

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Instituto de Biologia
Programa de Pós-Graduação em Entomologia



Dissertação

**Efeito da carbonização de carcaças suínas no tempo de decomposição,
na atratividade e diversidade de dípteros de importância forense**

Marcela Gómez Marcos Pédra

Pelotas, 2019

MARCELA GÓMEZ MARCOS PÉDRA

Efeito da carbonização de carcaças suínas no tempo de decomposição, na atratividade e diversidade de dípteros de importância forense

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu de Mestrado em Entomologia da Universidade Federal de Pelotas – UFPel como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências (área do conhecimento: Entomologia).

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Ferreira Krüger

Pelotas, 2019

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

P111e Pédra, Marcela Gómez Marcos

Efeito da carbonização de carcaças suínas no tempo de decomposição, na atratividade e diversidade de dípteros de importância forense / Marcela Gómez Marcos Pédra ; Rodrigo Ferreira Kruger, orientador. — Pelotas, 2019.

71 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, 2019.

1. Carcaças carbonizadas. 2. Estágios de decomposição. 3. Intervalo pós-morte (IPM). 4. Entomologia forense. I. Kruger, Rodrigo Ferreira, orient. II. Título.

CDD : 595.7

Marcela Gómez Marcos Pédra

Efeito da carbonização de carcaças suínas no tempo de decomposição, na atratividade e diversidade de dípteros de importância forense

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu de Mestrado em Entomologia da Universidade Federal de Pelotas – UFPel como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências (área do conhecimento: Entomologia).

.

Data da Defesa: 26/09/2019

Banca examinadora:

Prof. Dr. Rodrigo Ferreira Kruger (Orientador)

Doutor em Ciências Biológicas (Entomologia) pela Universidade Federal do Paraná.

Prof. Dr. Márcial Corrêa Cárcamo

Doutor em Parasitologia pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Juliano Lessa Pinto Duarte

Doutor em Parasitologia pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dra. Franciéle de Souza Masiero

Doutor em Parasitologia pela Universidade Federal de Pelotas

Aos meus pais e minha irmã, por serem meu tudo, sempre.

Agradecimentos

Começo esse agradecimento com uma reflexão de Karl Marx, que diz que devemos nos rodear de pessoas que nos façam felizes, que nos façam rir, que nos ajudem quando a gente precisa e que realmente se preocupem, elas são as que valem a pena ter em sua vida. É (e sempre foi) por essas pessoas que eu chego no final dessa jornada.

Primeiramente gostaria de agradecer meus pais e minha irmã. Vocês são a minha base, me apoiam em todos os meus sonhos. Meus pais em todos esses anos longe, mataram um leão por dia pra que eu tenha uma vida confortável aqui em Pelotas. Eu amo vocês mais que tudo nesse mundo. Minha mana, com quem eu divido a vida, a casa, os problemas, orgulhos e alegrias, minha alma gêmea.

Minha família toda, obrigada por me incentivarem e sentirem orgulho de mim.

Minhas amigas “DE” Bagé, que estão comigo na vida fora da faculdade e tornam tudo leve, que são a família que eu pude escolher. Minha vida é mais colorida com vocês. Meu povo do LEPAV (Roberta, Grati, Natalia, Larissa, Brenda, Willian e todos que por algum motivo foram embora) e meus amigos biólogos da vida Dayana, Alison e Laura, sem vocês eu não teria feito absolutamente nada. Todos se sujaram nesse campo fedido, passaram natal e ano novo no olho do sol comigo. Nada que eu escreva aqui vai poder demonstrar o tamanho da minha gratidão a vocês.

Um agradecimento muito especial ao Zé e ao Will, que além do campo, foram meu suporte quando eu desmoronava, sempre me dando apoio! Eu realmente pensei muitas vezes em desistir, mas vocês me seguravam. Ganhei dois amigos muito especiais, que eu quero ter comigo pra vida toda! Obrigada sempre!

Esse suporte veio também das minhas meninas, Camila e Brenda! Sempre dizendo o quanto eu sou capaz, me incentivando todo o tempo, me ouvindo. Sempre vou estar aqui pra vocês! Sororidade e amizade, além da biologia.

Aos meus colegas de pós-graduação pelo companheirismo e aprendizado.

Aos inúmeros mestres que, durante a minha pós-graduação compartilharam seu conhecimento, servindo como exemplo para minha vida profissional.

Ao meu orientador Prof. Dr. Rodrigo Krüger, por dividir o amor pelas “mosquinhas” e compartilhar comigo todo seu conhecimento.

MUITO OBRIGADA!!!

“O segredo da sabedoria, do poder e do conhecimento é a humildade.”

Ernest Hemingway

Resumo

PÉDRA, Marcela. **Efeito da carbonização de carcaças suínas no tempo de decomposição, na atratividade e diversidade de dipteros de importância forense.** 2019. 60f. Dissertação (mestrado) Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu de Mestrado em Entomologia, Instituto de Biologia, da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019

Várias técnicas podem auxiliar na avaliação do intervalo pós-morte (IPM) e na determinação da possível *causa mortis*, um exemplo é o estudo das diferentes fases de decomposição de um cadáver. Estas fases podem ser influenciadas por fatores abióticos (temperatura, umidade e precipitação), injúrias no corpo, por fatores fisiológicos e metabólicos do próprio organismo e pelo modo como se deu a morte, como por exemplo carbonização. A Entomologia Forense, através da entomofauna cadavérica pode auxiliar na estimativa do IPM e determinar a possível *causa mortis*. O objetivo deste trabalho foi investigar a duração dos estágios de decomposição, bem como a frequência, abundância e atratividade de dipteros associados a carcaças carbonizadas em dois níveis diferentes de carbonização, comparados a carcaças que não foram carbonizadas. As carcaças foram expostas em uma área rural de campo aberto e as fases de decomposição foram registradas diariamente em imagens e diários de campo. Insetos adultos foram coletados diariamente em todas as carcaças utilizando redes entomológicas e identificados em laboratório. Posturas, larvas e pupas também foram coletadas diariamente, levadas para laboratório para serem criados até a emergência dos adultos e posterior identificação. Todas as carcaças passaram pelos cinco estágios de decomposição, porém as carcaças carbonizadas tiveram menos tempo nas fases fresco e decomposição ativa. A atratividade exercida tanto pelas carcaças queimadas quanto pelas não queimadas foi mais significativa nas espécies *Chrysomya albiceps*, *Lucilia eximia* e *Musca domestica*. *Chrysomya albiceps* foi a espécie mais abundante em todos os tratamentos. A sucessão entomológica foi diferente nos tratamentos queimados e não queimados com relação a abundância de espécies e semelhante quanto a diversidade das espécies, concluindo que a carbonização não influencia diretamente na atratividade de dípteros.

Palavras-chave; carcaças carbonizadas; estágios de decomposição; intervalo pós-morte (IPM); entomologia forense.

Abstract

PÉDRA, Marcela. **Effect of carbonization of pig carcasses on the time of decomposition, attractiveness and diversity of diptera of forensic importance.** Dissertation (masters) Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu de Mestrado em Entomologia, Instituto de Biologia, da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

Several techniques can help in the evaluation of the postmortem interval (MPI) and in determining the possible cause of death, an example is the study of the different decomposition phases of a corpse. These phases can be influenced by abiotic factors (temperature, humidity and precipitation), injuries to the body, physiological and metabolic factors of the body itself and the way death occurred, such as carbonization. Forensic Entomology through cadaveric entomofauna can help in the estimation of MPI and determine the possible cause of death. The objective of this work was to investigate the duration of decomposition stages, as well as the frequency, abundance and attractiveness of diptera associated with carbonized carcasses at two different carbonization levels, compared to non-carbonized carcasses. The carcasses were exposed in a rural open field area and the decomposition phases were recorded daily in images and field diaries. Adult insects were collected daily in all carcasses using entomological nets and identified in the laboratory. Postures, larvae and pupae were also collected daily, taken to the laboratory to be reared until adult emergence and subsequent identification. All carcasses went through the five stages of decomposition, but the charred carcasses had less time in the fresh and active decomposition phases. The attractiveness exerted by both burnt and unburnt carcasses was more significant in the species *Chrysomya albiceps*, *Lucilia eximia* and *Musca domestica*. *Chrysomya albiceps* was the most abundant species in all treatments. The entomological succession was different in the burned and unburned treatments regarding species abundance and similar in species diversity, concluding that carbonization does not directly influence the attractiveness of diptera.

Keywords: carbonized carcasses; stages of decomposition; postmortem interval (MPI); forensic entomology.

Lista de Figuras

Figura 1.	Visão aérea geral da área rural de campo aberto, dentro da Estação Experimental Terras Baixas – EMBRAPA, localizada na Rua Campus Universitária - s/n no município de Capão do Leão – RS, situada nas coordenadas geográficas: 31°40'47" S e 52°26'24" W; 60m de altitude, onde foi realizado o experimento com carcaças de suínos (carbonizada e controle). Foto obtida através do programa Google Maps.....	24
Figura 2.	Caixa plástica de armazenamento adaptada utilizada como armadilha contendo o atrativo (carcaças queimadas ou não queimadas)	25
Figura 3.	Carcaça de porco carbonizada no grau 2 da escala de Crow-Glassman (queimados A)	28
Figura 4.	Carcaça de porco carbonizada no grau 4 da escala de Crow-Glassman (queimados B)	28
Figura 5.	Carcaça de porco não carbonizada (controle).....	29
Figura 6.	Sistema duplo contendo carne moída disponível para alimentação das larvas.....	31
Figura 7.	Imaturos acondicionados no Laboratório de Biologia de insetos localizado no Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas.....	32
Figura 8.	Flutuação ao longo das coletas de dípteros adultos. Nas linhas tracejadas a abundância total e nas linhas grossas a abundância média das carcaças não queimadas (controle), queimados A (grau 2) e queimados B (grau 4)	36
Figura 9.	Análise de resíduos do modelo de abundância total de dípteros adultos	38
Figura 10.	Flutuação ao longo das coletas de dípteros adultos da espécie <i>Chrysomya albiceps</i> . Nas linhas tracejadas a abundância total e nas linhas grossas a abundância média das carcaças não queimadas (controle), queimados A (grau 2) e queimados B (grau 4)	39

Figura 11.	Análise de resíduos do modelo de abundância de <i>Chrysomya albiceps</i> adultos	41
Figura 12.	Flutuação ao longo das coletas de dípteros adultos da espécie <i>Musca domestica</i> . Nas linhas tracejadas a abundância total e nas linhas grossas a abundância média das carcaças não queimadas (controle), queimados A (grau 2) e queimados B (grau 4).....	42
Figura 13.	Análise de resíduos do modelo de abundância de <i>Musca domestica</i> adultos	43
Figura 14.	Flutuação ao longo das coletas de dípteros adultos da espécie <i>Lucilia eximia</i> . Nas linhas tracejadas a abundância total e nas linhas grossas a abundância média das carcaças não queimadas (controle), queimados A (grau 2) e queimados B (grau 4).....	44
Figura 15.	Flutuação ao longo das coletas de dípteros imaturos. Nas linhas tracejadas a abundância total e nas linhas grossas a abundância média das carcaças não queimadas (controle), queimados A (grau 2) e queimados B (grau 4)	45
Figura 16.	Análise de resíduos do modelo de abundância total de dípteros imaturos.....	47
Figura 17.	Flutuação ao longo das coletas de dípteros imaturos da espécie <i>Chrysomya albiceps</i> . Nas linhas tracejadas a abundância total e nas linhas grossas a abundância média das carcaças não queimadas (controle), queimados A (grau 2) e queimados B (grau 4)	48
Figura 18.	Análise de resíduos do modelo de abundância de <i>Chrysomya albiceps</i> imaturos.....	49
Figura 19.	Flutuação ao longo das coletas de dípteros imaturos da espécie <i>Lucilia eximia</i> . Nas linhas tracejadas a abundância total e nas linhas grossas a abundância média das carcaças não queimadas (controle), queimados A (grau 2) e queimados B (grau 4).....	50
Figura 20.	Flutuação ao longo das coletas de dípteros imaturos da espécie <i>Musca domestica</i> . Nas linhas tracejadas a abundância total e nas	

	linhas grossas a abundância média das carcaças não queimadas (controle), queimados A (grau 2) e queimados B (grau 4)	51
Figura 21.	Abundância de dípteros sarcófagídeos adultos criados em laboratório a partir da coleta de imaturos das carcaças não queimadas (controle), queimados A (grau 2) e queimados B (grau 4).....	52
Figura 22.	Tratamentos não queimados (controle), queimados (grau 2) e queimados (grau 4) e os cinco estágios de decomposição registrados durante o experimento.....	54

Lista de Tabelas

Tabela 1.	Relação das famílias, gêneros e espécies de dípteros coletados e emergidos nas carcaças de suínos dos três tratamentos (controle, queimados A e queimados B) utilizados no experimento realizado em campo aberto dentro da Estação Experimental Terras Baixas - EMBRAPA, localizada nas coordenadas geográficas: 31°40'47"S e 52°26'24"W; 60m de altitude.....	34
Tabela 2.	Valores do peso (kg) das carcaças (carbonizada A e B ou controle) expostas no experimento realizado em campo aberto, dentro da Estação Experimental Terras Baixas - EMBRAPA, localizada nas coordenadas geográficas: 31°40'47" S e 52°26'24" W; 60m de altitude.....	35
Tabela 3.	Umidade relativa do ar, temperatura ambiente, máxima, mínima e precipitação diárias, obtidas no local do experimento realizado em campo aberto, dentro da Estação Experimental Terras Baixas - EMBRAPA, localizada nas coordenadas geográficas: 31°40'47" S e 52°26'24" W; 60m de altitude.....	35
Tabela 4.	Parâmetros estimados do modelo de abundância total de dípteros adultos.....	37
Tabela 5.	Estatísticas descritivas dos resíduos do modelo de abundância total de dípteros adultos.....	39
Tabela 6.	Parâmetros estimados do modelo de abundância de <i>Chrysomya albiceps</i> adultos.....	40
Tabela 7.	Estatísticas descritivas dos resíduos do modelo de abundância de <i>Chrysomya albiceps</i> adultos.....	41
Tabela 8.	Parâmetros estimados do modelo de abundância de <i>Musca domestica</i> adultos.....	42
Tabela 9.	Estatísticas descritivas dos resíduos do modelo de abundância de <i>Musca domestica</i> adultos.....	43
Tabela 10.	Parâmetros estimados do modelo de abundância total de dípteros imaturos.....	46
Tabela 11.	Estatísticas descritivas dos resíduos do modelo de abundância total de dípteros imaturos.....	47

Tabela 12.	Parâmetros estimados do modelo de abundância de <i>Chrysomya albiceps</i> imaturos.....	48
Tabela 13.	Estatísticas descritivas dos resíduos do modelo de abundância <i>Chrysomya albiceps</i> imaturos.....	49
Tabela 14.	Duração média (em dias) dos estágios de decomposição das carcaças controle (não queimadas) e queimadas nos graus 2 e 4 da escala Crow-Glassman.....	53
Tabela 15.	Relação dos gêneros e espécies registrados nos diferentes estágios de decomposição das carcaças não queimadas (controle), queimadas no grau 2 e queimadas no grau 4 da escala Crow-Glassman.....	56

Sumário

1 Introdução	12
2 Revisão bibliográfica	14
2.1. Entomologia forense	14
2.2. Breve histórico da Entomologia forense	18
2.3. Famílias de dípteros necrófagos	19
2.4. Decomposição de carcaças carbonizadas	21
3 Objetivos	23
3.1. Objetivo geral	23
3.2. Objetivos específicos	23
4 Materiais e métodos	24
4.1. Local e estrutura do experimento	21
4.2. Procedência dos suínos	26
4.3. Carbonização das carcaças suínas	26
4.4. Análise dos fatores abióticos	29
4.5. Análise estatística	29
4.6. Coletas em campo	30
4.6.1. Coleta de adultos	30
4.6.2. Coleta de imaturos	30
5 Análise dos dados	33
6 Resultados	33
6.1. Dípteros adultos	36
6.1.1. <i>Chrysomya albiceps</i> adultos	39
6.1.2. <i>Musca domestica</i> adultos	41
6.1.3. <i>Lucilia eximia</i> adultos	44
6.2. Dípteros imaturos	44
6.2.1. <i>Chrysomya albiceps</i> imaturos	47
6.2.2. <i>Lucilia eximia</i> imaturos	50
6.2.3. <i>Musca domestica</i> imaturos	50
6.2.4. Sarcófagídeos imaturos	47
6.3. Decomposição das carcaças	52
7 Discussão	58
8 Conclusão	62
9 Referências	63

1. INTRODUÇÃO

A decomposição de matéria orgânica, como carcaças de animais, se dá tanto por fatores abióticos, como temperatura, umidade, precipitação e luz, quanto pela ação de alguns organismos (CATTS, GOFF, 1992). Após a morte, inicia-se o processo de decomposição por ação de bactérias presentes no organismo do cadáver, processo este que libera líquidos e voláteis que servem de atrativos olfatórios para artrópodes que utilizam estes cadáveres como fonte proteica para se alimentar, para estimular a oviposição, ou ainda para desenvolvimento das fases imaturas, sendo estes organismos os primeiros a colonizarem o cadáver. As carcaças são colonizadas por uma enorme quantidade de insetos, e a atividade dessas espécies acelera a putrefação cadavérica (OLIVEIRA-COSTA 2000).

