

## Formigas (Hymenoptera: Formicidae) de importância forense ocorrentes em carcaça suína (*Sus scrofa*) no município de Bento Gonçalves, RS

A.P. Pinto <sup>a</sup>, G.B. Pacheco <sup>a</sup>, G. Vignatti <sup>a</sup>, L. Peruzzo <sup>a</sup>, D.R.L. Mondoloni <sup>a</sup>,

A. Nondillo <sup>b</sup>, W.S. de Azevedo Filho <sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Universidade de Caxias do Sul, Museu de Ciências Naturais - Entomologia, Caxias do Sul (RS), Brasil

<sup>b</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Bento Gonçalves, Bento Gonçalves (RS), Brasil

\*Endereço de e-mail para correspondência: [wsafilho@ucs.br](mailto:wsafilho@ucs.br). Tel.: +55-54-3218-2100.

Recebido em 21/03/2022; Revisado em 28/07/2022; Aceito em 28/07/2022

### Resumo

Em Hymenoptera, o grupo Formicidae é de grande importância forense e pode estar presente durante todos os estágios de decomposição do corpo. O objetivo do estudo foi identificar e quantificar as espécies de formigas ocorrentes em carcaça suína no município de Bento Gonçalves - RS, Brasil. O trabalho foi conduzido na Universidade de Caxias do Sul, no campus de Bento Gonçalves, entre os dias 6 e 24 de março de 2017 (área de mata com interferência antrópica). Como modelo animal foi utilizado um porco doméstico (*Sus scrofa*) com 13kg e aproximadamente 40-45 dias de vida. Após a morte, a carcaça foi disposta em decúbito lateral sob uma caixa de malha metálica (para evitar a interferência de carnívoros) e rodeada por dez armadilhas de solo para a coleta de insetos (pitfall - copos plásticos de 300ml contendo água e uma gota de detergente). Para as análises foram considerados quatro períodos de decomposição: período de coloração (I) 1-3º dia; gasoso (II) 4-8º dia; coliquativo (III) 9-14º dia; e de esqueletização (IV) 15-19º dia, onde os ossos já se encontravam expostos. No total, foram coletados 714 espécimes, incluídos em 20 espécies. As espécies mais abundantes foram: *Wasmannia auropunctata* (273 espécimes), *Nylanderia fulva* (86) e *Brachymyrmex incisus* (78). Formicidae ocorreu em todos os estágios de decomposição, demonstrando sua importância forense.

*Palavras-chave:* Entomologia forense, formigas, Formicidae.

### Abstract

Formicidae (Hymenoptera) has great forensic importance and may be present during all stages of decomposition of the body. The objective of the study was to identify and quantify ant species occurring in swine carcass in the municipality of Bento Gonçalves - RS, Brazil. The study was conducted at the University of Caxias do Sul, on the campus of Bento Gonçalves, between March 6 and 24, 2017 (forest area with anthropic interference). Was used as animal model a domestic pig (*Sus scrofa*) with 13kg and approximately 40-45 days of life. After death, the carcass was laid in the lateral position under a metal mesh box. To avoid the interference of carnivores and surrounded by ten soil traps for the collection of insects (pitfall - plastic cups of 300ml containing water and a drop of detergent). For the analysis, were considered four decomposition periods: coloring period (I) 1st-3rd days; gaseous (II) 4th-8th day; colloid (III) 9th-14th days; and skeletonization (IV) 15th-19th day, where the bones were already exposed. In total, 714 individuals from 20 species were collected. The most abundant species were: *Wasmannia auropunctata* (273 specimens), *Nylanderia fulva* (86) and *Brachymyrmex incisus* (78). Formicidae occurred in all stages of decomposition demonstrating its forensic importance.

*Keywords:* Forensic entomology, ants, Formicidae.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma das áreas que pode integrar as investigações criminais e ajudar na determinação do intervalo *post-mortem* (IPM) bem como a origem e trajetória do corpo, desde o momento da morte até sua descoberta é a Entomologia Forense [1].

A Entomologia Forense é considerada a ciência aplicada ao estudo dos insetos e outros artrópodes nas áreas de taxonomia, biologia e ecologia envolvendo processos legais e auxiliando os trabalhos de peritos criminais e legistas [2,3]. Os artrópodes são um grupo muito diversificado que possui uma ampla distribuição geográfica. Os insetos desenvolvem importante papel

ecológico, podendo atuar como predadores e decompositores. Dessa forma, são frequentemente encontrados em locais de crimes e sua aplicação na Entomologia Forense é muito ampla [4].

