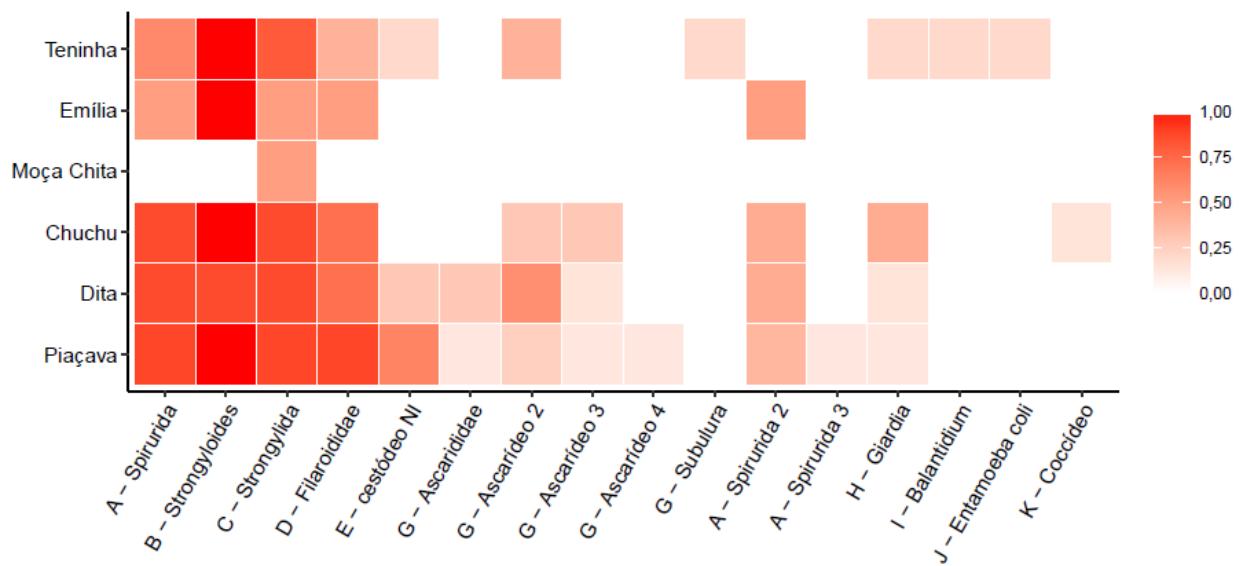
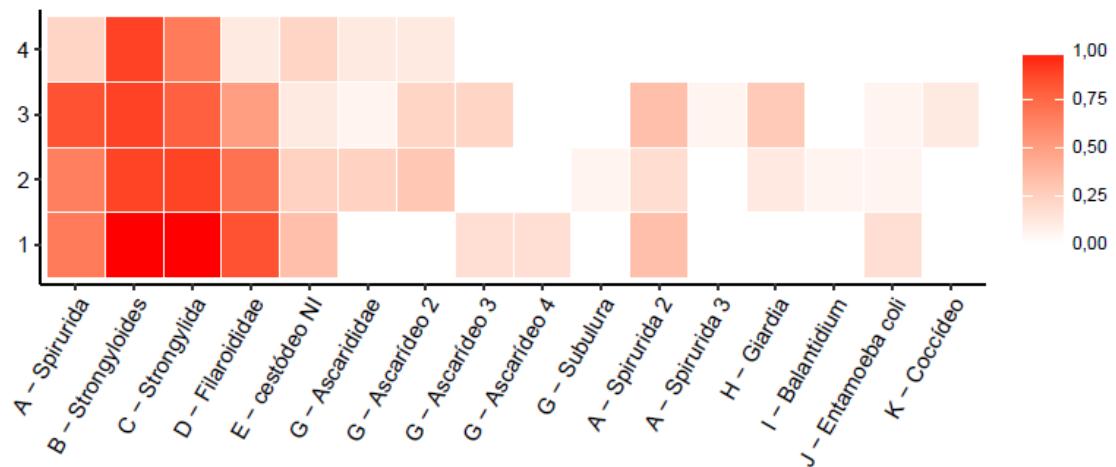
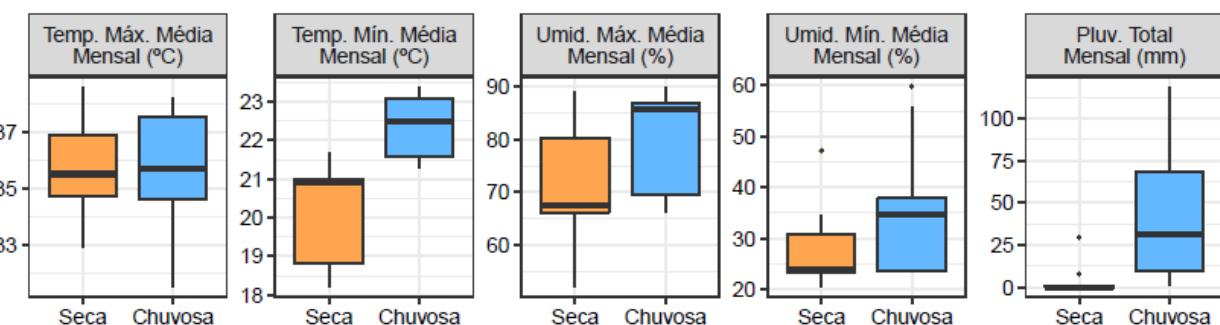
Gráfico B.21. Prevalência dos tipos de parasitas por família.**Gráfico B.22.** Prevalência dos tipos de parasitas por status.**Gráfico B.23.** Variáveis climáticas segundo as estações.