O estudo da fauna cadavérica constitui a aplicação mais importante da entomologia forense, e é baseado na sucessão entomológica na carcaça. A diferença na exploração do cadáver ao longo de cada etapa de decomposição e o conhecimento do tempo ocupado por cada estágio de desenvolvimento do inseto, associado a outros fatores permite a utilização desses artrópodes para auxiliar na estimativa do intervalo pós-morte (CATTS, GOFF, 1992). Além disso, este estudo permite determinar outras circunstâncias relacionadas, como ferimentos *ante-mortem*, movimentação do cadáver, uso de substâncias como drogas e medicamentos, entre outros (CARVALHO et al., 2004).

Os insetos mais utilizados em estudos forenses são os dípteros da família Calliphoridae e Sarcophagidae (NUORTEVA, 1974) e coleópteros das famílias Dermestidae, Silphilidae e Cleridae (SMITH, 1986). Porém nem todos os insetos associados a cadáveres podem ser utilizados em investigações criminais. Há um complexo de espécies associadas que segundo Smith (1986) podem ser agrupados em quatro categorias ecológicas distintas: as espécies necrófagas, que se alimentam diretamente dos tecidos e fluidos resultantes da deterioração da carcaça, os predadores e/ou parasitoides que além de se alimentarem dos insetos necrófagos podem ser bons indicadores do estágio de decomposição de um cadáver, espécies onívoras que se alimentam de mais de um tipo de matéria orgânica, incluindo ocasionalmente a carcaça, e, por último, as espécies

“acidentais” que visitam a carcaça em busca de refúgio favorável, local de pouso ou postura (SMITH, 1986). Embora apenas a primeira categoria seja tradicionalmente utilizada como evidência médico-legal, tanto a diversidade quanto a abundância da entomofauna associada podem interferir na velocidade de decomposição de um cadáver (GOFF, 2000).

A utilização de insetos em investigações criminais ocorre pelo fato de os mesmos estarem presentes em todas as fases de decomposição e em uma sequência previsível (DILLON 1997; DILLON & ANDERSON 1995; PAYNE 1965). Cada uma das etapas de decomposição é atrativa para diferentes espécies, como resultado das condições físicas e químicas da carcaça. O resultado dessas interações é que as espécies de insetos colonizam a carcaça em ondas sucessivas (PAYNE, 1965; KEH, 1985; TURNER, 1991). Além disso, cada região geográfica possui uma entomofauna característica.

Apesar de ter sua importância reconhecida desde o século XIX na Europa, somente nos últimos anos a utilização de insetos em investigações médico-legais tem sido cientificamente madura para sua aplicação prática (BENECKE, 2001). No Brasil, a entomologia forense ainda é relativamente pouco estudada, com trabalhos publicados principalmente na região Sudeste (SOUZA & LINHARES, 1997; THYSEN, 2000; CARVALHO, LINHARES, 2001; CARVALHO et al., 2004), havendo carência de pesquisas em outras regiões do país.

A legislação brasileira não permite a utilização de cadáveres humanos em estudos relacionados às ciências forenses. Por esse motivo, utiliza-se como modelo experimental o porco doméstico, pois é o modelo que mais se assemelha a seres humanos, pelo fato de serem onívoros e apresentarem fauna intestinal e tegumento semelhante aos humanos (CAMPOBASSO et al. 2001; SCHOENLY et al. 2006).

Para que haja mais informações nos bancos de dados que possam ser utilizadas em casos reais, é necessário que se desenvolvam estudos simulando as várias formas de morte, principalmente as mais encontradas em casos de homicídio, para que sejam verificadas as diferenças na fauna cadavérica, no tempo de decomposição, entre outras. Há necessidade de mais pesquisas em campo a fim de gerar dados de diferentes regiões do país e em diferentes tipos

de morte para que haja uma maior colaboração na diminuição dos erros no uso prático da entomologia forense.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Entomologia forense

A entomologia na área forense pode ser definida como a aplicação do estudo dos artrópodes que, interagindo com procedimentos criminalísticos, tem o propósito de descobrir informações úteis para uma investigação (THYSSEN, 2000). No Brasil essa ciência veio se desenvolvendo de forma contínua tendo a realização de estudos sobre os insetos das ordens Diptera e Coleoptera. (LUZ et al., 2008).

A entomologia forense é uma área pouco estudada, porém, muito abrangente. CATTS e GOFF (1992) dividiram esta área em três subáreas: a Entomologia urbana que trata de danos a imóveis e ao ambiente, a Entomologia de produtos estocados que investiga grandes contaminações em produtos comerciais, principalmente grãos e a Entomologia médico-legal que estuda a utilização de insetos na resolução de crimes, como tráfico de entorpecentes, casos de negligência e maus tratos, casos de morte violenta, que inclui outros tipos de violações como abuso sexual, casos de homicídios e suicídios por overdose ou utilização de entorpecentes. Na presença de entomofauna, essa área vem se destacando por ser bastante precisa e oferecer informações quando outras evidências médico-legais oferecem dificuldades em ser investigadas.

O emprego da Entomologia forense depende de conhecimento sobre taxonomia, biologia, ciclo de vida, sucessão e ecologia dos insetos estudados (PANIGALLI; SOLIGO, 2013), para que se possa obter dados que sejam úteis na investigação criminal. Insetos necrófagos utilizam matéria orgânica em decomposição ou para desenvolvimento das formas imaturas ou ainda como fonte de proteína para o desenvolvimento ovariano das fêmeas adultas, viabilizando posteriormente a oviposição (MENDES; LINHARES, 1993; OLIVEIRA-COSTA, 2003).

A análise da entomofauna presente no corpo após a morte, no local aonde foi encontrado, bem como nas vestimentas (quando presentes) ou invólucros que possam estar também presentes na cena do crime, podem fornecer informações esclarecedoras acerca da:

Identidade do morto: através da análise de DNA obtida nos restos de sangue e outros tecidos e fluidos corporais presentes no intestino do inseto, tendo em vista que os mesmos se alimentam dos restos cadavéricos em todas as fases de decomposição;

Causa da morte: a velocidade da decomposição e a sucessão entomológica são afetadas por fatores como morte por afogamento, carbonização, envenenamento, etc. (ROMANA et al., 2012);

Local da morte: análise da entomofauna permite esclarecer se houve movimentação do cadáver, pois segundo Amendt et al. (2000) há diferenças entre a diversidade de insetos necrófagos de diversos ambientes, sendo que espécies envolvidas podem variar de região para região, ou até mesmo dentro de uma mesma cidade (ROMANA et al., 2012);

Uso de drogas e outras toxinas: as substâncias podem afetar no crescimento e desenvolvimento, principalmente das formas imaturas dos insetos (ROMANA et al., 2012);

Cronotanatognose/Intervalo pós -morte (IPM): dados da ecologia e biologia das espécies associadas a cadáveres podem auxiliar na determinação no intervalo mínimo e máximo entre a morte e a data em que o corpo foi encontrado (ROMANA et al., 2012).

Para a estimativa do IPM vários parâmetros podem ser analisados, contudo este cálculo se torna impreciso quanto maior for o tempo decorrido da morte, devido a uma série de mudanças ocorridas no corpo. Dentre os métodos mais usuais podem ser mencionados: a razão da perda de água através da superfície tegumentar, também conhecido por evaporação cutânea, mais evidente em fetos e crianças, que necessita de um conhecimento prévio da massa corpórea do cadáver; a rigidez cadavérica (rigor mortis), ocasionada pela desidratação muscular e glicólise anaeróbica, que gera o endurecimento das fibras musculares; a diminuição da temperatura corporal, altamente dependente de fatores como a temperatura do ambiente, as vestimentas, a posição, o estado de nutrição do corpo ou o local; os livores cadavéricos, que

são manchas formadas pelo depósito de sangue em regiões de declive do corpo; os fenômenos transformadores ou cadavéricos; a liberação de gases provenientes da putrefação; a formação de cristais de Westenhöffer-Rocha-Valverde no sangue putrefeito; as análises do conteúdo estomacal (permitindo estimar a hora da última refeição da vítima) e de fundo de olho (formação do anel isquêmico perivascular na retina devido à paralisação da circulação) (FRANÇA, 2008).

As modificações sofridas por um cadáver em decomposição fazem parte de um processo contínuo que segue uma ordem constante e frequente. Essas modificações podem ser divididas em estágios para facilitar o estudo, sendo que o tempo de duração de cada etapa não é fixo e imutável, podendo diferir. Isto porque o tempo de decomposição sofre interferência de fatores inerentes à matéria (idade, causa da morte, constituição e integridade do corpo) e ao ambiente (temperatura, umidade do ar, precipitação, incidência luminosa) no qual o cadáver se encontra (BORNEMISSZA 1957; CARRERA, 1991; CAMPOBASSO, VELLA, INTRONA, 2001). Segundo Bornemissza (1957), o cadáver/carcaça passa por cinco estágios de decomposição descritos da seguinte maneira:

Estágio de decomposição inicial (fresco): A carcaça apresenta-se fresca externamente e em decomposição internamente; propicia a atividade de microrganismos, como bactérias, protozoários e nematódeos, presentes no animal antes de sua morte;

Putrefação (inchaço): acúmulo de gases produzidos internamente, pela atividade de microrganismos, acompanhado da liberação de odores de putrefação fresca;

Putrefação escura (decomposição ativa): rompimento do tegumento corporal com escape de gases, consistência cremosa com partes expostas negras e odor de putrefação muito forte;

Fermentação (decomposição avançada): A carcaça se encontra em avançado estágio de decomposição, apresentando-se ressecada por fora e ainda restos de matéria orgânica fresca; superfície ventral do corpo embolorando devido à fermentação;

Estágio final (esqueletização): A carcaça encontra-se seca, diminuindo a velocidade de decomposição, o esqueleto já está visível, pouca matéria orgânica é encontrada.

Quando os procedimentos tradicionais se tornam inespecíficos, comprometendo a precisão da estimativa do IPM, a Entomologia Forense apresenta-se com uma alternativa para o cálculo da cronotanatognose, especialmente nos casos nos quais o tempo decorrido do óbito ultrapassa três dias (CATTS; HASKELL, 1990). Para as análises entomológicas torna-se imprescindível a identificação taxonômica correta dos espécimes coletados, além do conhecimento de quais espécies de insetos estão associadas ao material em decomposição, sua biologia, ecologia e das condições intrínsecas e extrínsecas na progressão do processo putrefativo que possam interferir no desenvolvimento de tais espécies (CARRERA, 1991; SIEGEL; KNUPFER; SAUKKO, 2000). Isto porque o tempo de decomposição sofre interferência de fatores inerentes à matéria (idade, causa da morte, constituição e integridade do corpo) e ao ambiente (temperatura, umidade do ar, precipitação pluviométrica, incidência luminosa) no qual o cadáver se encontra, e até mesmo da massa larval presente (BORNEMISSZA, 1957; CARRERA, 1991; BYRD; CASTNER, 2001; CAMPOBASSO; VELLA; INTRONA, 2001).

Em geral, duas formas podem ser utilizadas para estimar o IPM quando este cálculo é fundamentado em evidências entomológicas. A primeira baseia-se no estudo da taxa de desenvolvimento de ovos, larvas e/ou pupas encontradas na matéria orgânica em decomposição. Neste caso, os imaturos de estádios mais adiantados são coletados, sendo que parte da amostra é fixada e a outra parte, criada até a emergência de adultos para fins de identificação taxonômica e comparação com bancos de dados sobre biologia e ecologia pré-existentes (restritos a algumas espécies), fornecendo um intervalo mínimo de exposição do corpo. Nesta maneira, o IPM pode ainda ser estimado calculando-se o padrão de dependência da temperatura (metodologia conhecida por graus-dia acumulados ou graus-hora acumulados); a regressão linear em função da temperatura ou do ganho de massa dos imaturos; ou por um modelo matemático de crescimento larval que utiliza uma constante de alometria para correlacionar massa e gasto energético, dentre outros procedimentos menos usuais. O segundo modo analisa a sucessão da

entomofauna que coloniza o cadáver, associando o aparecimento de determinadas espécies à fase de decomposição na qual são encontradas, uma vez que estas espécies apresentam preferência por determinados estágios de putrefação dos tecidos de acordo com a progressão do processo (CATTS; HASKELL, 1990; BYRD; CASTNER, 2001; MARCHENKO, 2001; OLIVEIRA-COSTA, 2007).

2.2. Breve histórico da Entomologia Forense

O primeiro caso de referência na aplicação da entomologia forense se dá em 1235, na China e de acordo com o manual chinês, escrito por Sung Tz'u, intitulado "The washing away of wrongs - Forensic Medicine in Thirteenth-Century China", no qual é citado um caso de homicídio que ocorreu próximo a um campo de arroz. Neste manual o autor relata que após o assassinato, o investigador pediu que os trabalhadores colocassem suas foices no chão, e as moscas foram atraídas por traços imperceptíveis de sangue presentes na foice do assassino, que ao ser interrogado pela polícia, confessou o crime (BENECKE, 2001). Em 1885, o médico francês Bergeret (1855), utilizou pela primeira vez de forma contundente os insetos como indicadores forenses em um assassinato ocorrido na França, aonde o IPM do cadáver de uma criança encontrado oculto no piso de uma residência foi datado com base na fauna encontrada e no estágio de decomposição indicando que os suspeitos seriam os antigos moradores da casa, não os atuais que estavam lá havia poucos meses. Mais tarde, em 1894, Megnin lançou o primeiro livro sobre o assunto, "La faune de cadavres" que descreveu a sucessão de insetos em cadáveres à medida que ocorre o processo de decomposição, no qual o autor incluiu fundamentação teórica, descrições dos insetos e relatos de casos reais estudados por ele e colaboradores.

No Brasil a entomologia forense tem seu início em 1908 com trabalhos pioneiros Roquette Pinto e Oscar Freire, nos estados do Rio de Janeiro e da Bahia, mostrando o esforço em desenvolver métodos adequados às condições locais do Brasil, que eram muito divergentes das condições que já haviam sido estudadas em outros lugares, devido ao clima subtropical (PUJOL-LUZ *et al.*, 2008). Nesta mesma década, no sudeste brasileiro, a área surgiu com maior

força sob a coordenação do Prof. Arício Xavier Linhares ARRUMAR O ANO da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), e também no Rio de Janeiro, com Salviano e colaboradores e com a perita criminal Janyra Oliveira-Costa no Paraná, no final de década de 90, com estudos sobre a fauna cadavérica. A partir de 2000, novos grupos de pesquisadores surgiram em Brasília, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Amazonas e Amapá (SALVIANO, 1996; OLIVEIRA-COSTA 2000, 2001; MOURA et. al., 2004; CRUZ, VASCONCELOS, 2006, PUJOL-LUZ et al., 2006; ROCHA, BOEGER, 2009). Estudos relacionados à entomotoxicologia (CARVALHO, LINHARES, 2001), análise molecular (THYSSEN et al., 2005), taxonomia (MELLO, 2003), dispersão larval (GOMES, VON-ZUBEN, 2004), entre outros, também estão sendo desenvolvidos por diversos pesquisadores no país.

2.3. Famílias de dípteros necrófagos

Os insetos mais frequentemente envolvidos na estimativa de IPM são os dípteros sendo estes, também, o táxon mais utilizado para análises toxicológicas. As espécies predominantes pertencem às famílias Calliphoridae, Sarcophagidae e Muscidae. As moscas pertencentes a estas famílias são altamente móveis e tipicamente os primeiros insetos a chegarem num corpo em decomposição. Calliphoridae e Sarcophagidae podem chegar minutos após a morte, principalmente em climas tropicais (OLIVEIRA-COSTA, 2011).

A Família Calliphoridae é composta por dípteros de coloração metálica azulada ou esverdeada, com reflexos metálicos, de tamanho geralmente mediano e são descritas cerca de 40 espécies no Brasil (CARVALHO et al., 2012). Essas moscas costumam aproximar-se de carcaças através de detecção química por receptores em suas antenas e pela visão, procurando por orifícios naturais ou locais em que há alguma ferida (BYRD & CASTNER, 2001). Na Região Neotropical, os gêneros *Chrysomya*, *Hemilucilia*, *Lucilia*, *Cochliomyia* e *Calliphora* são os de maior importância forense (OLIVEIRA-COSTA, 2011). A presença de Sarcófagídeos em carcaças é comum, e espécimes já foram coletados por diversos pesquisadores no Brasil (MONTEIRO-FILHO & PENEIREIRO 1987; MOURA et al 1997; BARROS et al. 2008).

A exploração da carcaça por larvas de Sarcophagidae e Calliphoridae não resulta necessariamente em ocorrência já que cada uma dessas famílias usa a carcaça de uma forma diferente. Os sarcófagídeos são vivíparos e ovovivíparos e depositam suas larvas na carcaça, alimentando-se assim imediatamente. Os califorídeos, pelo contrário, depositam seus ovos. Seu tempo de desenvolvimento até a fase adulta difere nas duas famílias (DENNO & COTHRAN 1975).

Os adultos da família Muscidae podem ser predadores, hematófagos, saprófagos ou necrófagos. As larvas ocupam habitats extremamente variados, tais como esterco de mamíferos e carne putrefata, matéria orgânica vegetal e animal em decomposição, madeira, fungos, ninhos e tocas de mamíferos, entre outros. As espécies com larvas saprófagas e coprófagas podem ser benéficas, contribuindo na reciclagem de desperdícios orgânicos, enquanto as larvas carnívoras podem se alimentar de larvas de espécies sinantrópicas, desempenhando o papel de reguladores destas populações (CARVALHO et. al, 1993). Muitos muscídeos estão associados à entomologia forense, como *Biopyrellia bipuncta* (Wiedemann, 1830) *Musca domestica* (Linnaeus, 1758), *Ophyra aenescens* (Wiedemann, 183), *Ophyra albuquerquei* (Lopes, 1985), *Ophyra solitaria* (Albuquerque, 1958) (SALVIANO et al. 1996; OLIVEIRA-COSTA et al. 2001; ZAFALON-SILVA et al. 2010, 2014).