O grupo Hymenoptera, principalmente Formicidae, pode retardar ou acelerar o processo de decomposição cadavérica, pois apresenta importante influência sobre a entomofauna associada, bem como sobre a estimativa do IPM. Pode ainda causar interferência direta em cenas de crimes, alterando consideravelmente as características do local e do cadáver resultando em análise pericial incorreta [4-6]. Por todos estes fatores é crucial o estudo e conhecimento das espécies de formigas associadas a cadáveres.

Apesar de amplamente distribuídas nas Américas, poucas são as informações disponíveis sobre a fauna local de formigas associadas a cadáveres e seu potencial uso forense.

De acordo com Gomes e colaboradores [7], os insetos constituem o táxon mais diverso no ambiente terrestre. A explicação para esse sucesso evolutivo está relacionada às características morfológicas como o tamanho reduzido do corpo, um curto ciclo de vida, bem como uma notável capacidade de dispersão resultante do alto índice de reprodução e a presença de asas. Somado a características ecológicas, possuem grande capacidade de adaptação, sendo encontrados em praticamente todos os ambientes. Podem apresentar hábitos alimentares generalistas ou específicos, ocupando quase todos os nichos de alimentação. Essas características são relevantes nos estudos forenses, pois podem atuar como carnívoros, detritívoros, necrófagos e outros. Esses hábitos específicos podem ter influência direta, na rapidez em que se dá a decomposição do cadáver (no caso de carnívoros e necrófagos), ou indireta causando alterações significativas no ambiente do entorno onde o cadáver foi encontrado.

Segundo Maschio e colaboradores [1], os insetos estão entre os primeiros e mais importantes invertebrados que colonizam o corpo de vertebrados em decomposição. Moscas (Diptera) e besouros (Coleoptera) utilizam cadáveres para a deposição de seus ovos e junto com suas larvas constituem majoritariamente a fauna cadavérica. O desenvolvimento das larvas e a sucessão ecológica destas espécies fornecem importantes informações para determinar o IPM.

Na ordem Hymenoptera, Formicidae (formigas) é considerado um grupo de grande importância forense podendo estar presente durante todos os estágios de decomposição de carcaças [8]. Esses insetos podem se alimentar diretamente do cadáver ou preda as larvas de outros grupos, tendo significativa influência na velocidade de decomposição.

Formicidae é um dos mais representativos grupos cujos indivíduos apresentam importantes relações ecológicas no ecossistema cadavérico, juntamente com representantes de Diptera e Coleoptera [5]. Devido aos seus hábitos alimentares que podem ser predadores, onívoros ou necrófagos, causam impacto direto sobre a entomofauna cadavérica e também podem causar alterações na disposição de materiais e vestígios na cena do crime.

Segundo Dias e colaboradores [9], foram observadas alterações na velocidade da decomposição de carcaças quando existe presença de formigas. Quando se alimentam diretamente da carcaça, as formigas cortam pequenas porções da pele causando lesões pós-mortem. Essas lesões, segundo Blanc-Celino [5], podem assemelhar-se a aranhões, ou ser puntiformes, podendo formar acúmulo de pele. Ainda foram observadas lesões causadas pelo ácido fórmico que se assemelham a queimaduras químicas ou causadas por cigarro. As formigas também formam trilhas de forrageamento e movem partes de plantas como folhas e pequenos ramos e até pequenas pedras, que de acordo com Brown e colaboradores [10], podem conter manchas de sangue, causando o espalhamento das mesmas, o que pode levar a erros de interpretação do padrão gerado por elas.

Em outras situações podem mover estes mesmos fragmentos para as lesões onde estão se alimentando em uma tentativa de esconder o alimento. Esse comportamento pode impedir completamente o acesso de dípteros por vários dias, o que segundo Fonseca e colaboradores [6], pode ocasionar erro na estimativa de IPM baseado na presença das larvas de dípteros.