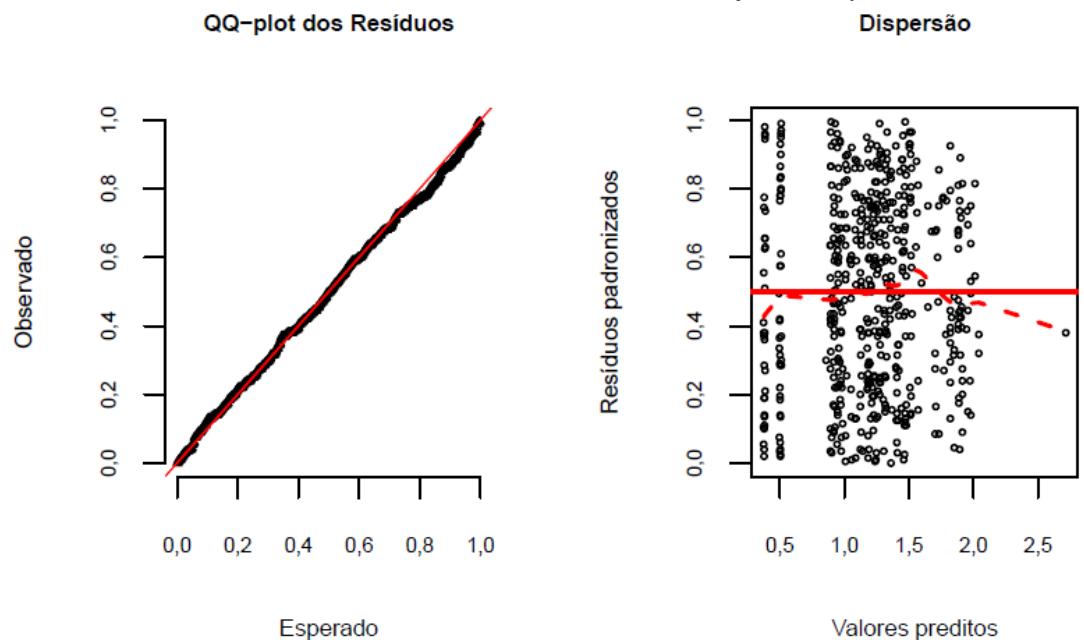
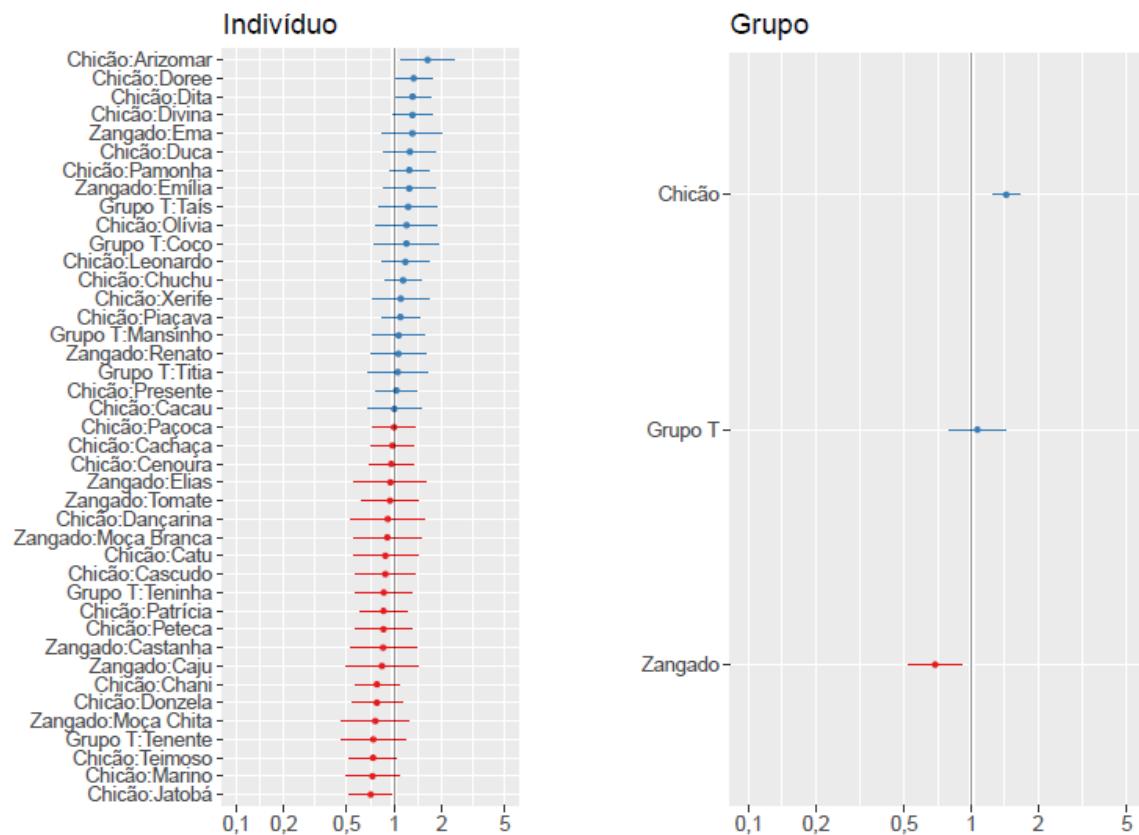
Gráfico B.24. Análise de resíduos do modelo ajustado para diversidade.**Gráfico B.25.** Efeitos aleatórios do modelo ajustado para diversidade.