A região sul do Brasil possui um clima temperado com as estações do ano definidas. Os biomas predominantes são as matas de araucárias e os campos sulinos. (COUTINHO, 2006). Um levantamento de alguns trabalhos realizados nessa região constatou a presença dos seguintes dípteros necrófagos: *Peckia (Patonella) ressona* (Lopes, 1935), *Sarcophaga (Liopygia) crassipalpis* (Macquart, 1839), *Peckia (Squamotodes) trivittata* (Curran, 1927) (Sarcophagidae), *Chrysomya albiceps*, *Chrysomya megacephala*, *Lucilia eximia*, *Hemilucilia semidiaphana*, *Hemilucilia segmentaria*, *Sarconesia chlorogaster*, (Calliphoridae); *Fannia pusio* e *Fannia trimaculata* (Stein, 1898) (Fanniidae). *Muscina stabulans* (Fallén, 1817), *Synthesiomyia nudiseta*, *Psilochaeta pampiana* (Shannon & Del Ponte, 1926), *Stomoxys calcitrans* (Linnaeus, 1758), *Musca domestica*, *Ophyra aenescens* (Wiedemann, 1830) (Muscidae). Outras espécies também foram constatadas, mas de importância não significativa para a área forense (MOURA et al., 1997; CARVALHO;

RIBEIRO, 2000; SOUZA *et al.*, 2008; ANJOS, 2009; KRÜGER *et al.*, 2010; SILVA, A.Z. *et al.*, 2010; VAIRO *et al.*, 2011).

Duas espécies, *Lucilia eximia* e *Chrysomya albiceps*, são apontadas como as principais espécies indicadoras de IPM para esta a região, pois são encontradas de forma abundante e observadas em todas as estações do ano, na maioria das vezes também são as primeiras espécies a colonizar a carcaça. Nessa região elas se encontram em uma relação; no verão, a população de *C. albiceps* foi mais abundante que a de *L. eximia* e, no inverno, *L. eximia* foi predominante (MOURA *et al.*, 1997; SOUZA *et al.*, 2008; ANJOS, 2009; KRÜGER *et al.*, 2010; SILVA, A.Z. *et al.*, 2010).

A espécie *Sarconesia chlorogaster*, no Brasil, segundo Boninato & Carvalho (1996), limita-se aos estados da região sul, não sendo observadas em outras regiões. É uma espécie que também coloniza as carcaças e funciona como um bom indicador regional para estimativa de IPM (MOURA *et al.*, 1997; SOUZA *et al.*, 2008; KRÜGER *et al.*, 2010). Outra espécie característica da região sul e de potencial uso forense é a *Psilochaeta pampiana* (MOURA *et al.*, 1997; SILVA, A.Z. *et al.*, 2010). Algumas espécies foram encontradas associadas a ambiente florestado: *H. semidiaphana*, *H. segmentaria*, *P. pampiana* e *Peckia (P.) ressona*; outras, associadas ao ambiente antrópico: *S. calcitrans* e *Musca domestica* (MOURA *et al.*, 1997; SOUZA *et al.*, 2008; ANJOS, 2009; SILVA, A.Z. *et al.*, 2010). Houve algumas espécies que foram encontradas em épocas específicas, podendo auxiliar na estimativa da época da morte na região. *P. pampiana*, *S. chlorogaster*, *M. stabulans* e *S. Nudiseta* estão relacionadas com o período de clima mais ameno e *Peckia (S.) trivittata* apresenta aumento significativo de sua população durante a estação mais quente.

2.4. Decomposição de carcaças carbonizadas

A atração de dípteros de importância forense exercida por um cadáver carbonizado e os consequentes padrões de sucessão de espécies são provavelmente diferentes da atração exercida por um cadáver que não carbonizado, bem como o tempo de colonização de cada espécie de artrópodes. Para tornar a estimativa do IPM possível para corpos carbonizados, é essencial

conhecer o padrão específico de sucessão de espécies nessas circunstâncias. Um estudo realizado por Burger et. al. (2005) comparou a abundância e diversidade de artrópodes depois de um incêndio florestal, encontrou mais artrópodes no ambiente não queimado em comparação ao queimado, constatando uma diferença somente na riqueza da fauna de artrópodes. Já Oliveira-Costa et al. (2014) constatou em um estudo realizado no Rio de Janeiro que a carcaça queimada atraiu mais insetos do que a carcaça não queimada.

No entanto, poucos estudos comparativos dos padrões de sucessão entomológica em cadáveres queimados e não queimados foram publicados (AVILA & GOFF, 1998; PAI et al., 2007; HEO et al., 2008).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

O principal objetivo deste trabalho foi investigar a duração dos estágios de decomposição, bem como a frequência, abundância e atratividade de dipteros associados a carcaças carbonizadas em dois níveis diferentes de carbonização, comparados a carcaças que não foram carbonizadas.

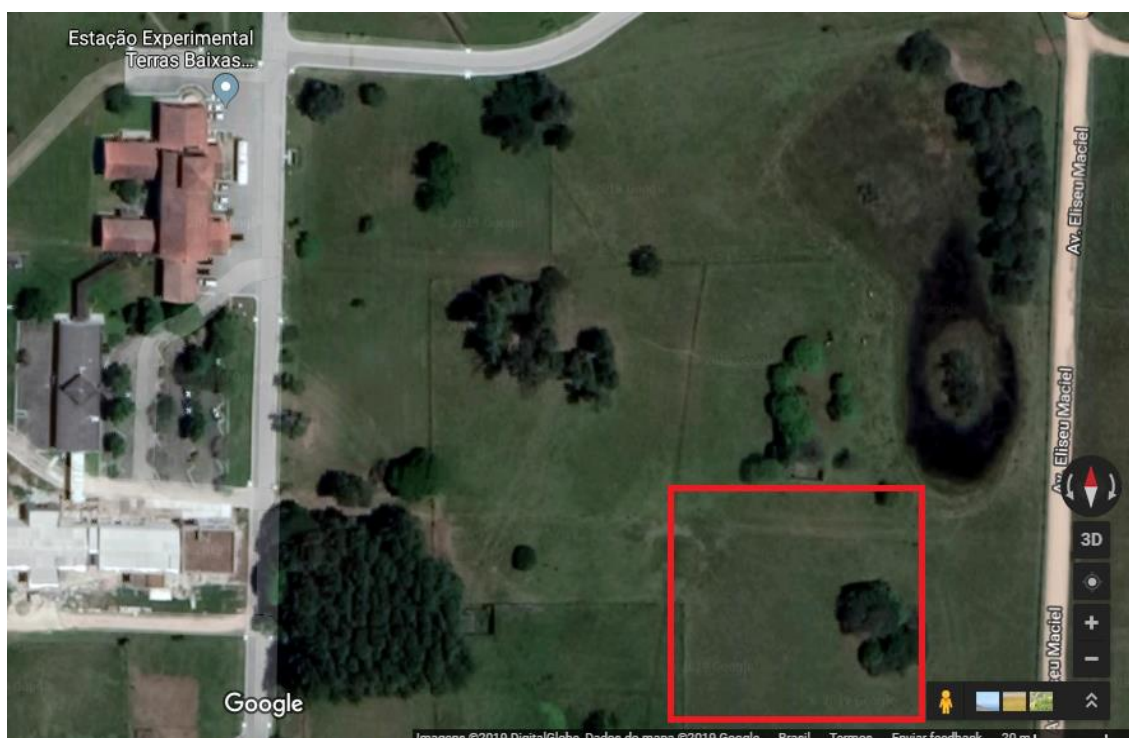
3.2. Objetivos específicos

- Verificar quais fatores bióticos e abióticos influenciam na abundância de dipteros nas carcaças carbonizadas e não carbonizadas;
- Verificar a diferença na atratividade exercida pelas carcaças carbonizadas e não carbonizadas sobre os dipteros adultos e imaturos;
- Verificar as espécies que mais ocorreram nas carcaças não carbonizadas e carbonizadas nos dois níveis;
- Determinar em quais carcaças e qual fase de decomposição as primeiras espécies chegaram para colonização;
- Realizar uma comparação no padrão de sucessão de dipteros nos cadáveres carbonizados e não carbonizados ao longo do tempo de decomposição de ambos;
- Constatar se houve diferenças na atratividade dos dipteros submetidos aos diferentes níveis de carbonização;

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Local e estrutura do experimento

O experimento foi realizado em uma área rural de campo aberto (figura 1), dentro da Estação Experimental Terras Baixas – EMBRAPA, localizada na Rua Campus Universitária - s/n no município de Capão do Leão – RS, situada nas coordenadas geográficas: 31°40'47" S e 52°26'24" W; 60m de altitude. O local possuía vegetação com espécies nativas da região, plantas forrageiras, algumas árvores nativas e um pequeno açude. Sua fauna era constituída por pássaros diversos, anfíbios, pequenos répteis e artrópodes. Havia uma pequena criação de ovinos no local.



Fonte: Google Maps

Figura 1 – Visão aérea geral da área rural de campo aberto, dentro da Estação Experimental Terras Baixas – EMBRAPA, localizada na Rua Campus Universitária - s/n no município de Capão do Leão – RS, situada nas coordenadas geográficas: 31°40'47" S e 52°26'24" W; 60m de altitude, onde foi realizado o experimento com carcaças de suínos (carbonizada e controle). Foto obtida através do programa Google Maps.

As carcaças controle e carbonizadas foram expostas no campo aberto, a uma distância de 10 metros umas das outras para que não houvesse influência na atratividade dos dípteros. As carcaças foram colocadas em caixas plásticas organizadoras (figura 2), com capacidade para 20 litros, de tampa removível, adaptadas. Identificadas como PC (porco controle), PQA (grupo de queimados no grau 2) e PQB (grupo de queimados no grau 4). Foram feitas quatro aberturas quadradas de 6 cm² na tampa da caixa, com distância de 3 cm entre as aberturas e uma abertura de 15 cm² na lateral da caixa para que os artrópodes tenham acesso a carcaça. No fundo da caixa foram feitos pequenos orifícios para o escoamento de água, em caso de precipitações. Para evitar predação por outros mamíferos ou necrófagos maiores, a caixa foi protegida com telas na abertura de 15 cm², travas plásticas nas laterais e reforçadas com arames de forma com que a tampa fique fixa. O fundo da caixa foi revestido com terra para que possam ser feitas coletas de insetos imaturos que deixem a carcaça para atingirem a fase de pupa.



Figura 2 – Caixa plástica de armazenamento adaptada utilizada como armadilha contendo o atrativo (carcaças queimadas OU não queimadas).

A incidência de luz solar era proporcional em ambas as carcaças, sob exposição direta à luz solar. A área foi sinalizada para evitar o acesso de transeuntes ao local. Durante as coletas eram montadas caixas plásticas com tampa com os materiais usados diariamente, como rede entomológica, pinças, luvas de procedimento, máscaras, colher de metal, potes de plástico, sacos plásticos, tecidos pré-cortados (voal), elásticos, etiquetas, lápis, canetas, frasco de álcool 70%, potes plásticos para a montagem do sistema duplo e carne moída para a coleta de imaturos.

4.2. Procedência dos suínos

Para a realização deste experimento foram utilizadas 15 carcaças de suínos natimortos (*Sus scrofa* Linneaus, 1758), obtidos através de uma doação feita por uma granja de suínos localizada na BR 392, Km 140, na cidade de Canguçu-RS. Este modelo experimental foi escolhido devido suas semelhanças com o modelo humano, como tegumento, tamanho da cavidade torácica e características internas (CATTS & GOFF, 1992). Os natimortos tinham entre 2,730kg e 4,520kg e foram congelados e armazenados em freezer. O transporte foi feito de carro, com as carcaças ainda congeladas, acondicionadas em sacos vedados levados até o Laboratório de Ecologia e Parasitologia de vetores da UFPel. Para o descongelamento, os natimortos foram mantidos em temperatura ambiente, durante 12 horas, dentro de plásticos lacrados, evitando, assim, contaminação por outros organismos.

4.3. Carbonização das carcaças suínas

Dos 15 natimortos, 10 foram carbonizados e 5 foram utilizados como grupo controle (não carbonizados). Os cadáveres carbonizados foram colocados em uma lata de alumínio e embebidos com gasolina. Em seguida foi ateado fogo e quando necessário, extinto por supressão de oxigênio.

Para a padronização da carbonização das carcaças nos dois experimentos foi utilizada a escala de Crow-Glassman, que é comumente usada para descrever as injúrias de corpos humanos que foram expostos ao fogo (GLASSMAN & CROW, 1996). Essa escala apresenta uma variação de 1 a 5, descritas a seguir:

- **Grau 1** - Queimadura de segundo grau, algumas vezes com cabelos chamuscados, identificação visual possível.
- **Grau 2** - Queimaduras de gravidade variável, por vezes com destruição térmica/amputação das orelhas, genitais, mãos ou pés; identificação visual ainda pode ser possível.
- **Grau 3** - Corpo destruído pelo fogo, com amputação parcial de braços e/ou pernas; crânio intacto.
- **Grau 4** - Lesões ósseas no crânio; extremidades residuais presentes.
- **Grau 5** - Restos de esqueleto fragmentados sem tecidos moles.

Das 10 carcaças de natimortos, cinco foram carbonizadas no grau 2 e as outras cinco no grau 4 da escala de Crow-Glassman, representando o tratamento de queimados A e o tratamento de queimados B, respectivamente. Estes níveis foram escolhidos para que houvesse a atratividade e possibilidade de comparação com a carcaça controle, porque a carbonização em níveis mais elevados repele a ação dos insetos (NUORTEVA, 1977) e retardam a oviposição (CATTS & GOFF, 1992).

Uma estimativa foi feita com testes prévios e constatou-se que para cada 5 minutos de queima de cada lado do cadáver, foram necessários 125 ml de gasolina, totalizando 250 ml para o total de 10 minutos, tempo necessário para atingir o grau 2 de queima (figura 3). Para o grau 4 (figura 4), a quantidade é dobrada, ou seja, para cada 10 minutos de queima, foram utilizados 250ml de gasolina, totalizando 500 ml de gasolina para a queima dos dois lados, que levou 20 minutos. Também foram utilizadas 5 carcaças não-carbonizadas para o controle (figura 5).



Figura 3 – Carcaça de porco carbonizada no grau 2 da escala de Crow-Glassman (queimados A).



Figura 4 - Carcaça de porco carbonizada no grau 4 da escala de Crow-Glassman (queimados B).



Figura 5 - Carcaça de porco não carbonizada (controle).

4.4. Análise dos fatores abióticos

A análise dos fatores abióticos como umidade relativa, temperatura ambiente, temperatura máxima, temperatura mínima e precipitação foram obtidos através do boletim agroclimatológico dos 14 dias em que o experimento em campo foi realizado pela Estação Agroclimatológica de Pelotas (EAP), que atualmente é operada através de convênio entre a Embrapa Clima Temperado, a Universidade Federal de Pelotas e o Instituto Nacional de Meteorologia.

4.5. Análise estatística

A fim de estudar quais fatores influenciam na abundância total e das espécies mais frequentes de dípteros adultos e imaturos, iremos ajustar um modelo cuja variável resposta (dependente) é a abundância considerada, e as variáveis explicativas (independentes) que são o peso da carcaça, o estágio de decomposição e os fatores abióticos. Todos os fatores que não são estatisticamente significativos foram retirados do modelo. Foi feita uma análise de resíduos do modelo final, só com os fatores estatisticamente significativos. Consideramos uma significância estatística de 5%. Os modelos adulto e imaturo

de *L. eximia* e o modelo imaturo *M. Domestica* não foram ajustados pois a influência de nenhum fator nessas abundâncias é estatisticamente significativa.

4.6. Coletas em campo

As coletas tanto de adultos como de imaturos foram feitas nas carcaças frescas e até atingirem o último estágio de decomposição, que é a fase de esqueletização. No primeiro dia, que foi o dia da instalação do experimento, foi feita uma revisão a noite, algumas horas após o término da instalação, nos dois dias seguintes, as carcaças foram revisadas três vezes: as 11 horas da manhã, as 15:00h e as 21:00h, a fim de verificar o padrão de chegada dos insetos nestes cadáveres. A partir do quarto dia, as coletas foram feitas apenas uma vez, às 11 horas da manhã.

4.6.1. Coleta de adultos

As coletas foram feitas da mesma forma em todas as carcaças. Antes de retirar a tampa da caixa, uma rede entomológica adaptada foi colocada de forma que cobrisse toda a caixa e batidas nas laterais da caixa foram dadas para que os adultos deixassem a carcaça e subissem até a rede, sendo capturados. Logo após a captura, os adultos foram anestesiados com frascos letais. Esse procedimento foi feito mergulhando a rede entomológica aonde os insetos estavam em um frasco contendo álcool 70% até que os mesmos ficassem imóveis. Logo após, todo esse material foi acondicionado em potes plásticos também com álcool 70% para preservação dos insetos, devidamente identificados com etiquetas contendo o tratamento, dia e horário de coleta até que posteriormente foi feita a alfinetagem e identificação. Os critérios de identificação foram estabelecidos com auxílio de chaves dicotômicas para a identificação de famílias de Diptera (Borror e DeLong, 1969).