Conforme Oliveira-Costa [11], as espécies de himenópteros em sua maioria visitam cadáveres, pois são predadoras ou parasitam as espécies necrófagas que utilizam o cadáver para oviposição e alimentação e que permanecem por mais tempo. Já Martínez e colaboradores [12] afirmam que as formigas são importantes partes do componente necrófago-predador da comunidade cadavérica, que além de se alimentar da carcaça (tecidos e fluídos), podem preda ovos, larvas, pupas e artrópodes adultos. A predação por formigas pode diminuir consideravelmente a abundância de artrópodes em carcaças, o que por sua vez causaria uma diminuição na velocidade de decomposição podendo dificultar a estimativa do IPM. Por outro lado Blanc-Celino [5], afirmam que algumas espécies podem utilizar a carcaça como abrigo, construindo a colônia no solo abaixo dela, e assim, é possível estimar o IPM baseado no tempo necessário para que uma colônia de formigas produza formas aladas reprodutivas.

Para Dias e Morini [13], a ecologia das formigas pode sofrer alterações durante as estações do ano de acordo com a temperatura e umidade do ar, à abundância e riqueza de espécies não é igualmente distribuída ao longo do período de decomposição das carcaças.

Segundo Maschio e colaboradores [14], a realização de novos estudos para o levantamento da formicifauna em diferentes estações do ano e com diferentes formas de exposição dos corpos (parcialmente enterrado, envolto em roupas ou sacos, sob o efeito de drogas e outros) são imprescindíveis para a obtenção de novos dados, aumentando assim a possibilidade de aplicação na Entomologia Forense.

O objetivo do estudo foi identificar e quantificar as espécies de formigas ocorrentes em carcaça suína no município de Bento Gonçalves - RS, Brasil.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da área de estudo

O experimento foi conduzido no Campus Universitário da Região dos Vinhedos (CARVI) da Universidade de Caxias do Sul (UCS), no município de Bento Gonçalves (Rio Grande do Sul - Brasil) entre os dias 6 e 24 de março de 2017. O espaço destinado ao trabalho apresentava uma área total aproximada de 3ha, altitude de 690 metros e sob as coordenadas 29° 8'50.22" S, 51°30'58.95" O. A área de estudo se encontra na região ecoclimática do Planalto Superior [15], cujo clima segundo a classificação de Köppen [16], é do tipo Cfb (subtropical úmido com verões temperados). A temperatura média anual é de 17,1°C e a precipitação média anual 1.755 mm [17]. O local do experimento é caracterizado por representar uma borda de mata (com interferência antrópica) nos fundos do campus, dentro da área urbana do município de Bento Gonçalves, que está localizado na zona de transição entre as formações da Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual. A caracterização botânica da área de estudo se dá pela presença de alguns elementos dominantes caducifólios como a cabreúva (*Myrcarpus frondosus*), angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida*), louro-pardo (*Cordia trichotoma*) entre outras [18,19]. A vegetação do entorno do local encontra-se em estágio secundário avançado de regeneração natural [20], com presença de herbáceas como gramíneas nativas, arbustos e árvores da sucessão natural da mata incluindo algumas espécies ameaçadas como a araucária (*Araucaria angustifolia*).

## 2.2. Caracterização da carcaça e delineamento experimental

Como modelo animal foi utilizado um porco doméstico (*Sus scrofa*) com peso de aproximadamente 13kg e 40-45 dias de vida (abatido comercialmente). Após a morte, a carcaça foi disposta em decúbito lateral sob caixa de malha metálica (1,5cm<sup>2</sup>), com dimensões 100x70x60cm<sup>3</sup>, para evitar a interferência de possíveis vertebrados (carnívoros/necrófagos) e permitir o acesso da entomofauna. No entorno da caixa, foram instaladas dez armadilhas de solo (tipo *pitfall*). Cada armadilha foi estruturada por um tubo de PVC (13 cm de altura e 7 cm de diâmetro) enterrado no solo para permitir o suporte de um copo plástico descartável de 300 ml para a coleta dos insetos. Cada armadilha continha água e uma gota de detergente a fim de quebrar a tensão superficial (o conteúdo foi substituído diariamente após a coleta). As armadilhas distavam 10 cm da caixa e se encontravam equidistantes entre si. Como forma de proteção da armadilha, contra possíveis intempéries e queda de material como folhas e pequenos galhos, foram utilizados pratos plásticos descartáveis (17,5 cm de diâmetro) sustentados por três hastes de madeira. A proteção foi instalada a uma altura de aproximadamente 15 cm em relação à armadilha.