Gráfico B.26. Análise de resíduos do modelo ajustado para o parasita A - Spirurida.

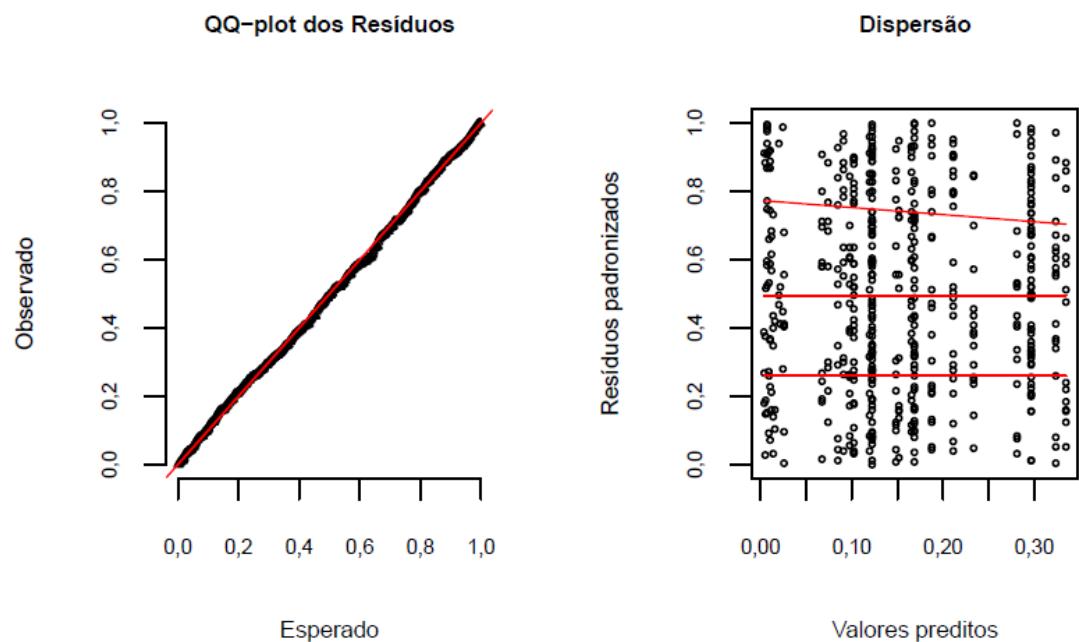


Gráfico B.27. Efeitos aleatórios do modelo ajustado para o parasita A - Spirurida.