4.6.2. Coleta de imaturos

As coletas também foram feitas da mesma forma em todas as carcaças. Após a coleta dos adultos, a tampa da caixa era removida e as primeiras anotações sobre as características da carcaça eram feitas, para observação dos estágios de decomposição, além de observações sobre presença de

posturas e atividade dos imaturos. Em seguida uma coleta minuciosa foi feita de forma padronizada em todas as carcaças, com o tempo de 30 minutos. Primeiro foram coletadas posturas, caso houvesse, em seguida imaturos da cabeça e da cavidade abdominal e por fim era feita uma análise minuciosa do substrato da caixa e arredores para a coleta de pupas, caso houvesse também. As posturas e imaturos foram coletados com pinças entomológicas e colheres de metal, e foram armazenados em sistemas duplos (figura 6) feito colocando um copo plástico de 50ml, com 40g de carne moída como recurso para alimentação das larvas dentro de um pote plástico de 1 litro com serragem no fundo, tapados com um pedaço de tecido de voal e elásticos. As pupas coletadas no local da carcaça eram acondicionadas em vidros com serragem no fundo e também tapados com pedaços de voal e elástico.



Figura 6 – Sistema duplo para criação de insetos imaturos contendo carne moída disponível para alimentação das larvas.

Todo esse material era levado ao Laboratório de Biologia de insetos localizado no Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas (figura 7) aonde foram mantidos em condições controladas de temperatura de 27°C e umidade de 60% até a emergência dos adultos. A criação era verificada

diariamente, para reposição de carne moída quando necessário e verificação da emergência dos adultos. Quando ocorria emergência, os adultos eram retirados dos sistemas duplos com auxílio de uma rede entomológica e, assim como na coleta feita em campo, anestesiados e armazenados em potes plásticos com etiquetas contendo o tratamento, dia e hora de coleta na carcaça, tipo de material coletado (postura, imaturo, pupa) e dia da emergência dos adultos. Logo após a emergência de todos os adultos, os insetos foram alfinetados e identificados. Os critérios de identificação foram estabelecidos com auxílio de chaves dicotômicas para a identificação de famílias de Diptera (Borror e Delong, 1969).



Figura 7 – Imaturos acondicionados no Laboratório de Biologia de insetos localizado no Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas.

5. Análise dos dados

Devido à grande quantidade de zeros, consideramos um Modelo de Regressão com Zero Inflado. O modelo considerado foi o Modelo de Regressão Beta Binomial Negativa com Zero Inflado. Este modelo é uma alternativa ao Modelo de Regressão Poisson com Zero Inflado que não se mostrou adequado para o conjunto de dados. Este modelo faz parte da classe de modelos GAMLSS (*Generalized additive models for location, scale and shape*) (RIGBY; STASINOPOULOS, 2005).

As análises estatísticas foram realizadas no programa R v. 3.5.1 (R Core Team, 2018).

6. RESULTADOS

Durante o experimento, foram coletados um total de 7.402 espécimes de dípteros visitantes e criados coletados em todas as carcaças dos três tratamentos (não queimados e queimados nos dois níveis), sendo 2.646 espécimes coletados no grupo controle, 2.428 no grupo de queimados no grau 2 e 2.328 no grupo de queimados no grau 4. A relação das famílias, gêneros e espécies coletados estão listados na Tabela 1.

A família predominante foi Calliphoridae, somando 77% do total de indivíduos coletados, seguido por Muscidae com 15% do total de indivíduos coletados e Sarcophagidae, com 8% do total de indivíduos coletados.

As espécies mais abundantes no total foram *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819) (3928 espécimes), seguida de *Lucilia eximia* (Wiedmann, 1819) (1230 espécimes) ambas da família Calliphoridae e *Musca domestica* (Linnaeus, 1758) (945 espécimes) pertencente à família Muscidae.

Tabela 1 – Relação das famílias, gêneros e espécies de dipteros coletados e emergidos nas carcaças de suínos dos três tratamentos (controle, queimados no grau 2 e queimados no grau 4) utilizados no experimento realizado em uma área rural de campo aberto dentro da Estação Experimental Terras Baixas - EMBRAPA, localizada nas coordenadas geográficas: 31°40'47"S e 52°26'24"W; 60m de altitude.

ORDEM	FAMILIA	GÊNERO/ESPÉCIE
Diptera	Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i> (Wiedemann, 1819)
		<i>Chrysomya megacephala</i> (Fabricius, 1749)
		<i>Chrysomya putoria</i> (Wiedemann, 1819)
		<i>Cochliomyia macellaria</i> (Fabricius, 1749)
		<i>Cochliomyia hominivorax</i> (Coquerel, 1858)
		<i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826)
		<i>Lucilia cuprina</i> (Wiedemann, 1830)
		<i>Lucilia eximia</i> (Wiedmann, 1819)
		<i>Musca domestica</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Ophyra aenescens</i> (Wiedemann, 1818)
	Muscidae	<i>Limnophora aurifacies</i> (Stein, 1911)
		<i>Psilochaeta pampeana</i> (Shannon & Del Ponte, 1926)
		<i>Oxisarcodexia</i> sp
		sp 1
		sp 2
		sp 3
	Sarcophagidae	sp 4
		sp 5
		sp 6
	Fanniidae	<i>Fannia</i>

Para que fosse feita uma comparação na atratividade, frequência e abundância de dipteros nas carcaças não carbonizadas e carbonizadas em diferentes níveis, foi necessário considerar a influência de alguns fatores, como os estágios de decomposição, o peso das carcaças feito no dia da montagem do experimento e as condições meteorológicas nos dias do experimento. Os pesos das carcaças e as condições meteorológicas de cada dia estão presentes nas tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Valores do peso (kg) das carcaças não carbonizadas e carbonizadas em dois níveis expostas no experimento realizado em campo aberto, dentro da Estação Experimental Terras Baixas - EMBRAPA, localizada nas coordenadas geográficas: 31°40'47" S e 52°26'24" W; 60m de altitude.

Tratamento	Peso kg
PC1	3,440
PC2	2,730
PC3	2,930
PC4	3,310
PC5	3,400
PQA1	3,220
PQA2	3,000
PQA3	3,840
PQA4	3,590
PQA5	3,110
PQB1	4,210
PQB2	3,530
PQB3	3,220
PQB4	4,210
PQB5	4,520

Tabela 3 - Umidade relativa do ar, temperatura ambiente, máxima, mínima e precipitação diárias, obtidas no local do experimento realizado em campo aberto, dentro da Estação Experimental Terras Baixas - EMBRAPA, localizada nas coordenadas geográficas: 31°40'47" S e 52°26'24" W; 60m de altitude.

Dia	Umidade relativa (%)	Temperatura ambiente (°C)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Precipitação (mm)
1	59	25,4	32,8	17	0
2	84,3	25,5	31,2	19,8	0
3	75,8	22,6	29,4	18,2	16,3
4	71,8	18,4	22,9	14,4	0
5	82	19,5	21,4	16,8	0,3
6	93,3	22	24,2	20,2	0,2
7	84	24,7	29,8	21,6	0
8	82	25,3	29,6	22,4	0
9	93	23,1	26,2	21,6	7
10	70,8	20,2	24,2	18,4	0,6

11	67,3	19,6	26	10,8	0
12	73,8	22,4	28,2	15	0
13	76,3	24	31,5	17,3	0
14	79,5	24,3	29,4	18,8	0

6.1. Dípteros adultos

Na figura 8 observa-se a flutuação ao longo das coletas de dípteros adultos nos tratamentos queimados e não queimados em relação aos dias de experimento. Observamos que a abundância total é maior no tratamento não queimados (controle). A abundância média também foi maior no tratamento não queimados (controle), seguida pela abundância média do tratamento de carcaças queimadas A, e por último a abundância media do tratamento de carcaças queimadas B.

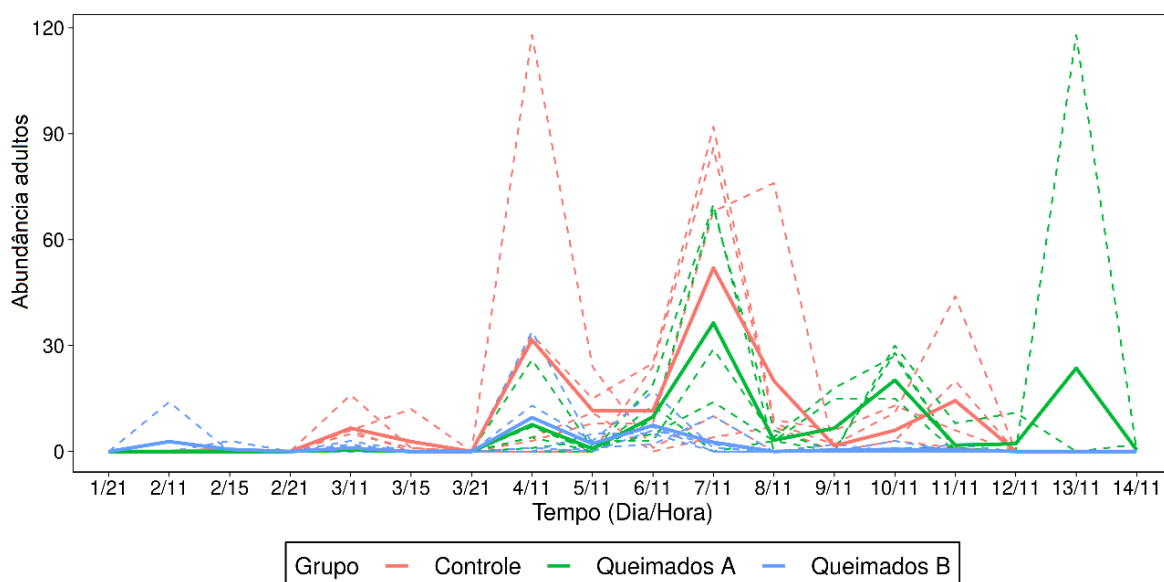


Figura 8 – Flutuação ao longo das coletas de dípteros adultos. Nas linhas tracejadas a abundância total e nas linhas grossas a abundância média das carcaças não queimadas (controle), queimados A (grau 2) e queimados B (grau 4).

Ao ajustar o modelo para a abundância de dípteros adultos, constatamos que o fator umidade relativa não é significativo ($p=0,49$). A tabela 4 apresenta os

parâmetros do modelo ajustado. Temos um parâmetro para cada variável independente numérica e um parâmetro para cada categoria das variáveis independentes categóricas (com exceção da primeira categoria). As três últimas linhas da tabela se referem à parâmetros que controlam a variação e a forma da distribuição do modelo. Observamos na tabela 8 que a abundância total de dípteros adultos média dos tratamentos de queimados A e de queimados B é estatisticamente menor do que a abundância total de dípteros adultos média do tratamento de não queimados. Observa-se que a abundância total de dípteros adultos média do tratamento queimados A é maior do que do tratamento queimados B. Também podemos observar na tabela que a abundância total de dípteros adultos média das carcaças nos estágios de decomposição fresco, inchado, decomposição ativa e esqueletização é a mesma. A abundância total de dípteros adultos média das carcaças no estágio de decomposição avançado é maior.

Tabela 4 - Parâmetros estimados do modelo de abundância total de dípteros adultos

Parâmetro	Estimativa	Erro-padrão	Valor t	p
Não queimados	7,0727	2,5063	2,8219	0,0052
Queimados A	-0,5406	0,2716	-1,9907	0,0476*
Queimados B	-18,129	0,4069	-4,4548	<0,0001*
Peso	0,7433	0,3224	2,3055	0,0219*
Estágio inchado	-0,1627	0,9902	-0,1643	0,8697
Estágio dec. ativa	0,5971	0,9753	0,6123	0,5409
Estágio dec. avançada	2,8666	0,8052	3,5602	0,0004*
Estágio esqueletização	0,2783	0,8587	0,3241	0,7462
TA	-2,042	0,428	-4,7709	<0,0001*
TM	0,9939	0,2317	4,2903	<0,0001*
Tm	0,5601	0,1173	4,7767	<0,0001*
PR	-0,1154	0,0293	-3,9435	0,0001*
σ	-0,8522	0,9971	-0,8547	0,3935
v	-3,8719	1,1144	-3,4744	0,0006*
T	-0,23327	0,8603	-2,7115	0,0072*

*Significante a 5%

A figura 9 apresenta alguns gráficos dos resíduos quantílicos do modelo ajustado. uma evidência de que o modelo está bem ajustado é o fato desses

resíduos se comportarem como dados provenientes de uma distribuição normal, ou seja, quando tivermos a grande maioria dos pontos dos dois gráficos da primeira linha (contra os valores preditos e contra o índice) entre -2 e 2, isto é, dentro das linhas tracejadas e não tivermos nenhum padrão claro nos pontos desses gráficos, quando tivermos a densidade dos resíduos simétrica e em forma de sino e os pontos do QQ-plot em cima de uma reta, significa que o modelo está bem ajustado. Observamos na figura 9 que todas essas condições são satisfeitas, logo há evidências de que o modelo está bem ajustado.

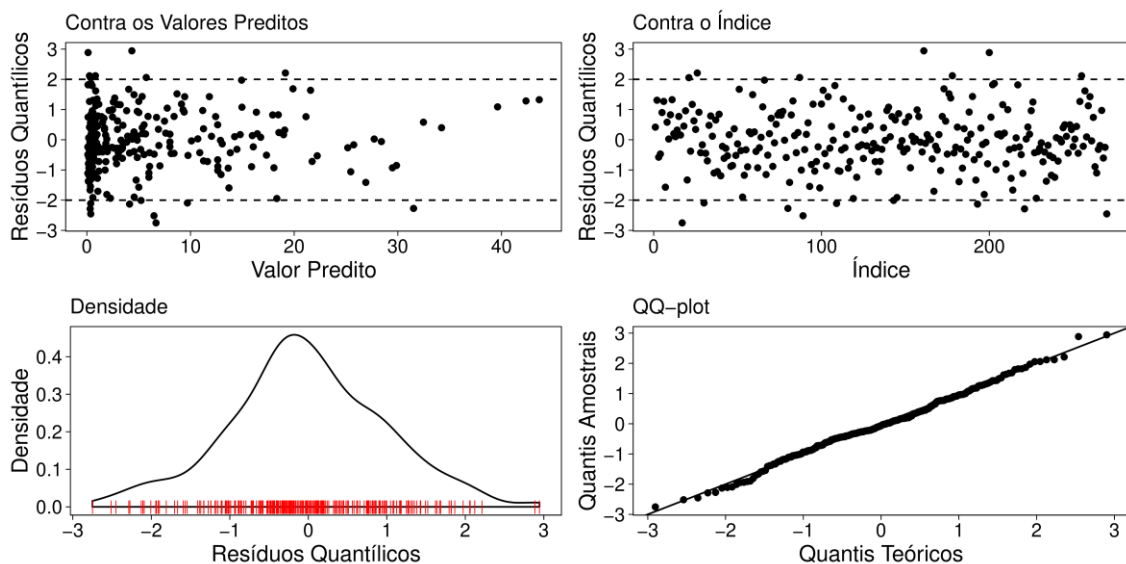


Figura 9 - Análise de resíduos do modelo de abundância total de dípteros adultos.

Outra forma de obter evidências de que os resíduos são provenientes de uma Distribuição Normal é calcular algumas estatísticas descritivas. Sabemos que uma Distribuição Normal a média é igual a 0, a variância é igual a 1, o coeficiente de assimetria é igual a 0 e o coeficiente de curtose é igual a 3. Assim, se os resíduos tiverem estatísticas próximas destes valores, teremos evidências de que o modelo está bem ajustado.

As estatísticas descritivas dos resíduos do modelo de abundância total de dípteros adultos estão presentes na tabela 5, onde observamos que as estatísticas estão próximas dos valores esperados, o que é mais uma evidência de que o modelo está bem ajustado.

Tabela 5 - Estatísticas descritivas dos resíduos do modelo de abundância total de dipteros adultos.

Estatística	Valor
Média	-0,0021
Variância	1,0246
Coeficiente de Assimetria	0,0961
Coeficiente de Curtose	3,4776

6.1.1. *Chrysomya albiceps* adultos

Os dipteros adultos mais abundantes nas carcaças queimadas e não queimadas foram os califorídeos das espécies *Chrysomya albiceps* e *Lucilia eximia* e o muscídeos *Musca domestica*. *C. albiceps* foi a espécie de adultos mais abundante seguido por *M. domestica* e *L. eximia*, em todos os tratamentos.

A Figura 10 apresenta a flutuação ao longo das coletas de *C. Albiceps* adultos nas carcaças queimadas e não queimadas em relação aos dias de experimento. Observamos que a abundância total foi parecida nos tratamentos queimados e não queimados. Na abundância média há períodos de tempo em que a abundância média do tratamento de não queimados (controle) foi maior, e períodos em que a abundância média do tratamento de queimados A foi maior. Em geral, a abundância média do tratamento de queimados B foi a menor dentre as três.