## 2.3. Coleta e identificação dos espécimes

Durante o experimento foram realizadas coletas diárias, observação da carcaça e caracterização do estágio de decomposição; registro fotográfico da carcaça e das formigas presentes, com câmera fotográfica Nikon D5100. Posteriormente, foi realizada a coleta dos indivíduos capturados nas armadilhas de solo, sendo transferidos imediatamente para recipientes identificados conforme o número da armadilha e a data da coleta. Em seguida, foi realizada uma coleta ativa das formigas com auxílio de pinças durante 15 minutos. Para permitir o acesso à carcaça a caixa metálica era removida e as formigas eram coletadas sobre a carcaça e no entorno (até aproximadamente 0,5m). A triagem dos espécimes capturados e identificação taxonômica foram realizadas em condições de laboratório. Durante o processo de triagem os indivíduos receberam etiquetas de coleta (local, data e coletor) e de identificação dos táxons. A determinação dos espécimes foi realizada com auxílio de microscópio estereoscópico e bibliografia especializada [21,22]. As formigas coletadas durante o experimento foram quantificadas, preservadas em álcool 70% ou montadas em alfinetes entomológicos e incorporadas à coleção entomológica do Museu de Ciências Naturais da Universidade de Caxias do Sul (MUCS).

## 2.4. Informações meteorológicas

As informações meteorológicas de temperatura e pluviosidade correspondentes ao período do experimento foram obtidas através dos boletins mensais emitidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) [23] disponíveis para acesso no site institucional. Os valores médios de temperatura e de umidade relativa do ar foram iguais a 21,9°C e 67%, respectivamente (Figura 1). As temperaturas se mantiveram dentro do padrão normal. Contudo, uma peculiaridade para o mês de condução do experimento foi a ocorrência de chuvas, o volume registrado foi de 250mm, praticamente o dobro do esperado de acordo com as normais climatológicas (Figura 1).

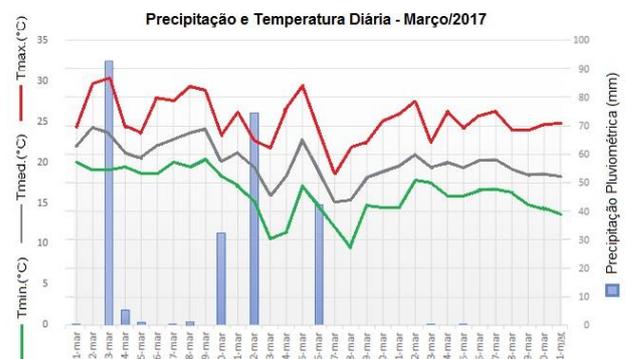
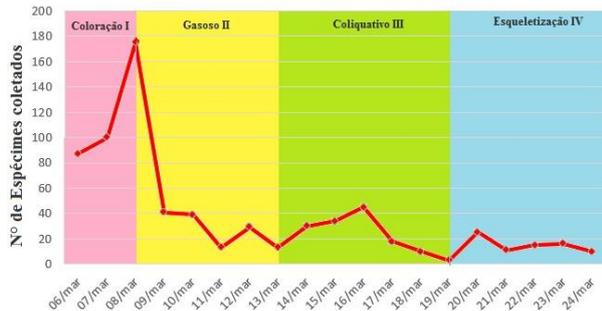


Figura 1. Informações meteorológicas para o mês de condução do experimento (março 2017 - precipitação e temperatura diária).

## 3. RESULTADOS

Para as análises foram considerados quatro períodos de decomposição: período de coloração (I) iniciou do 1º

e foi até o 3º dia caracterizado pelo pico de atividade de formigas com 362 espécimes; gasoso (II) durou do 4º ao 8º dia, em que ocorreu significativa atividade de Formicidae (134 indivíduos); coliquativo (III) teve início no 9º e estendeu-se até o 14º dia com a completa deflação da carcaça, forte odor e ligeiro aumento do número de espécimes (141), por fim o período de esqueletização (IV) do 15º dia, caracterizado pela diminuição do odor, até o 19º dia, onde os ossos já se encontravam expostos no qual foi registrada baixa atividade de formigas sendo coletados apenas 77 espécimes (Figura 2).