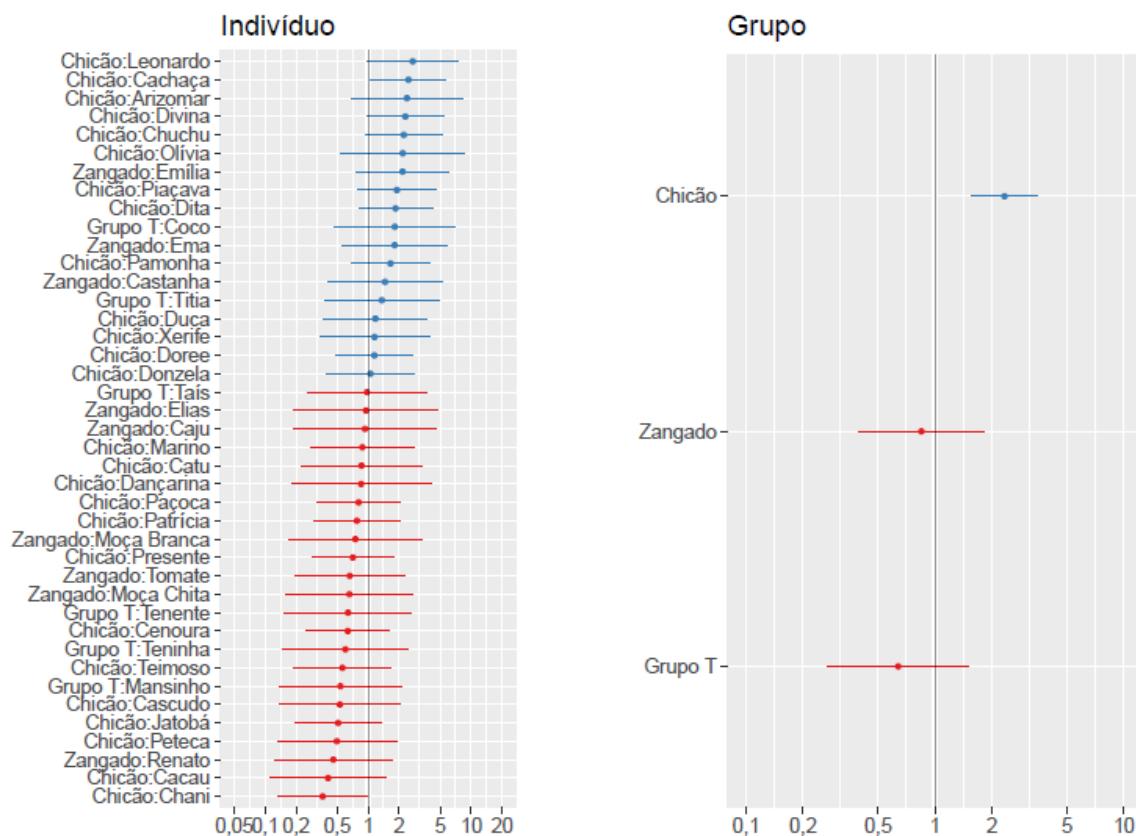


Gráfico B.28. Análise de resíduos do modelo ajustado para o parasita B - Strongyloides.