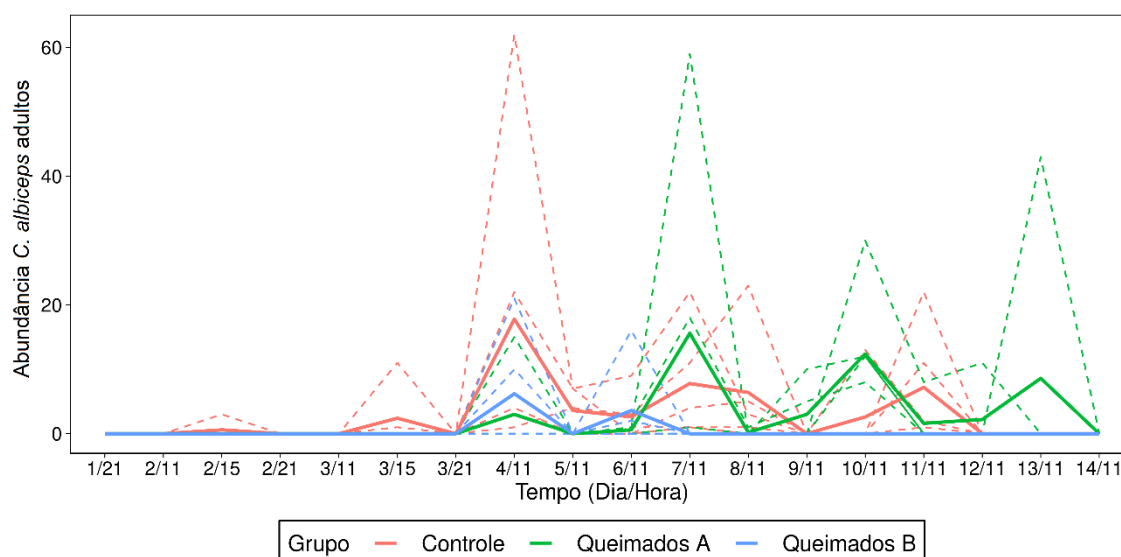


Figura 10 – Flutuação ao longo das coletas de dipteros adultos da espécie *Chrysomya albiceps*. Nas linhas tracejadas a abundância total e nas linhas

grossas a abundância média das carcaças não queimadas (controle), queimados A (grau 2) e queimados B (grau 4).

Ao ajustar o modelo para a abundância de *C. albiceps* adultos, observamos que os fatores umidade relativa ($p = 0.79$) e estágio de decomposição ($p > 0.99$ em todos os parâmetros) foram não significativos. A tabela 6 apresenta os parâmetros do modelo ajustado. Podemos observar que a abundância média de *C. Albiceps* adultos dos tratamentos queimados A e queimados B é estatisticamente menor do que a abundância média de *C. Albiceps* adultos do tratamento não queimados. Observa-se que a abundância média de *C. Albiceps* adultos do grupo Queimados A é maior do que do grupo Queimados B.

Tabela 6 - Parâmetros estimados do modelo de abundância de *C. albiceps* adultos.

Parâmetro	Estimativa	Erro-padrão	Valor t	p
Não queimados	4,7470	2,4975	1,9007	0,0584
Queimados A	-0,9001	0,3608	-2,4945	0,0132*
Queimados B	-3,3006	0,7491	-4,4060	<0,0001*
Peso	1,1538	0,5784	1,9947	0,0471*
TA	-1,3464	0,3538	-3,8057	0,0002*
TM	0,4882	0,1911	2,5549	0,0112*
Tm	0,5656	0,1455	3,8886	0,0001*
PR	-0,1764	0,0488	-3,6111	0,0004*
Σ	-2,2789	3,0838	-0,7389	0,4606
v	-5,4024	3,1355	-1,7229	0,0861
t	-1,0978	0,5814	-1,8884	0,0601

*Significante a 5%

A figura 11 apresenta alguns gráficos dos Resíduos Quantílicos do modelo ajustado e a tabela 7 apresenta as estatísticas descritivas dos resíduos. Observamos que os gráficos e estatísticas descritivas se comportam da maneira como é esperado, logo há evidências de que o modelo está bem ajustado.

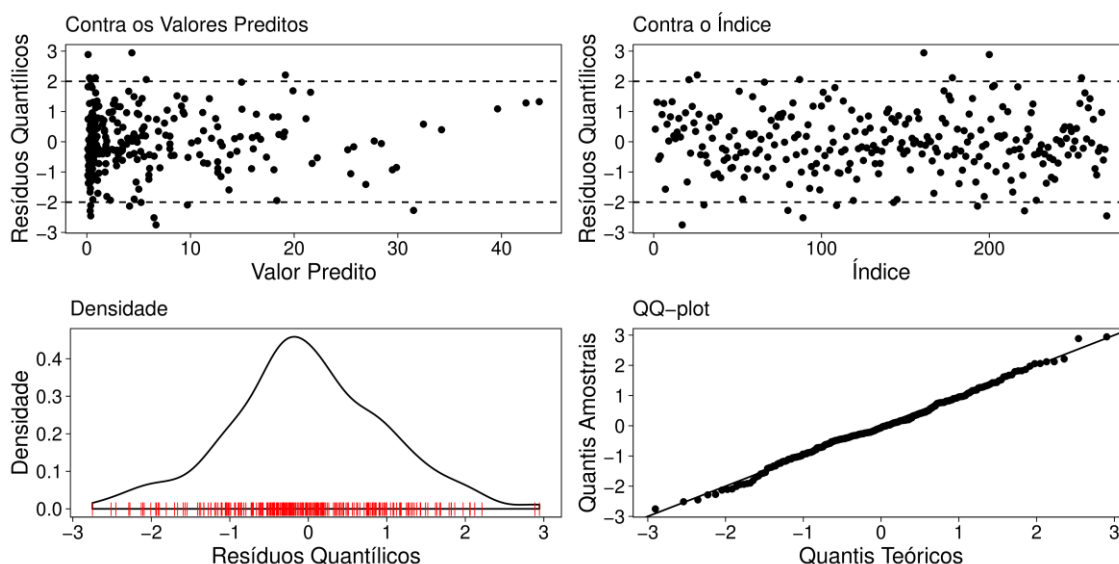


Figura 11 - Análise de resíduos do modelo de abundância de *C. albiceps* adultos.

Tabela 7 - Estatísticas descritivas dos resíduos do modelo de abundância de *C. albiceps* adultos.

Estatística	Valor
Média	-0,0021
Variância	1,0246
Coeficiente de Assimetria	0,0961
Coeficiente de Curtose	3,1779

6.1.2. *Musca domestica* adultos

A figura 12 apresenta a abundância total e a abundância média de *M. domestica* adultos coletados nas carcaças queimadas e não queimadas em relação aos dias de experimento. Observamos que a abundância total é maior no tratamento não queimados e há períodos de tempo, como do dia 3 ao dia 5 em que a abundância média do tratamento de não queimados (controle) foi maior, e períodos em que a abundância média do tratamento de queimados A foi maior, como nos dias 6 ao dia 8, dia 9 ao dia 11 e dia 12 ao dia 14. Em geral, a abundância média do tratamento de queimados B foi a menor dentre as três.

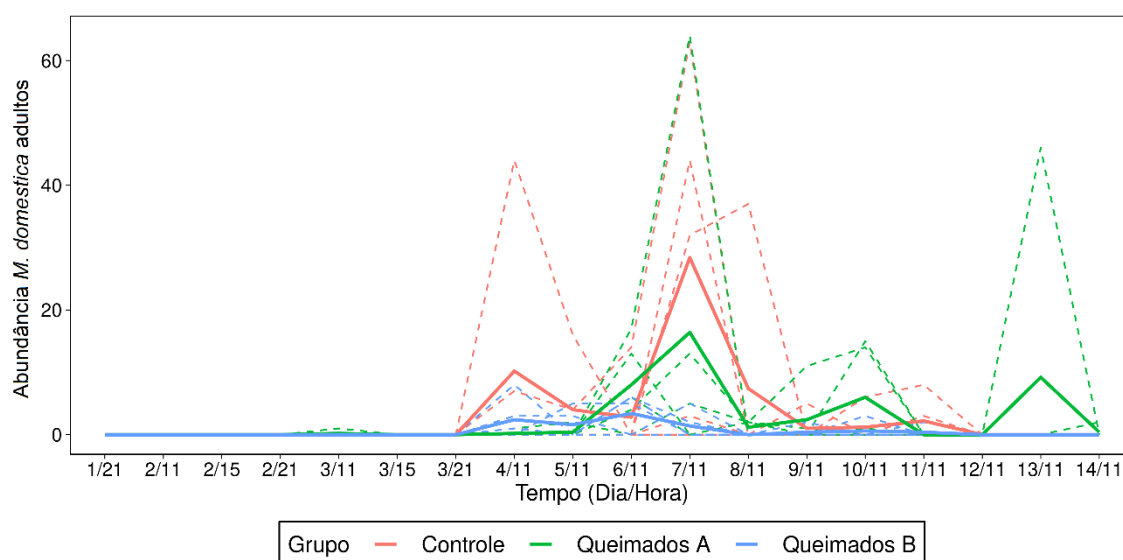


Figura 12 – Flutuação ao longo das coletas de dipteros adultos da espécie *Musca domestica*. Nas linhas tracejadas a abundância total e nas linhas grossas a abundância média das carcaças não queimadas (controle), queimados A (grau 2) e queimados B (grau 4).

Ao ajustar o modelo para a abundância de *M. domestica* adultos, observamos que os fatores peso ($p=0.55$) e estágio de decomposição ($p>0.99$ em todos os parâmetros) foram não significativos. A tabela 8 apresenta os parâmetros do modelo ajustado. Podemos observar que a abundância de *M. Domestica* adultos média do tratamento queimados A é estatisticamente igual a abundância de *M. Domestica* adultos média do tratamento não queimados. Já a abundância de *M. Domestica* adultos média do tratamento queimados B é estatisticamente menor do que a abundância de *M. Domestica* adultos média dos tratamentos não queimados e queimados A.

Tabela 8 - Parâmetros estimados do modelo de abundância de *M. domestica* adultos.

Parâmetro	Estimativa	Erro-padrão	Valor t	p
Não queimados	2,6331	2,6817	0,9819	0,3271
Queimados A	-0,482	0,4312	-1,1179	0,2647
Queimados B	-1,1853	0,4783	-2,4782	0,0138*
UR	0,1321	0,0518	2,5507	0,0113*

TA	-2,4683	0,6958	-3,5474	0,0005*
TM	1,0218	0,3876	2,636	0,0089*
Tm	0,9077	0,2061	4,4049	<0,0001*
PR	-0,2888	0,0732	-3,9468	0,0001*
σ	0,0037	1,0752	0,0034	0,9973
v	-2,3324	1,2682	-1,8392	0,067
τ	0,1076	0,3087	0,3484	0,7278

*Significante a 5%

A figura 13 apresenta alguns gráficos dos Resíduos Quantílicos do modelo ajustado e a tabela 9 apresenta as estatísticas descritivas dos resíduos. Observamos que os gráficos e estatísticas descritivas se comportam da maneira como é esperado, logo há evidências de que o modelo está bem ajustado.

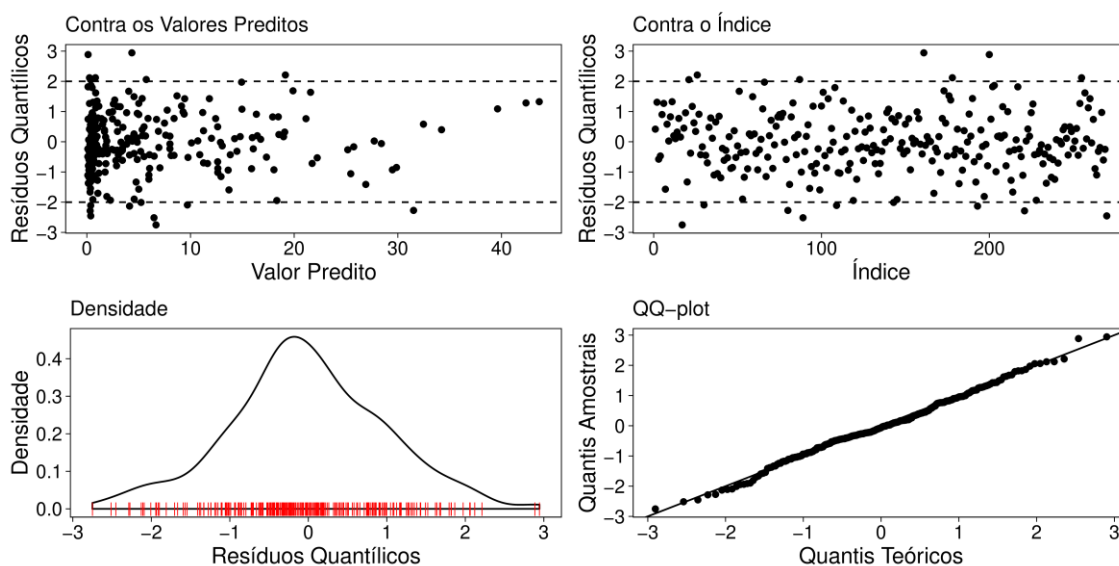


Figura 13 – Análise de resíduos do modelo de abundância de *M. domestica* adultos.

Tabela 9 - Estatísticas descritivas dos resíduos do modelo de abundância de *M. domestica* adultos

Estatística	Valor
Média	-0,0021
Variância	1,0246
Coeficiente de Assimetria	0,0961
Coeficiente de Curtose	2,9092

6.1.3. *Lucilia eximia* adultos

A figura 14 apresenta a abundância total e abundância média de *L. eximia* adultos coletados nas carcaças queimadas e não queimadas em relação aos dias de tratamento. Observamos que, a abundância total foi maior no grupo de queimados nos dias 4 ao dia 9 e quando todas as abundâncias médias não foram zero, a abundância média do tratamento de não queimados (controle) foi maior. A abundância média dos grupos queimados A e queimados B foram próximas em todos os dias.

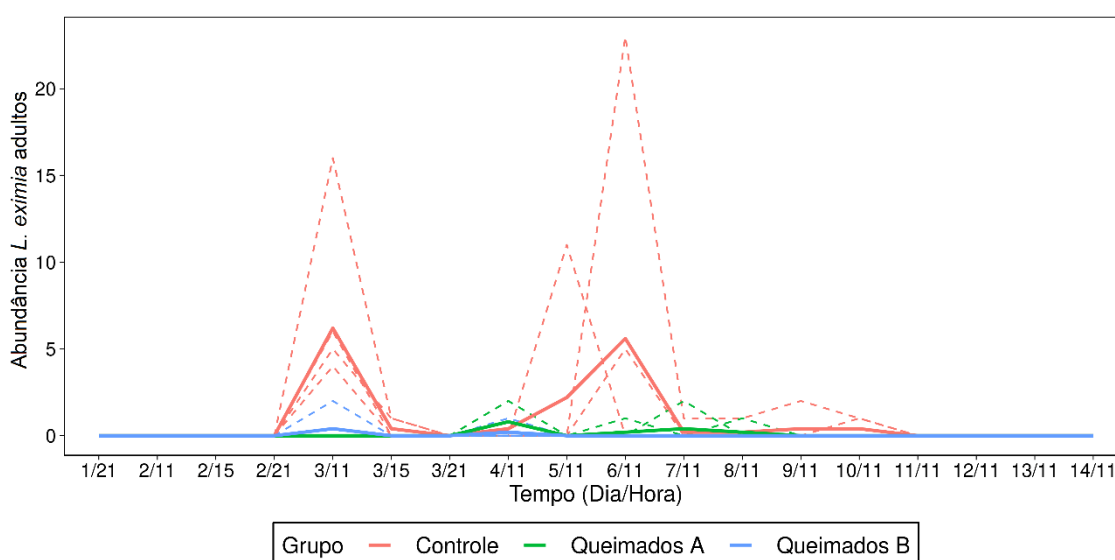


Figura 14 - Flutuação ao longo das coletas de dípteros adultos da espécie *Lucilia eximia*. Nas linhas tracejadas a abundância total e nas linhas grossas a abundância média das carcaças não queimadas (controle), queimados A (grau 2) e queimados B (grau 4).

6.2. Dípteros imaturos

De acordo com o número total de dípteros imaturos coletados nos dias de experimento, não levando em consideração as espécies, houve uma preferência pela carcaça carbonizada B (nível 4 de carbonização), que era o maior nível de carbonização utilizado no experimento. A figura 15 apresenta a flutuação ao longo das coletas de dípteros imaturos nos tratamentos queimados e não

queimados em relação aos dias de experimento. Observa-se que a abundância total foi maior no tratamento não queimados B e a abundância média nos tratamentos de queimados A e B foi próxima em alguns períodos, como nos dias 2, as 11 horas, no dia 3, as 11 e as 15 horas e nos dias 10,11 e 12 e em outros períodos, como nos dias 4,5,6,7,8 e 9 um tratamento foi maior que o outro. Já a abundância média nos tratamentos não queimados foi menor. Não foi observada nenhuma alteração no desenvolvimento das larvas encontradas nas carcaças carbonizadas.

Os dípteros imaturos mais abundantes coletados nas carcaças também foram os califorídeos das espécies *Chrysomya albiceps* e *Lucilia eximia* e os muscídeos da espécie *Musca domestica*. A mais abundante foi *C. albiceps*, seguida por *L. eximia* e logo *M. domestica*.