**Figura 2.** Ocorrência de formigas em carcaça de *Sus scrofa* no município de Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul (Brasil), no período de 6 a 24 de março de 2017.

Foram coletados 714 espécimes de formigas pertencentes a 13 gêneros e 20 espécies junto à carcaça. As espécies mais abundantes foram: *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863) (273 espécimes), *Nylanderia fulva* (Mayr, 1862) (86 espécimes), *Brachymyrmex incisus* Forel, 1912 (78 espécimes) e *Brachymyrmex heeri* Forel, 1874 (68 espécimes) (Tabela 1).

No período I, a espécie prevalente foi *W. auropunctata* com 228 seguida de *B. heeri* (43). No período II, ocorreu uma diminuição considerável no número de indivíduos. As espécies mais abundantes foram *N. fulva* (27) e *W. auropunctata* (25). No III, foram respectivamente *N. fulva* (27) e *Linepithema* sp. (25) e no IV período, *Trachymyrmex* sp. (21) e *W. auropunctata* com 11 espécimes (Figura 2). O pico de ocorrência dos espécimes ocorreu no 2º e 3º dias respectivamente e maior número de indivíduos no período de coloração (Figura 2). Contudo, indivíduos de Formicidae foram coletados durante todo o decorrer do experimento e em todos os estágios de decomposição da carcaça, evidenciando sua importância para os estudos forenses na região.

O táxon que apresentou o maior número de indivíduos foi *W. auropunctata* representando 38,23% do total coletado, seguido por *N. fulva* com 12,04%, *B. incisus* 10,92% e *B. heeri* com 9,52% (Tabela 1). Já os táxons com menor ocorrência foram duas espécies de *Pheidole* juntamente com *Solenopsis* sp. 2 e *Sphinctomyrmex* sp., todas com apenas um indivíduo coletado, representando apenas 0,14% cada (Tabela 1).

**Tabela 1.** Espécimes de Formicidae coletados em carcaça de *Sus scrofa* no município de Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul (Brasil), no período de 6 a 24 de março de 2017. NI = número de indivíduos coletados e F = Frequência.

Táxon	NI	F
<i>Wasmannia auropunctata</i>	273	38,23%
<i>Nylanderia fulva</i>	86	12,04%
<i>Brachymyrmex incisus</i>	78	10,92%
<i>Brachymyrmex heeri</i>	68	9,52%
<i>Linepithema</i> sp.	54	7,56%
<i>Trachymyrmex</i> sp.	38	5,32%
<i>Pachycondyla striata</i>	27	3,78%
<i>Camponotus</i> sp. 1	26	3,64%
<i>Pheidole</i> sp.1	17	2,38%
<i>Camponotus</i> sp. 2	15	2,10%
<i>Labidus</i> sp.	11	1,54%
<i>Gnamptogenys</i> sp.	5	0,70%
<i>Pheidole</i> sp. 2	4	0,56%
<i>Camponotus</i> sp. 3	3	0,42%
<i>Solenopsis</i> sp. 1	3	0,42%
<i>Neivamyrmex</i> sp.	2	0,28%
<i>Pheidole</i> sp. 3	1	0,14%
<i>Pheidole</i> sp. 4	1	0,14%
<i>Solenopsis</i> sp. 2	1	0,14%
<i>Sphinctomyrmex</i> sp.	1	0,14%
<b>Total</b>	<b>714</b>	<b>100%</b>

#### 4. DISCUSSÃO

Durante todo o desenvolvimento do experimento foram coletados representantes do grupo Formicidae principalmente no período I de coloração com pico de ocorrência no 2º e 3º dias. Foram resultados semelhantes aos encontrados por Dias e colaboradores [9] em seu experimento realizado em Mata Atlântica, onde as formigas estiveram presentes principalmente durante os três primeiros dias. Os dados também se apresentaram similares aos encontrados por Fonseca e colaboradores [6] em experimento na região de cerrado no Brasil. Porém, as informações sobre a formicifauna encontrada em carcaça suína em Bento Gonçalves contrastam com o que foi encontrado por Maschio e colaboradores [14], em experimento realizado em área de constituição vegetal semelhante no Rio Grande do Sul (entre os dias 12 e 28 de novembro de 2014), onde o maior número de indivíduos foi coletado no período coliquativo (9º a 13º dia).