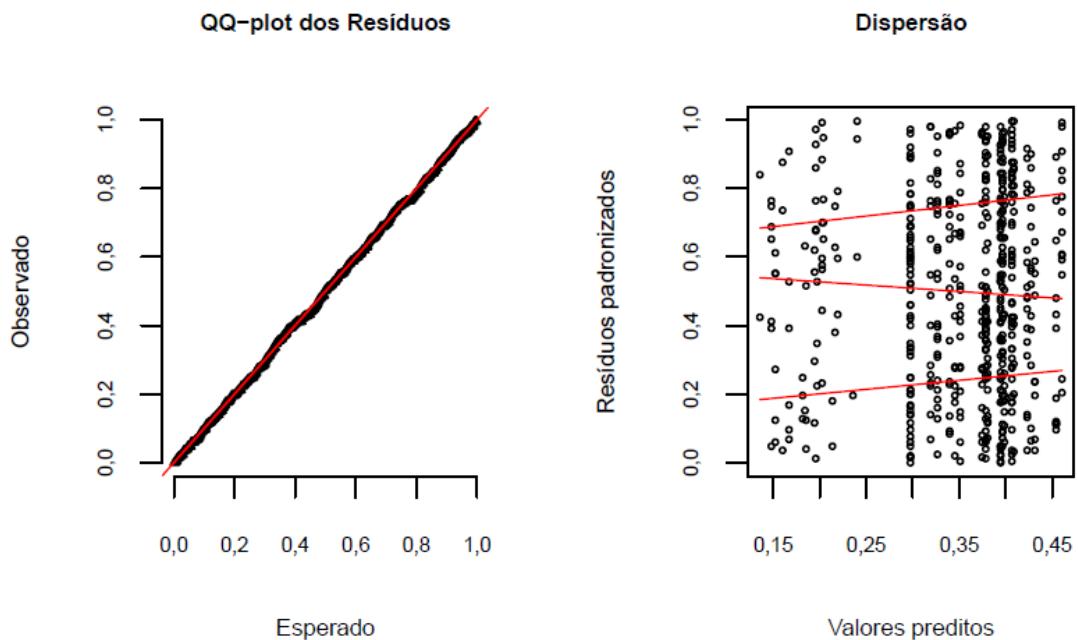


Gráfico B.29. Efeitos aleatórios do modelo ajustado para o parasita B - Strongyloides.