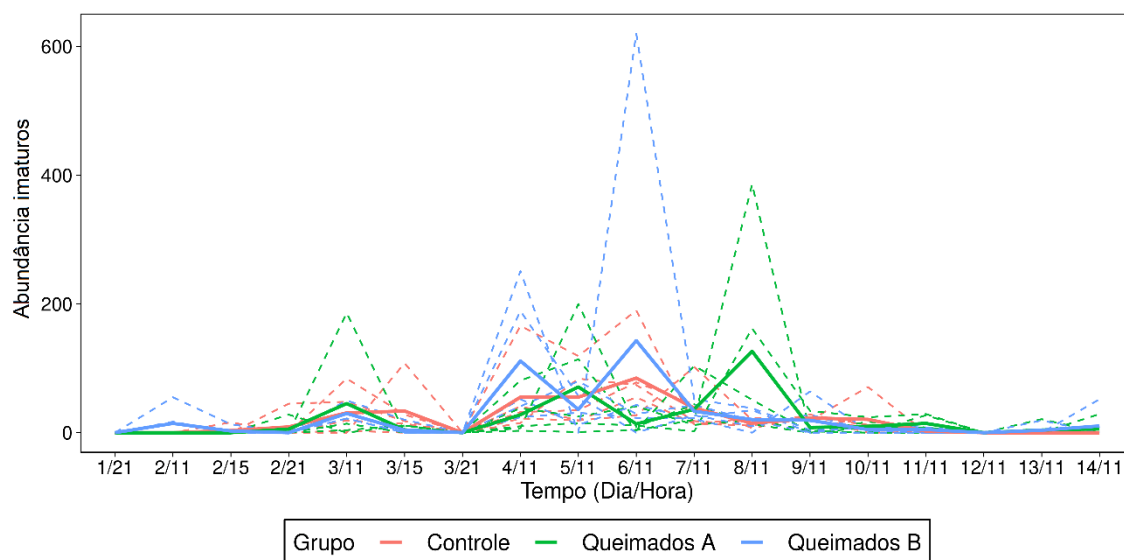


Figura 15 - Flutuação ao longo das coletas de dípteros imaturos. Nas linhas tracejadas a abundância total e nas linhas grossas a abundância média das carcaças não queimadas (controle), queimados A (grau 2) e queimados B (grau 4).

Ao ajustar o modelo para a abundância total de dípteros imaturos, observamos que os fatores umidade relativa ($p=0.88$) e peso ($p=0.19$) foram não significativos. A tabela 10 apresenta os parâmetros do modelo ajustado.

Podemos observar que a abundância total de dípteros imaturos média dos tratamentos não queimados A, queimados B é estatisticamente igual. Podemos observar também que a abundância total de dípteros imaturos média das carcaças nos estágios de decomposição fresco, inchado, decomposição ativa e esqueletização é a mesma. A abundância total de dípteros imaturos média das carcaças nos estágios de decomposição avançado é maior.

Tabela 10 - Parâmetros estimados do modelo de abundância total de dípteros imaturos.

Parâmetro	Estimativa	Erro-padrão	Valor t	p
Não queimados	9,9041	1,8043	5,489	<0,0001*
Queimados A	-0,3562	0,2032	-1,7533	0,0807
Queimados B	0,0646	0,2268	-0,2849	0,7759
Estágio inchado	0,704	0,6816	1,0329	0,3026
Estágio dec. ativa	1,0044	0,7291	1,3775	0,1696
Estágio dec. avançada	2,8084	0,5939	4,7288	<0,0001*
Estágio esqueletização	-0,0338	0,6357	-0,0531	0,9577
TA	-1,4912	0,321	-4,6449	<0,0001*
TM	0,6647	0,1715	3,8766	<0,0001*
Tm	0,3994	0,0949	4,2084	<0,0001*
PR	-0,0834	0,0232	-3,6002	0,0004
σ	-0,7618	0,6287	-1,2117	0,2267
v	-4,79	0,6552	-7,3107	<0,0001*
τ	-3,5872	1,1538	-3,1092	0,0021*

*Significante a 5%

A figura 16 apresenta alguns gráficos dos Resíduos Quantílicos do modelo ajustado e a tabela 11 apresenta as estatísticas descritivas dos resíduos. Observamos que os gráficos e estatísticas descritivas se comportam da maneira como é esperado, logo há evidências de que o modelo está bem ajustado.

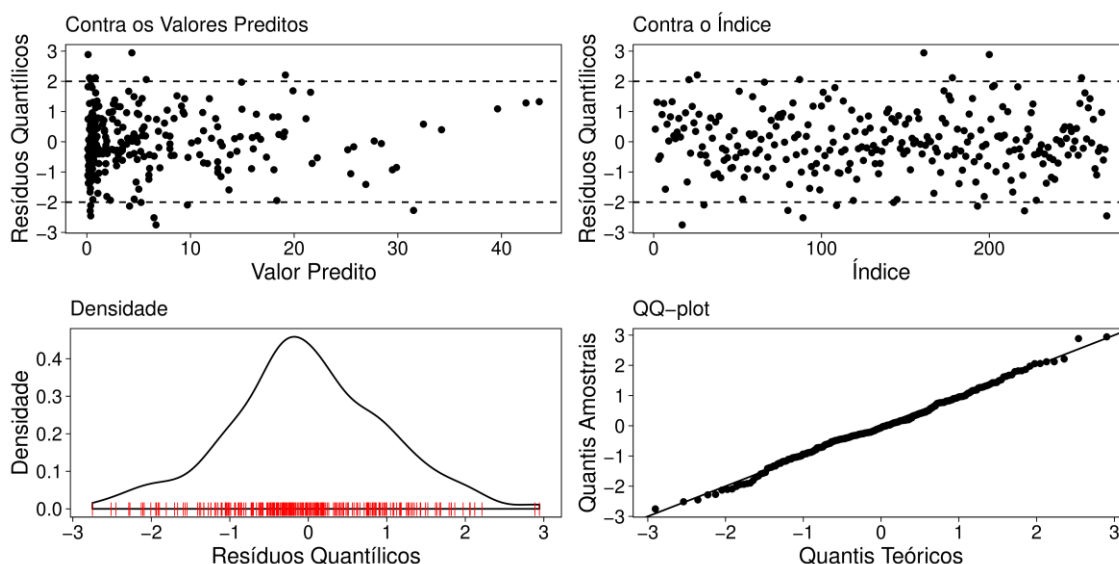


Figura 16 - Análise de Resíduos do Modelo Abundância Total Dípteros Imaturos

Tabela 11 - Estatísticas descritivas dos resíduos do modelo de abundância total de dípteros imaturos.

Estatística	Valor
Média	- 0,0021
Variância	1,0246
Coeficiente de Assimetria	0,0961
Coeficiente de Curtose	2,8504

6.2.1. *Chrysomya albiceps* imaturo

A figura 17 apresenta a flutuação ao longo dos dias de coleta dos imaturos de *C. albiceps* coletados nas carcaças queimadas e não queimadas em relação aos dias de experimento. Podemos observar que a abundância total é maior no tratamento de queimados B. Há períodos de tempo em que a abundância média do tratamento de queimados A foi maior, como do dia 7 ao dia 9 e períodos em que a abundância média do tratamento de queimados B foi maior, como do dia 5 ao dia 7. A abundância média do tratamento de não queimados (controle) foi a menor dentre as três.

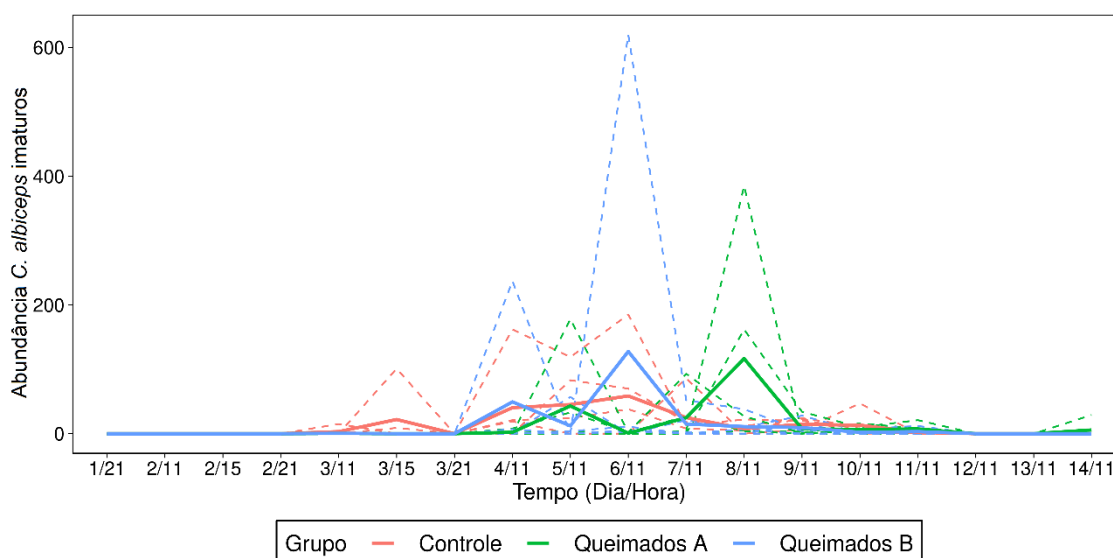


Figura 17 – Flutuação ao longo das coletas de dípteros imaturos da espécie *Chrysomya albiceps*. Nas linhas tracejadas a abundância total e nas linhas grossas a abundância média das carcaças não queimadas (controle), queimados A (grau 2) e queimados B (grau 4).

Ao ajustar o modelo para a abundância de *C. albiceps* imaturos, observamos que os fatores precipitação ($p=0.50$), temperatura máxima ($p=0.30$), estágio de decomposição ($p>0.99$ em todos os parâmetros) e umidade relativa ($p=0.19$) foram não significativos. A tabela 12 apresenta os parâmetros do modelo ajustado. Podemos observar que a abundância de *C. albiceps* imaturos média dos tratamentos queimados A e queimados B é estatisticamente menor do que a abundância de *C. albiceps* imaturos média do tratamento não queimados. Observa-se também que a abundância de *C. albiceps* imaturos média do grupo Queimados A é maior do que do grupo B.

Tabela 12 - Parâmetros estimados do modelo de abundância de *C. albiceps* imaturos.

Parâmetro	Estimativa	Erro-padrão	Valor t	p
Não queimados	9,6948	1,9192	5,0515	<0,0001*
Queimados A	-1,0796	0,3639	-2,9673	0,0033*
Queimados B	-1,7512	0,5494	-3,1875	0,0016*
peso	0,971	0,3925	2,4738	0,0140*
TA	-0,7506	0,1074	-6,9858	<0,0001*

Tm	0,4878	0,0675	7,2296	<0,0001*
σ	2,8721	0,1446	19,8559	<0,0001*
v	-2,9037	0,2412	-12,0379	<0,0001*
τ	-0,8479	0,2461	-3,4453	0,0007*

*Significante a 5%

A figura 18 apresenta alguns gráficos dos Resíduos Quantílicos do modelo ajustado e a tabela 13 apresenta as estatísticas descritivas dos resíduos. Observamos que os gráficos e estatísticas descritivas se comportam da maneira como é esperado, logo há evidências de que o modelo está bem ajustado.

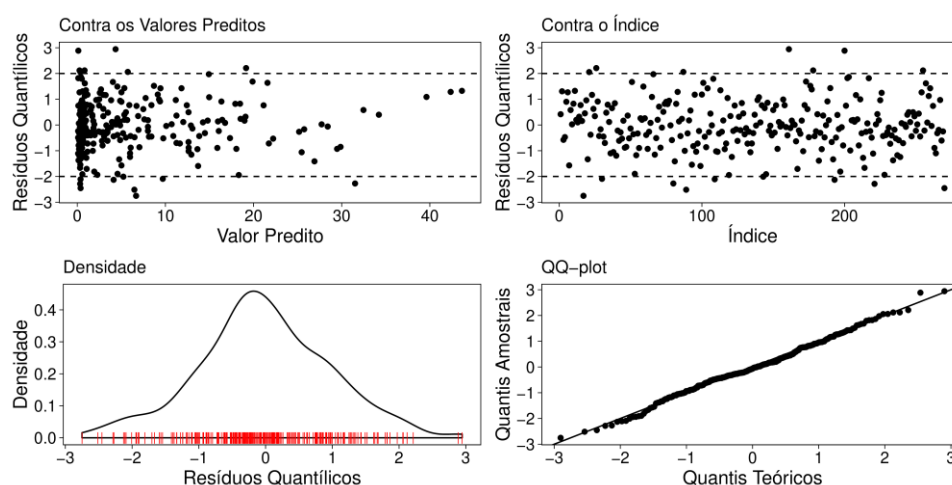


Figura 18 - Análise de resíduos do modelo de abundância de *C. albiceps* imaturos

Tabela 13 - Estatísticas descritivas dos resíduos do modelo de abundância *C. albiceps* imaturos.

Estatística	Valor
Média	-0,0021
Variância	1,0246
Coeficiente de Assimetria	0,0961
Coeficiente de Curtose	3,131

6.2.2. *Lucilia eximia* imaturos

A figura 19 apresenta a flutuação ao longo dos dias de coleta de dos imaturos de *L. eximia* imaturos coletados nas carcaças queimadas e não queimadas em relação aos dias de experimento. Podemos observar que a abundância total foi maior no grupo de queimados A e a partir do décimo primeiro dia a abundancia é maior no grupo controle. Também há períodos de tempo em que a abundância média do tratamento de queimados A foi maior, e períodos em que a abundância média do tratamento de queimados B foi maior. A abundância média do tratamento de não queimados (controle) foi a menor dentre as três.

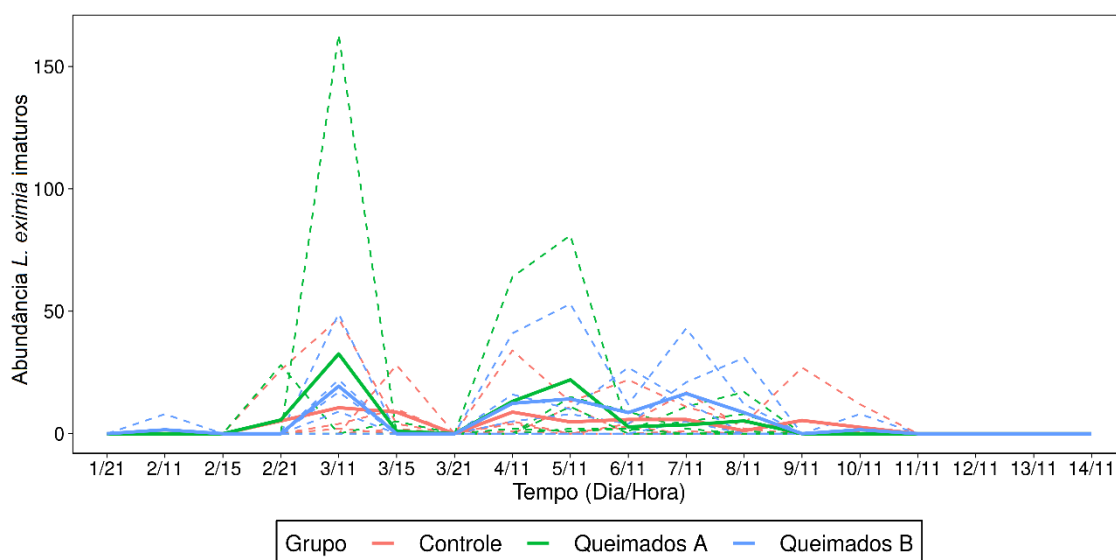


Figura 19 – Flutuação ao longo das coletas de dipteros imaturos da espécie *Lucilia eximia*. Nas linhas tracejadas a abundância total e nas linhas grossas a abundância média das carcaças não queimadas (controle), queimados A (grau 2) e queimados B (grau 4)

6.2.3. *Musca domestica* imaturos

Já na figura 20 observa-se a flutuação ao longo dos dias de coleta de *M. domestica*, aonde a abundância total também foi maior no grupo de queimados A, como nos dias 2, as 21 horas ao dia 3 as 15 horas e do dia 3 as 21 horas ao dia 6 e as abundâncias médias foram maiores em diferentes períodos nos queimados A e B, enquanto a abundância média do tratamento de não queimados (controle) foi menor dos três tratamentos.

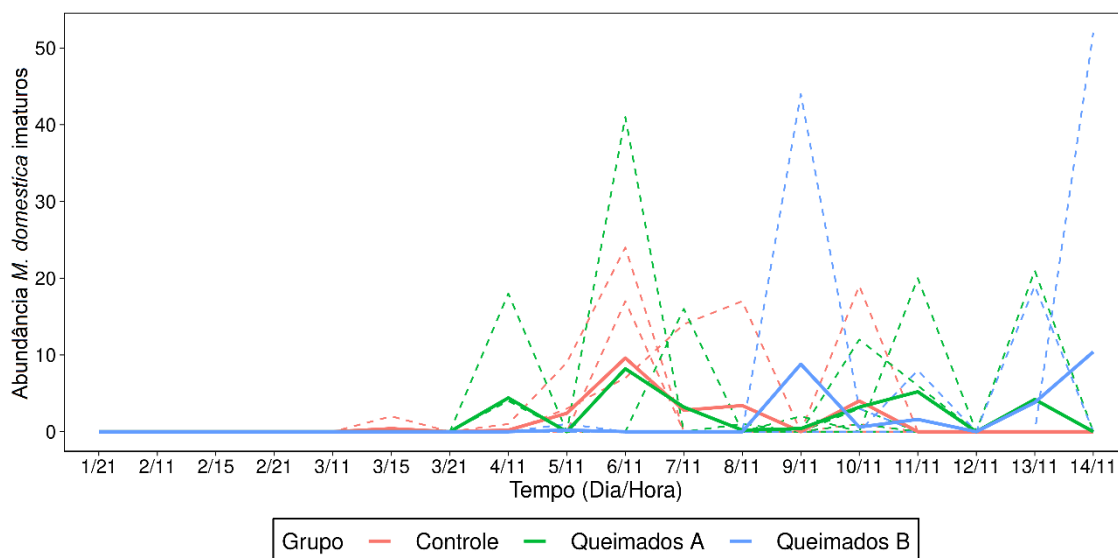


Figura 20 – Flutuação ao longo das coletas de dípteros imaturos da espécie *Musca domestica*. Nas linhas tracejadas a abundância total e nas linhas grossas a abundância média das carcaças não queimadas (controle), queimados A (grau 2) e queimados B (grau 4).