Cabe ressaltar que a comunidade de formigas que coloniza a carcaça pode se modificar de acordo com as estações do ano [6,13]. Além disso, as condições climáticas também devem ser consideradas e durante o período do experimento a pluviosidade foi de 250mm, quase o dobro do esperado para o mês (Figura 1). Esse fato pode ter influenciado na percepção e dispersão de odores e consequentemente na ocorrência dos táxons.

A espécie *Cephalotes clypeatus* Fabricius, 1804 indicada como de importância forense em diferentes trabalhos conduzidos em ambientes de mata e cerrado, não foi registrada [5,6,24]. Além disso, o gênero *Atta* [6,25,26] que também já foi registrado em carcaças de suínos em outras pesquisas, não teve ocorrência no presente estudo.

Os táxons *Camponotus* e *Solenopsis* registrados no presente estudo também foram encontrados em pesquisas desenvolvidas por Ramos-Pastrana e

colaboradores [27], que informaram a interferência das formigas na análise de outros insetos de importância forense.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível constatar a atividade de Formicidae durante todo o decorrer do estudo. A espécie *Wasmannia auropunctata* foi a que apresentou o maior número de espécimes coletados. A espécie esteve presente em todos os estágios de decomposição, apenas não foi coletada no 14º e 19º dias. Dessa forma, o táxon pode representar um potencial indicador para estudos forenses colaborando em futuras avaliações na região de Bento Gonçalves - RS. Contudo, são fundamentais novas pesquisas sobre a ecologia da espécie na colonização de carcaças bem como a sua interação com outros grupos de artrópodes necrófagos. Também é importante ressaltar que existe uma demanda pela realização de novos estudos de levantamento da formicifauna em carcaças de outros vertebrados, em condições variadas (parcialmente carbonizadas, recobertas por roupas e outros materiais ou enterradas), bem como em diferentes estações do ano.