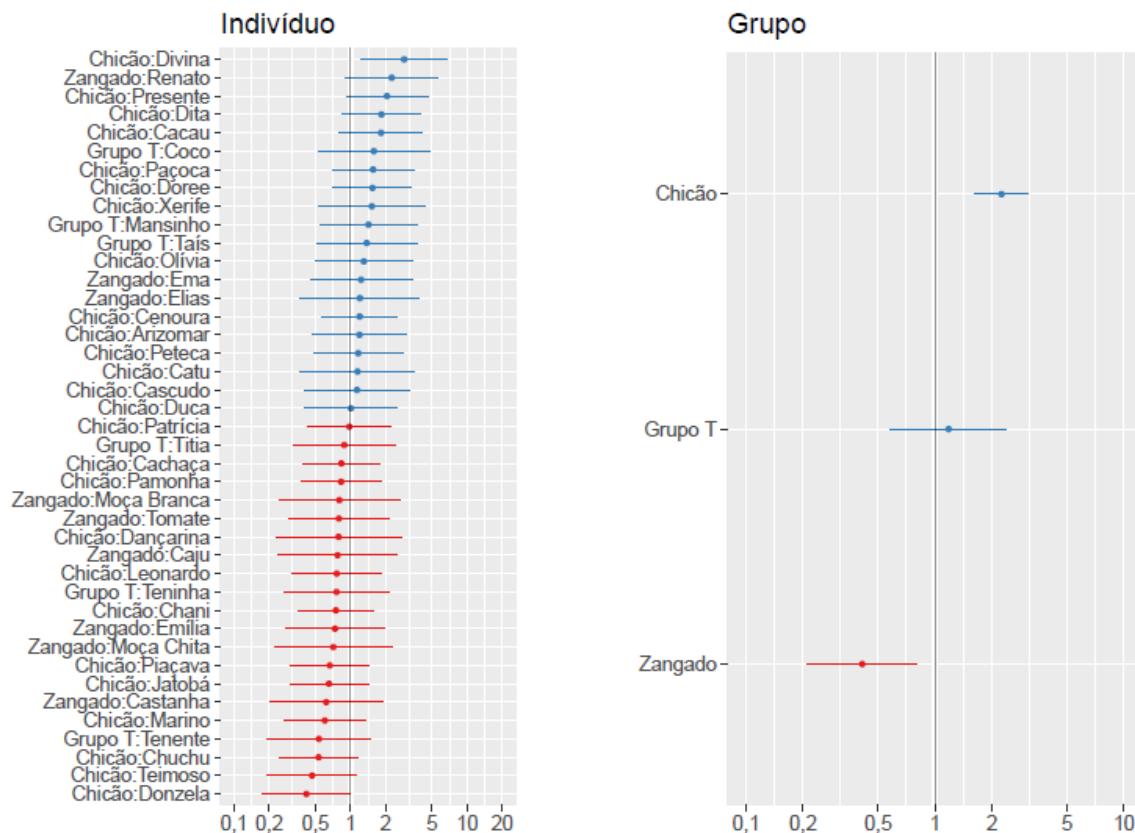


Gráfico B.30. Análise de resíduos do modelo ajustado para o parasita C - Strongylida.

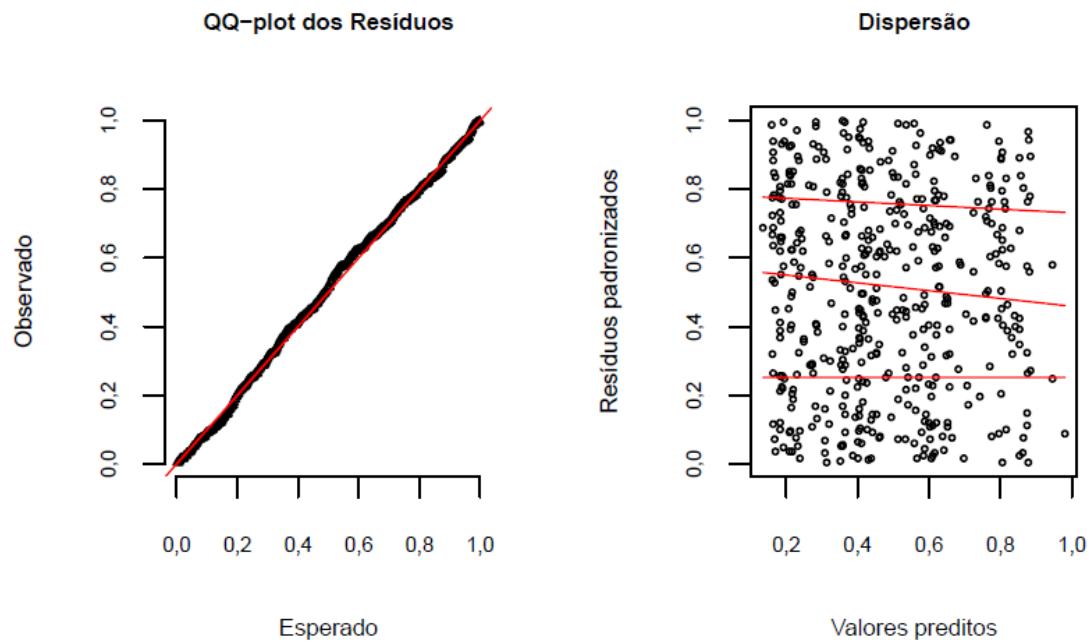


Gráfico B.31. Efeitos aleatórios do modelo ajustado para o parasita C - Strongylida.