6.2.4. Sarcófagídeos imaturos

Dípteros sarcófagídeos adultos que criados em laboratório a partir da coleta de imaturos das carcaças queimadas foram representados em sua maioria pelo gênero *Oxysarcodexia*, e podem ser utilizados como indicadores forenses para modo de morte e auxiliar na estimativa de IPM. Na figura 21 podemos observar que a abundância foi maior no grupo de queimados B, seguido pelo grupo de queimados A e grupo de não queimados.

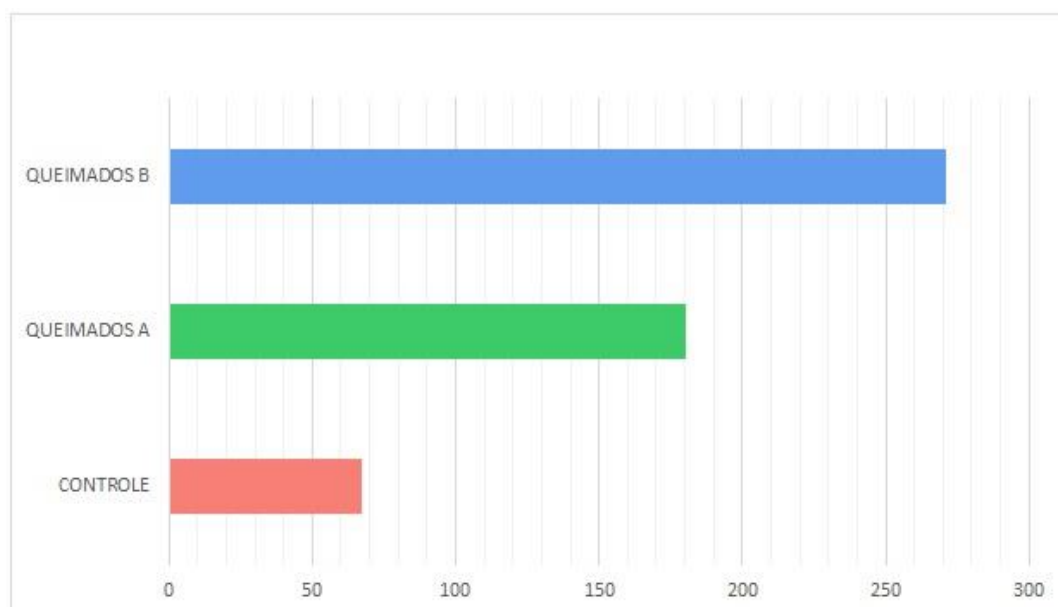


Figura 21 - Abundancia de dípteros sarcófagídeos adultos criados em laboratório a partir da coleta de imaturos das carcaças não queimadas (controle), queimados A (grau 2) e queimados B (grau 4).

6.3. Decomposição das carcaças

O experimento teve um total de 14 dias e todas as carcaças do experimento passaram pelos cinco estágios de decomposição (figura 22). Observa-se (tabela 14) que as carcaças do grupo controle tiveram o primeiro estágio de decomposição, fresco, durando apenas um dia, já as carcaças queimadas, em ambos os graus, duraram dois dias. Todas as carcaças ficaram apenas um dia no estágio de inchado. Já no estágio de decomposição ativa, as carcaças do grupo controle tiveram dois dias de duração, enquanto todas as carcaças carbonizadas duraram apenas um dia. Nos dois últimos estágios, decomposição ativa e esqueletização, todas as carcaças tiveram a duração de cinco dias em cada estágio.

Tabela 14 – Duração média (em dias) dos estágios de decomposição das carcaças controle (não queimadas) e queimadas nos graus 2 e 4 da escala Crow-Glassman.

ESTÁGIO	CONTROLE	PQA	PQB
Fresco	1	2	2
Inchado	1	1	1
Decomposição ativa	2	1	1
Decomposição avançada	5	5	5
Esqueletização	5	5	5
TOTAL(DIAS)	14	14	14

Com relação à colonização pelos dípteros as carcaças tiveram a distribuição bastante semelhante. No tratamento de carcaças não queimadas, a oviposição ocorreu nos orifícios naturais como boca, ânus, olhos e narina, sobre a pele, nas dobras das pernas, do pescoço e das orelhas e também no cordão umbilical, tendo em vista que os cadáveres eram natimortos. Já nas carcaças carbonizadas houve, oviposição nos orifícios naturais e no cordão umbilical, por onde ocorreu o extravasamento das vísceras.

A colonização da carcaça controle seguiu-se pela cabeça e por dentro da barriga e a pele permaneceu intacta sobre os ossos até a fase de decomposição avançada. Já na carcaça carbonizada a decomposição maior ocorreu com o rompimento da barriga, a pele também permaneceu intacta, porém em algumas partes do corpo, até o final da decomposição.

Com relação a sucessão entomológica, Sarcophagidae foi a primeira família registrada no experimento, na carcaça carbonizada PQB2 (grau 4 de carbonização), pela manhã do segundo dia. A família Calliphoridae foi registrada também no segundo dia de experimento, à tarde, na carcaça controle PC2. A família Muscidae foi registrada no terceiro dia do experimento, na carcaça PQA2

no período da manhã e a família Fanniidae foi registrada também no terceiro dia do experimento pela manhã, na carcaça PC2.



Figura 22 –Tratamentos não queimados (controle), queimados (grau 2) e queimados (grau 4) e os cinco estágios de decomposição registrados durante o experimento.

Quanto a relação das espécies encontradas e os estágios de decomposição, *C. albiceps*, foi registrada na carcaça controle 2 (PC2), as 15 horas da tarde do segundo dia de experimento, no estágio inchado de decomposição. Esta espécie também foi registrada em todas as carcaças não queimadas, nas fases de decomposição ativa, decomposição avançada e esqueletização, com exceção da carcaça não queimada (PC5). No estágio fresco de decomposição, não foi observada nenhuma atividade. Cada momento da decomposição cadavérica oferece condições e características próprias que atraem um determinado grupo de insetos, consequentemente, eles se sucedem de acordo com um padrão supostamente previsível,

Lucilia eximia, não foi observada nas fases fresco, inchado, na fase decomposição ativa da carcaça controle 3 (PC3) e na fase de decomposição avançada das carcaças não queimadas 1 e 2 (PC1 e PC2).

Musca domestica foi observada na fase de decomposição ativa nas carcaças não queimadas 1 e 2 (PC1 e PC 2), na fase de decomposição avançada nas carcaças 1, 2, 4 e 5 (PC1, PC2, PC4 e PC5) e na fase de esqueletização nas carcaças 3 e 5 (PC3 e PC5).

Dipteros da família Fanniidae foram registrados nas fases de decomposição ativa e avançada nas carcaças não queimadas 1 e 2 (PC1 e PC2) e os dipteros da família Sarcophagidae foram registrados no estágio de decomposição ativa nas carcaças 1, 2 e 4 (PC1, PC2 e PC4) e no estágio de esqueletização, na carcaça 5 (PC5). Na tabela 15 podemos observar a relação dos gêneros e espécies registrados nas carcaças não queimadas (controle) queimadas no grau 2 e queimadas no grau 4 da escala Crow-Glassman, nos cinco diferentes estágios de decomposição.

Tabela 15 – Relação dos gêneros e espécies registrados nos diferentes estágios de decomposição das carcaças não queimadas (controle), queimadas no grau 2 e queimadas no grau 4 da escala Crow-Glassman

Estágios	Não queimados (controle)	Queimados A (grau 2)	Queimados B (grau 4)
FRESCO		<i>M. domestica</i>	<i>Oxysarcodexia</i>
INCHADO	<i>C. albiceps</i>	<i>Oxysarcodexia</i>	<i>L. eximia</i> <i>Oxysarcodexia</i>
DEC ATIVA	<i>C. albiceps</i> <i>C. megacephala</i> <i>C. putoria</i> <i>Co. macellaria</i> <i>L. eximia</i> <i>L. aurifacies</i> <i>O. aenescens</i> <i>M. domestica</i> <i>Fannia</i>	<i>Oxysarcodexia</i> <i>M. domestica</i> <i>C. albiceps</i> <i>Lu. eximia</i>	<i>C. albiceps</i> <i>M. domestica</i> <i>C. macellaria</i> <i>L. eximia</i> <i>Oxysarcodexia</i>
AVANÇADA	<i>C. albiceps</i> <i>C. megacephala</i> <i>C. macellaria</i> <i>C. hominivorax</i> <i>O. aenescens</i> <i>M. domestica</i> <i>Oxisarcodexia</i> <i>Fannia</i> <i>Sarcophagidae sp 3</i>	<i>O. aenescens</i> <i>M. domestica</i> <i>Oxysarcodexia</i> <i>Sarcophagidae sp 6</i> <i>Sarcophagidae sp 7</i> <i>C. albiceps</i> <i>Co. macellaria</i> <i>Lu. eximia</i> <i>Fanniidae</i> <i>C. putoria</i>	<i>C. albiceps</i> <i>O. aenescens</i> <i>M. domestica</i> <i>Oxysarcodexia</i>
ESQUELETIZAÇÃO	<i>C. albiceps</i> <i>Co. macellaria</i> <i>Lu. eximia</i> <i>O. aenescens</i> <i>M. domestica</i> <i>Oxysarcodexia</i>	<i>C. albiceps</i> <i>Co. macellaria</i> <i>Co. hominivorax</i> <i>M. domestica</i> <i>O. aenescens</i>	<i>M. domestica</i>

Nas carcaças do grupo de queimados A, os califorídeos também foram os mais abundantes, porém, apareceram com menos frequência nas carcaças. As duas primeiras espécies que ocorreram nessas carcaças foram registradas no terceiro dia de experimento, as 11 horas da manhã, uma espécie de sarcófago do gênero *Oxisarcodexia*, na carcaça queimada PQA1 e a espécie *Musca domestica*, na carcaça queimada PQA2. *M. domestica* foi a espécie mais frequente, registrada em todos os estágios de decomposição de todas as carcaças queimadas do grupo A, com exceção das fases inchado na carcaça PQA1, decomposição ativa na carcaça PQA1 e PQA4 e de esqueletização na carcaça PQA5. *Oxisarcodexia* também foi registrada com frequência em todas as carcaças queimadas em quase todos os estágios de decomposição porém com pouca abundância e com exceção da fase inchado na carcaça queimada PQA2, decomposição ativa na carcaça queimada PQA3. Na fase de decomposição avançada foi registrada em todas as carcaças queimadas, já na fase de esqueletização, não foi registrada em nenhuma carcaça.

C. albiceps assim como nas carcaças do grupo controle, foi a espécie mais abundante, registrada apenas na fase de decomposição ativa na carcaça queimada PQA4, na fase de decomposição avançada nas carcaças queimadas PQA3, PQA4 e PQA5 e em todas as carcaças queimadas A na fase de esqueletização, com exceção da carcaça queimada PQA2.

L. eximia ocorreu na fase de decomposição ativa nas carcaças PQA4 e PQA5 e na fase de decomposição avançada nas carcaças PQA3 e PQA5.

Dipteros da família Fanniidae foram registrados apenas na fase de decomposição avançada na carcaça queimada PQA4. Na tabela 6 podemos observar a relação dos gêneros e espécies registradas no grupo de carcaças queimadas A nos diferentes estágios de decomposição.

Assim como nos demais tratamentos, *Chrysomya albiceps* foi a espécie mais abundante nas carcaças do grupo de queimados B (grau 4) e apareceu também com menos frequência, como nas carcaças de queimados A (grau 2).

A primeira espécie registrada no experimento pertence à família Sarcophagidae gênero *Oxisarcodexia* e ocorreu nas carcaças PQB2 e PQB5 do grupo de queimados B, as 11 horas da manhã do segundo dia de experimento, no estágio de decomposição fresco, foi também a espécie mais frequente nesse tratamento, junto com *M. domestica*.

L. eximia foi registrada apenas na fase inchado da carcaça PQB2 e na fase de decomposição ativa da carcaça PQB5.

7. DISCUSSÃO

Os califorídeos são os mais abundantes da fauna decompositora de carcaças (SOUZA & LINHARES 1997, ROSA et al. 2009, BIAVATI et al. 2010, KRUGER et al. 2010). *Chrysomya albiceps* foi a espécie predominante e por ter hábito predador pode afetar a abundância de outras espécies e também utilizar o canibalismo como uma estratégia alternativa para a sobrevivência da população (FARIA & GODOY, 2001). Também foi a espécie criada mais abundante, o que ocorreu provavelmente pela sua alta capacidade de dispersão, habilidade de voo, chegada rápida nas carcaças e por serem predadoras de outras larvas. (LINHARES, 1981; BRAACK & RETIEF, 1986; SOUZA & LINHARES, 1997). Esta espécie pode ser encontrada tanto em área de mata, como mostrou CARVALHO & LINHARES (2001), quanto em área urbana (SOUZA & LINHARES, 1997), o que indica que apesar de poder ser utilizada para cálculos de IPM pode não ser bom indicador forense quanto ao ambiente. Souza et al. (2008) observaram que *C. albiceps* junto de *L. eximia* são os principais indicadores para determinação do intervalo post-mortem IPM para a região sul do Brasil. Isto se deve pelo fato de serem observadas em qualquer estação do ano, em todos os estágios de decomposição podem ser indicadoras do IPM mínimo.

Os primeiros dípteros registrados estavam presentes na carcaça queimada B, no grau 4 que era o maior grau de carbonização do experimento, isto contraria Wardle (1921) que observou que pedaços de fígado chamuscados pela chama de um bico de Bunsen não eram atraentes para as moscas.

O padrão de sucessão e o padrão de diversidade de dípteros visitantes foi semelhante entre os tratamentos, assim como Ávila e Goff (1998) que não encontraram diferenças na fauna visitante de carcaças queimadas e não queimadas, mas encontraram diferenças no padrão de sucessão, o que indica que a carbonização das carcaças não influenciou ou atrasou significativamente

a presença de qualquer espécie em ambos os tratamentos. Os autores também afirmam que essa diferença pode alterar a estimativa do IPM.

Pai et al. (2007) afirmaram que se o padrão de sucessão de uma carcaça não queimada é usado para estimar o IPM de uma carcaça queimada ele será superestimado. No entanto, Heo et al. (2008) acreditam que a queima não afeta a taxa de decomposição ou o padrão de sucessão e, portanto, não influencia a estimativa do IPM. Byrd e Castner (2001) afirmaram que os efeitos da queima dependem do nível de incineração.

Foram observados os cinco estágios de decomposição no experimento, o que não ocorreu com Ávila e Goff (1998) que não registraram o estágio esquelético de decomposição. Heo et. al. (2008) registraram os cinco estágios, porém os classificaram de forma diferente. O estágio fresco foi observado nos dois primeiros dias nas carcaças queimadas e um dia nas não queimadas. O estágio inchado durou um dia em todas as carcaças, decomposição ativa durou dois dias nas carcaças não queimadas e um dia nas queimadas. Já os estágios de decomposição avançada e esqueletização tiveram cinco dias de duração cada, em todas as carcaças. Esse resultado foi como os obtidos no estudo de Ávila e Goff e Heo et. al (2008) cuja a duração dos estágios foi semelhante em carcaças queimadas e não queimadas. A maior atividade de dipteros nas carcaças ocorreu nos estágios de decomposição ativa e avançada, assim como observou Tavares (2003).

Durante o experimento foi observada a perda de massa corpórea nas carcaças, o que se deu não só pela ação de bactérias na decomposição, mas também por uma grande abundância de larvas, que utilizavam a carcaça como fonte de alimento, tanto nas carcaças não queimadas quanto nas queimadas. Como já mencionado, as larvas de califorídeos tiveram predominância sobre as outras, mostrando serem fundamentais para a decomposição, corroborando os resultados obtidos em outros países, com carcaças carbonizadas, como demonstraram alguns autores INTRONA, CAMPOBASSO E DI FAZIO (1998); PAI et al. (2007); CHIN et al. (2008).

Observamos que *Musca domestica* ocorreu em todos os tratamentos e que a abundância de adultos foi semelhante nas carcaças queimadas A e nas não queimadas, e menor nas carcaças queimadas B. Já os imaturos ocorreram com maior abundância nas carcaças queimadas. A maior abundância de *M.*

domestica entre os muscídeos pode ser justificada pelo fato de esta espécie ser altamente sinantrópica (Greenberg, 1971).

Segundo outros estudos feitos com carcaças em decomposição, (GOFF, 1993; CARVALHO, 2001; ÁVILA & GOFF, 1998, THYSSEN, 2000; CHIN et al., 2008), a oviposição no experimento também ocorreu nos orifícios naturais como boca, nariz, ânus, orelha e onde havia dobras na pele em ambas as carcaças, porém na carcaça carbonizada houve extravasamento de secreção e órgãos, alterando e influenciando a atratividade das moscas, onde foi observada grande número de adultos sobre os orifícios anal, oral e cicatriz umbilical. Acredita-se que dentre os artrópodes que visitaram a carcaça, nem todas realizaram ovipostura, sendo que algumas usaram as carcaças somente para se alimentar, outras para realizarem cópula e ainda como extensão de seu habitat (CARVALHO & LINHARES, 2001).