## AGRADECIMENTO

Ao Prof. Dr. Felipe Gonzatti, curador do Herbário do Museu de Ciências Naturais da Universidade de Caxias do Sul (HUCS), pelo auxílio na caracterização botânica da área de estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] T. Maschio, W.S. Azevedo Filho, M.M.C. Queiroz. Entomologia Forense no Rio Grande do Sul. In: G. Agostini, R.T.S. Ribeiro. (Org.). *Ciências Forenses: ao alcance de todos*. São Paulo: PerSe, Brasil, 264-294, 2015.
- [2] M.F.C. Caneparo, R.C. Corrêa, K.M. Mise, L.M. Almeida. Entomologia médico-criminal. *Estud. Biol.* **34**, 215-223, 2012.
- [3] J.D. Cruz, C.C. Silva, J.R. Raposo-Filho. Diptero fauna associada a cadáver de porco doméstico *Sus scrofa domesticus* (Linnaeus, 1758) na cidade de Itabaianinha, estado de Sergipe. *Cad. Grad. - Ciências Biol. e da Saúde UNIT*, **2**, 155-173, 2014.
- [4] M. Benecke. A brief history of forensic entomology. *Forensic Sci. Int.* **120**, 2-14, 2001.
- [5] T. Blanc-Celino. Atividades de formigas e suas implicações forenses em um ecossistema dinâmico - o corpo em decomposição. *Dissertação (Mestrado em Ciências - Biologia Animal)*, Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2014.
- [6] A.R. Fonseca, R.B.F. Campos, G. F. Silva. Formigas em carcaças de *Rattus norvegicus* (Berkenhout) em uma área de cerrado no Sudeste do Brasil: Riqueza e Abundância. *EntomoBrasilis*, **8**, 74-78, 2015.
- [7] G. Gomes, I.C. Desuó, J.J. Morlin-Júnior, A.S.N. Murakami, L. Gomes. Insetos, entomologia e ciências forenses. In: *Entomologia forense: novas tendências e tecnologias nas ciências criminais*. Rio de Janeiro: Technical Books, Brasil, 17-86, 2010.
- [8] L. Gomes, G. Gomes, H.G. Oliveira, J.J.J. Morlin, I.C. Desuó, M.M.C. Queiroz, E. Giannotti, C.J. Von Zuben. Occurrence of Hymenoptera on *Sus scrofa* carcasses during summer and winter seasons in southeastern Brazil. *Rev. Bras. Entomol.* **51**, 394-396, 2007.
- [9] J.O. Dias, S.S. Suguituru, L. Gomes, M.S.C. Morini. Ocorrência de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em carcaça animal. *Biológico* **69**, 459-460, 2007.
- [10] R.E. Brown, R.I. Hawkes, M.A. Parker, J.H. Byrd. Entomological alteration of bloodstain evidence. In: J.H. Byrd, J.L. Castner (Eds.). *Forensic entomology*. Washington: CRC Press, 353-378, 2000.
- [11] J. Oliveira-Costa. *Entomologia Forense - quando os insetos são vestígios*. Campinas: Millennium editora, Brasil, 2003.
- [12] M.D. Martínez, M.I. Arnaldos, M.D. García. Datos sobre la fauna de hormigas asociada a cadáveres (Hymenoptera: Formicidae). *Bol. Asoc. Esp. Entomol.* **21**, 281-283, 1997.
- [13] J.O. Dias, M.S.C. Morini. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) visitantes de carcaça animal. *XI Congresso de Iniciação Científica*, Mogi das Cruzes, SP. 2008. Disponível em: <[http://www.umc.br/\\_img/\\_diversos/pesquisa/pibic\\_pvic/XI\\_congresso/projetos/formigas\\_visitantes\\_carcaca.pdf](http://www.umc.br/_img/_diversos/pesquisa/pibic_pvic/XI_congresso/projetos/formigas_visitantes_carcaca.pdf)>. Acesso em: 14 de abril de 2018.
- [14] T. Maschio, D.R.L. Mondoloni, A. Nondillo, W.S. Azevedo Filho. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) de importância forense no Rio Grande do Sul - Brasil. In: G. Agostini, W.S. Azevedo Filho, R.T.S. Ribeiro (Org.) *Ciências Forenses ao alcance de todos*. v. 3. São Paulo: PerSe, Brasil, 213-236, 2017.
- [15] G.C. Both. Zoneamento do fitoclima e distribuição das formações florestais no Rio Grande do Sul, Brasil. *Dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento)*, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2009.
- [16] W. Köppen. *Das Geographische system der klimatologie*. Berlin: Gerbrüder Bornträger, 1936.
- [17] Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Normais climatológicas (1961-1990)*. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Brasília, DF, 1992.
- [18] P.F. Leite, R.M. Klein. *Vegetação*. In: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Geografia do Brasil: Região Sul. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, Brasil, 113-150, 1990.
- [19] M.B. Teixeira, A.B. Coura Neto, U. Pastore, A.L.R. Rangel Filho. *Vegetação*. In: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Levantamento dos Recursos Naturais. v. 33. Rio de Janeiro: IBGE, Brasil, 541-632, 1986.
- [20] Conama. *Conselho Nacional do Meio Ambiente*. Resolução nº 423, de 12 de abril de 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=628>>. Acesso em: 14 de maio de 2018.
- [21] B. Bolton. *Identfcaton Guide to the Ant Genera of the World*. Cambridge: Harvard University Press, USA, 1994.

- [22] B. Bolton. Synopsis and classification of Formicidae. *Mem. Am. Entomol. Inst.* **71**, 1-370, 2003.
- [23] Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Dados meteorológicos*. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/dados-meteorologicos/bento-goncalves>>. Acesso em: 14 de setembro de 2018.
- [24] T.C. Moretti, O.B. Ribeiro. *Cephalotes clypeatus* Fabricius (Hymenoptera: Formicidae): hábitos de nidificação e ocorrência em carcaça animal. *Neotrop. Entomol.* **35**, 412-415, 2006.
- [25] T.M. Cruz, S.D. Vasconcelos. Entomofauna de solo associada à decomposição de carcaça de suíno em um fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco, Brasil. *Biociências* **14**, 193-201, 2006.
- [26] A.C.R. Ries. Sucessão da entomofauna associada a carcaças de *Sus scrofa* L. no Sul do Brasil. *Dissertação de Mestrado*. PPG/Zoologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- [27] Y. Ramos-Pastrana, Y. Virgüez-Díaz, M. Wolff. Insects of forensic importance associated to cadaveric decomposition in a rural area of the Andean Amazon, Caquetá, Colombia. *Acta Amaz.* **48**, 126-136, 2018.