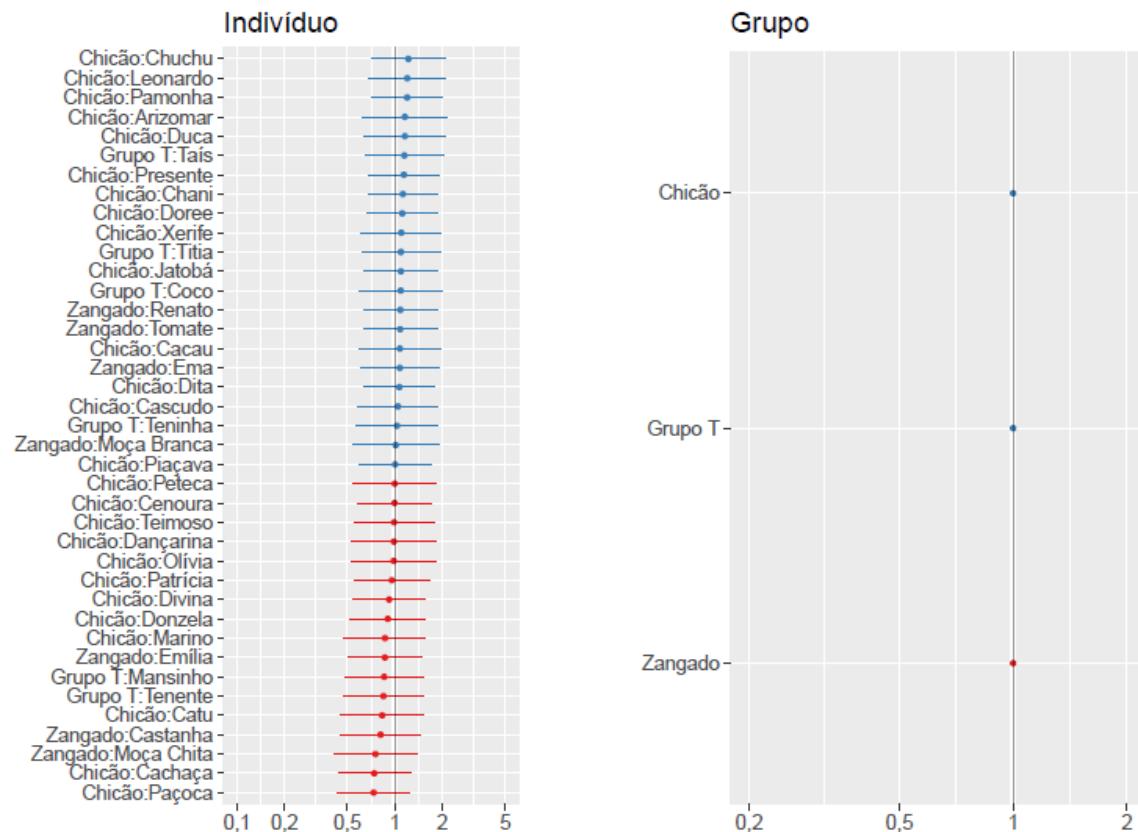


Gráfico B.32. Análise de resíduos do modelo ajustado para o parasita D - Filaroididae.

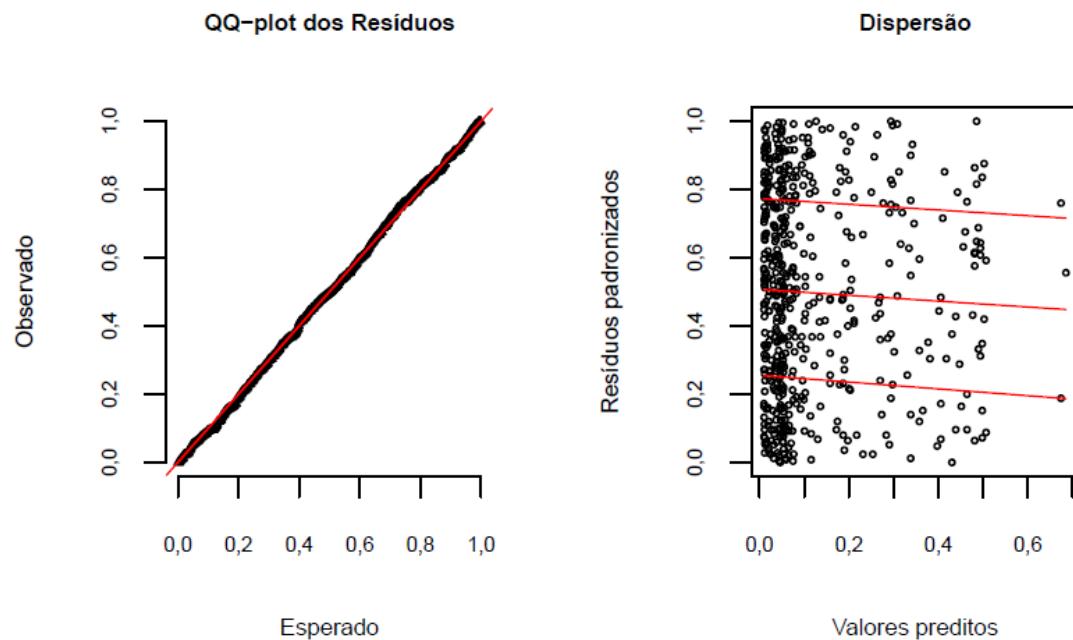


Gráfico B.33. Efeitos aleatórios do modelo ajustado para o parasita D - Filaroididae.