Sobre o local de oviposição, nas carcaças carbonizadas ocorreram predominantemente nos orifícios naturais e no cordão umbilical, de onde houve extravasamento de órgãos e posterior rompimento da barriga, não houve postura sobre as dobras da pele queimada, isso pode ter ocorrido pelo fato de haver resquícios e odor de gasolina sobre a pele queimada nos primeiros dias de decomposição, como observou CHIN et al. (2008) e também de acordo com INTRONA, CAMPOBASSO & DI FAZIO (1998), quando corpos humanos não são completamente queimados ou carbonizados e na decomposição expõe-se órgãos internos, as moscas demonstram habilidade em buscar locais adequados para a postura, aonde vão obter maior sucesso, como ocorreu neste estudo.

Em relação à carbonização de corpos, AVILA & GOFF (1998) desenvolveram dois estudos simulando vítimas queimadas e não queimadas: o primeiro estudo foi realizado em região de clima seco e o segundo em região de clima úmido. Não foi constatada nenhuma diferença quanto à diversidade de dipteros na duração dos estágios de decomposição nos dois experimentos realizados. Entretanto, a colonização começou um dia antes na carcaça queimada em relação à carcaça não queimada no primeiro local de estudo e quatro dias antes na carcaça queimada, exposta na região com alta umidade. No estudo desenvolvido, o clima era predominantemente quente e úmido e a colonização também ocorreu primeiro na carcaça queimada B. Oliveira-Costa et

al. (2014) observaram que o fogo facilita perfurações no tecido, e a carcaça recém-queimada se manteve mais seca do que a da carcaça não queimada, que parecia mais atraente para espécies pioneiras.

Desta maneira, podemos observar que as moscas tem um papel fundamental na decomposição das carcaças, principalmente os califorídeos, sem eles este processo seria bem mais demorado, confirmando as afirmações de PAYNE (1965).

Este presente estudo visou enriquecer e contribuir através dos dados obtidos em um banco de dados indispensável ao trabalho da perícia criminal e no uso da entomologia forense como ferramenta no auxílio da resolução de crimes, revelando a necessidade de mais trabalhos simulando também outros e não menos importantes modos de mortes e também a realização destes estudos em diversas regiões do Brasil.

8. CONCLUSÃO

A atratividade exercida pelas carcaças carbonizadas foi mais significativa nas espécies *Chrysomya albiceps*, *Lucilia eximia* e *Musca domestica*.

Chrysomya albiceps foi a espécie mais abundante em todos os tratamentos, tanto nas coletas de adultos quanto nos indivíduos criados, podendo ser utilizados para a estimativa de intervalo pós-morte (IPM).

A sucessão entomológica foi diferente nos tratamentos queimados e não queimados com relação a abundância de espécies e semelhante quanto a diversidade das espécies, concluindo que a carbonização não influencia diretamente na atratividade de dípteros.

9. REFERÊNCIAS

ANJOS, V.A. **Ocorrência de mucoides necrófagos em carcaças de animais silvestres no município de Capão do Leão, RS, Brasil.** 2009. 32 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado) – Instituto de Biologia – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

AVILA, F.W. & GOFF, M.L. 1998. Arthropod succession patterns onto burnt carrion in two contrasting habitats in the Hawaiian Islands. **Journal of Forensic Sciences**, 43:581-586.

BARROS, R. M.; MELLO-PATIU, C. A.; ROBERTO PUJOL-LUZ, J. R. Sarcophagidae (Insecta, Diptera) associados à decomposição de carcaças de *Sus scrofa* Linnaeus (Suidae) em área de Cerrado do Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, 52(4): 606-609, 2008.

BENECKE, M. 2001. A brief history of forensic entomology. **Forensic Science International**, v. 120, p. 2-14.

BERGERET, M. 1855. Infanticide. Momification naturelle du cadavre. **Annales d'Hygiène Publique et de Médecine Légale** 4: 442–452.

BIAVATI, G. M.; SANTANA, F. H. A.; PUJOL-LUZ, J. R. A checklist of calliphoridae blowflies (insecta, diptera) associated with a pig carrion in Central Brazil. **Journal of Forensic Science**. 55:1603–1606, 2010.

BONNATO, S.R.; CARVALHO, C.J.B. Análise morfológica das formas imaturas de *Sarconesia chlorogaster* (Wiedemann) (Diptera, Calliphoridae, Toxotarsinae). **Revta Bra Zool**, v.13, p.707-726, 1996.

BORNEMISSZA, G.F. 1957. An analysis of arthropod succession in carri and the effect of its decomposition on the soil fauna. **Aust. J. Zool.** 5: 1-12

BORROR, D.J. & DELONG, D.M. Introdução ao Estudo dos Insetos. São Paulo: Edgar Bücher Ltda, 1969. 653p.

BURGUER, J. C.; PATTEN, M. A.; ROTENBERRY, J. T.; REDAK, R. A.; Patterns and Processes of Arthropod Community Succession after a Fire. **USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-195**. 2005.

BYRD, J. H.; CASTNER, J. L. **Forensic Entomology**: The Utility of Arthropods in Legal Investigations. USA: CRC Press, 2 ed., 2001. 705p.

CAMPOBASSO, CP; DI VELLA, G; INTRONA, F. Factors affecting decomposition and Diptera colonization. **Forensic Science International** 120(1-2), 2001, pp. 18-27

CARRERA, M. 1991. Insetos de interesse médico e veterinário. Editora da Universidade Federal do Paraná, Curitiba 228p.

CARVALHO, C.J.B.; COURI M. S.; PONT A. C.; PAMPLONA D.; LOPES, S. M. Part II. Muscidae. In Carvalho, C.J.B. de (ed.). A catalogue de the Fanniidae e Muscidae the Neotropical region. **Sociedade Brasileira de Entomologia**, Curitiba, p.1-201.1993

CARVALHO, L. M. L. & LINHARES, A. X. Seasonality of insect succession and pig carcass decomposition in a natural forest area in southeastern Brazil. **Journal of Forensic Sciences**, vol. XLVI, p. 604–608, 2001

CARVALHO, L. M. L.; THYSSEN, P. J.; GOFF, M. L.; LINHARES A. X. Observations on the succession patterns of necrophagus insects on a pig carcass in a urban área of southeastern Brazil. **International Journal of Forensic Medicine and Toxicology**, New Delhi, v. 5, n. 1, p. 33-39, 2004.

CATTS, E.P. & GOFF, M.L. Forensic entomology in criminal investigations. **Annu. Rev. Entomol.**, v.37, p.253-272, 1992

CATTS E.P.; GOFF M.L. Forensic Entomology in Criminal Investigations. **Annual Review of Entomology**. 1992; 37(1): 253-272.

CAMPOBASSO C.P., VELLA D., INTRONA F. 2001. Factors affecting decomposition and Diptera colonization. **Forensic Sci Int** 120: 18-27.

CHIN, C. H.; MARWI, M. A.; SALLEH, A. F. M.; JEFFERY, J.; KURAHASHI, H. & OMAR, B. 2008. Study of insect succession and rate of decomposition on a partially burned pig carcass in an oil palm plantation in Malaysia. **Tropical Biomedicine** 25(3): 202–208p

CRUZ, T. M., & VASCONCELOS, S. D. (2006). Entomofauna de solo associada à decomposição de carcaça de suíno em um fragmento de mata atlântica de Pernambuco. **Brasil Biociências**, 14(2), 193-201.

DILON, L.C. 1997 . Sucessão de insetos em carniça em três zonas biogeoclimáticas da Colúmbia Britânica. M.Sc. tese, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Simon Fraser, Burnaby, British Columbia.

DILON, L.C. e ANDERSON, G.S. 1995. Entomologia forense: o uso de insetos nas investigações da morte para determinar o tempo decorrido desde a morte. **Relatório Técnico TR-05-95**, Centro de Pesquisa da Polícia Canadense.

DENNO, R. F. & COTHRAN, W. R. Niche relationships of a guild of necrophagous flies. **Annals of Entomological Society of America**, 68, 741–754. 1975.

FARIA, L. D. B. & GODOY, W.A.C. 2001. Prey Choice by Facultative Predator Larvae of *Chrysomya albiceps* (Diptera: Calliphoridae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, Vol. 96(6): 875-878.

FRANÇA, G. V. **Medicina legal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

GLASSMAN D.M. & CROW R.M. 1996. Standardization model for describing the extent of burn injury to human remains. **Journal of Forensic Sciences**.41(1):152- 4

GOFF, L. 1993. Estimation of postmortem interval using arthropod development and successional patterns. **Forensic Sciences Review**. 5: 81-94.

GOFF, M. L. & LORD, W. D. 1994. Entomotoxicology – A new area for forensic investigation. **The American Journal of Forensic Medicine and Pathology**, 15 no 1 p 51-57.

GOFF, M. L. *A fly for the prosecution: how insect evidence helps solve crimes*. Cambridge: **Harvard University Press**, 2000. 225p.

GOMES, L.; VON ZUBEN 2004. Efeito da temperatura na profundidade de enterramento de larvas de *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794) (Diptera: Calliphoridae) sob condições controladas. **Entomología y Vectores** 11 no. 3 p 551-557.

GREENBERG, B. Flies and diseases. Ecology, classification and biotic association. **Princeton: Princeton University**, 1971. 856p.

HEO C.C.; MOHAMAD A.M.; AHMAD FIRDAUS M.S., JEFFERY J. Y.; BAHARUDIN O. 2008. A preliminary study of insect succession on a pig carcass in a palm oil plantation in Malaysia. **Tropical Biomedicine**, 24 no 2 p 23–27

INTRONA, F.; CAMPOBASSO C. P. & DI-FAZIO, A. 1998. Three cases studies on forensic Entomology from Southern Italy. **Journal of Forensic Sciences**. 43: 210-214.

KEH, B. Scope and applications of forensic entomology. **Annual Review of Entomology**, v.30, p.137–154, 1985.

KRÜGER, R.F.; KIRST, F.D.; SOUZA, A.S.B. Rate of development of forensically important Diptera in southern Brazil. **Rev Bras Entomol**, v.54, p.624-629, 2010.

LECLERCQ, M. 1969. Entomological Parasitology. **The Relations between Entomology and the Medical Sciences**. New York, Pergamon, 158 p.

LUZ et al. Cem anos da Entomologia Forense no Brasil (1908-2008). *Revista Brasileira de Entomologia*. v.52, n 4, p. 485-492. Dez. 2008.

MARCHENKO, M.J. 1980. Classifying of cadaveric entomofauna. Biology of flies: The forensic medical role. **Sud-Med Ekspert** 23: 17-20.

MARCONDES, C. B. **Entomologia Médica e Veterinária**, Editora Atheneu, São Paulo p. 432, 2001

MONTEIRO-FILHO, E.L.A. & PENEREIRO, J.L. Estudo de decomposição e sucessão sobre uma carcaça animal numa área do estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia** 47: 289–295. 1987.

MOURA, M. O.; CARVALHO, C. J. B. & MONTEIRO-FILHO, E. L. A. A preliminary analysis of insects of médico-legal importance in Curitiba, State of Paraná. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 92: 269–274. 1997.

MOURA, M. O., MONTEIRO-FILHO, E. L. A., & CARVALHO, C. J. B. (2004). Heterotrophic Succession in Carrion Arthropod Assemblages. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48(3), 473-482.

NELSON, L.A.; J.F. Wallman & M. Dowton. 2008. Identification of forensically important *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) species using the second ribosomal internal transcribed spacer (ITS2). **Forensic Science International**, 177: 238-247.

NUORTEVA, P. Age determination of blood stain in a decaying shirt by entomological means. **Forensic Science**, Harrogate, v. 3, p. 89-94, 1974.

OLIVEIRA-COSTA, J.; MELLO-PATIU, C.A.; LOPES, S.M. Dípteros mucoides, associado com cadáveres humanos no local da morte, no Estado do Rio de Janeiro. **Boletim do Museu Nacional, Zoologia**, vol. CDLXIV, p. 1-6, 2000.

OLIVEIRA-COSTA, J.; MELOO-PATI C. A.; LOPES, S. M. Dípteros muscídeos associados com cadáveres humanos no local da morte, no estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Boletim do Museu Nacional, Série Zoologia**, 470: -102001.

OLIVEIRA-COSTA, J. **Entomologia Forense**: Quando os insetos são vestígios. Campinas, SP, Ed. Millennium, 3 ed., 2011. 502p

PAI, CHUNG-YEN; JIEN, MING-CHENG; LI, LI-HONG & CHENG, YEN-YU. 2007. Application of Forensic Entomology to Postmortem Interval Determination of a Burned Human Corpse: A Homicide Case Report from Southern Taiwan. **Journal of the Chinese Medical Association**. Volume 106. Nº 9.

PANIGALLI, G.; SOLIGO, K. T. Diversidade de Insecta (Arthropoda) associada à carcaça de *Sus scrofa* L. em um fragmento de Mata Atlântica de Xanxerê, Santa Catarina. **Unoesc & Ciência – ACBS**, v. 4, n. 1, p. 15-26, 2013.

PAYNE, J. A. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa*. **Ecology**, v.46, p. 592–602, 1965.

PUJOL-LUZ, J. R., MARQUEZ, H., URURHAY-RODRIGUES, A., RAPFAEL, J. A., SANTANA, F. H. A., ARANTES, L. C.; CONSTANTINO, R. 2006. “A forensic entomology case from Amazon rain forest of Brazil”. **Journal of Forensic Sciences**, 51(5), p. 1-3.

PESSÔA, S. B. & MARTINS A. V. **Parasitologia Médica**. Editora Guanabara, 11ª edição, Rio de Janeiro, p. 872, 1988.

R Core Team. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2018.

RIGBY R. A. & STASINOPOULOS D. M. Generalized additive models for location, scale and shape, (with discussion). **Applied Statistics**, 54: 507–554, 2005.

ROCHA, R. M. & BOEGER, W. A. P. 2009. **Estado da arte e perspectivas para a Zoologia no Brasil**. Editora UFPR, Curitiba, 296 p.

ROMANA A. et al. **A importância da Entomologia forense nas investigações criminais**. Tocantins, 2012. Disponível em: <[http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view File/1879/1552](http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/File/1879/1552)>

ROSA, T. A.; BABATA, M. L. Y.; SOUZA, C. M.; SOUSA, D.; MELLO-PATIU, C. A.; MENDES, J. Dípteros de Interesse Forense em Dois Perfis de Vegetação de Cerrado em Uberlândia, MG. **Neotropical Entomology**, 38:859–866. 2009.

SALVIANO, R. J. B. Sucessão de Diptera Calyptrata em carcaça de *Sus scrofa*, L. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 123 pp. 1996.

SIEGEL, J.; KNUPFER, G. SAUKKO, P. Encyclopedia of forensic sciences, v. 3. set 1-3, 2000.

SILVA, A.Z. et al. Ocorrência de muscóideos necrófagos em carcaças de *Didelphis albiventris* Lund, 1841 (Didelphimorphia, Didelphidae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Biotemas**, v.23, p.211-214, 2010.

SMITH, K.G.V. 1986. **A manual of forensic entomology**. Cornell Univ. Press, Ithaca, NY, 205p.

SCHOENLY K.G., HASKELL N.H., s D.K., BIEME-NDI C, LARSEN K., LEE Y. 2006. Recreating death's acre in the school yard: using pig carcasses as model

corpses to teach concepts of forensic entomology & ecological succession. **Am Biol Teach** 68: 402-410.

SCHROEDER H, Klotzbach H, Oesterhelweg L, Püschel K. Larder beetles (Coleoptera: Dermestidae) as an accelerating factor for decomposition of a human corpse. **Forensic Sci Int** 127: 231-236, 2002

SOUZA, A.S.B.; KIRST, F.D.; KRÜGER, R.F. Insects of forensic importance from Rio Grande do Sul state in southern Brazil. **Rev Bras Entomol**, v.52, p.641-646, 2008.

SOUZA, A. M.; LINHARES, A. X. Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in southeastern Brazil: relative abundance and seasonality. **Med. Vet. Entomol.** 11: 8-12, 1997.

STONEHOUSE, J., MUMFORD, J., POSWAL, A. MAHMOOD, R., MAKHDUM, A. H., CHAUDHARY, Z. M., BALOCH, K. N., MUSTAFA, G. & MCALLISTER, M. The accuracy and bias of visual assessments of fruit infestation by fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Crop Protection**, 23: 293–296, 2004

TAVARES, M. C. H. 2003. “Sucessão faunística de populações de insetos associados à decomposição de carcaças de suínos expostas em diferentes altitudes e condições pluviométricas na reserva florestal da Serra do Japi, Jundiaí, SP.” 120p. **Tese (Doutorado em Parasitologia)** – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

TURNER, B.D.; Forensic entomology. Forensic Science Progress. **Division of Biosphere**, London. v. 5, pp. 131–150, 1991

THYSSEN, P. J. Decomposição e sucessão entomológica em carcaças de suínos (*Sus scrofa* L.) de tamanhos diferentes: estudos em ambiente de mata natural na região de Campinas – SP. 2000. 85f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

VAIRO, K.P.; MELLO-PATIU, C.A.; CARVALHO C.J.B. Pictorial identification key for species of Sarcophagidae (Diptera) of potential forensic importance in southern Brazil. **Rev Bras Entomol**, v.55, p.333-347, 2011

WARDLE, R. A., 1921. The protection of meat commodities against blowflies. **Annals of Applied Biology**, vol. 8, no. 1, p. 1-9. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7348.1921.tb.05529.x>.

ZAFALON-SILVA, Â.; ANJOS, V. A.; RIBEIRO, P. B.; KRÜGER, R. F. Ocorrência de muscóideos necrófagos em carcaça de *Didelphis albiventris* Lund, 1841 (Didelphimorphia, Didelphidae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Biotemas**. Florianópolis. 23(2), 211-214. 2010