

UFRRJ
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIOLOGIA ANIMAL

DISSERTAÇÃO

**Atividade de formigas e suas implicações forenses
em um ecossistema dinâmico – o corpo em
decomposição.**

Thiago Blanc Celino

2014



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

ATIVIDADE DE FORMIGAS E SUAS IMPLICAÇÕES FORENSES
EM UM ECOSISTEMA DINÂMICO – O CORPO EM
DECOMPOSIÇÃO

THIAGO BLANC CELINO

Sob a Orientação do Professor
Antonio José Mahyé Nunes

e Co-orientação da Professora
Janyra Oliveira Costa

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal.

Seropédica, RJ
Março de 2014

595.796

C392a

T

Celino, Thiago Blanc, 1986-

Atividade de formigas e suas implicações forenses em um ecossistema dinâmico - o corpo em decomposição / Thiago Blanc Celino - 2014.

75 f. : il.

Orientador: Antonio José Mahyé Nunes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal.

Bibliografia: f. 55-64.


1. Formiga - Teses. 2. Entomologia - Teses. 3. Hymenoptera - Teses. 4. Ferimentos e lesões - Teses. I. Nunes, Antonio José Mahyé, 1959-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

THIAGO BLANC CELINO

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Biologia Animal**, no Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal.

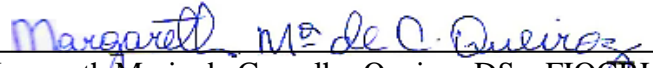
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 27/03/2014



Antonio José Mayhé Nunes DSc. UFRRJ
(Orientador)



Alexandre Ururhay-Rodrigues DSc. UCB



Margareth Maria de Carvalho Queiroz DSc. FIOCRUZ

AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre ter me concedido o dom da vida e por me guiar no meu caminho, a saúde e inteligência a mim concedidas para concluir este trabalho e pelo seu amor incondicional.

À minha mãe Áurea Blanc Celino e meu pai Antônio Geraldo Celino que sempre me conduziram nesse período.

Ao meu orientador Professor Dr. Antonio José Mayhé Nunes, por ter me aceitado, auxiliado no tema proposto, me aconselhando nos momentos de dúvida, amizade, na dedicação, na orientação, recomendando a direção que devo seguir e apoio na conclusão deste trabalho.

À minha co-orientadora Professora Dr. Janyra Oliveira da Costa, por ter me ajudado no tema proposto, pelas horas de dedicação, carinho, amizade, orientação, conselhos e apoio na conclusão deste trabalho.

Aos Peritos do Amazonas e a Luciana Loriato (Perita do Instituto Médico Legal Afrânio Peixoto) por terem cedido dados para a realização destas análises.

Ao perito cirurgião-dentista Marcos Salles Machado por ter me ajudado nos experimentos e na realização desta análise.

A direção do IMLAP da Secretaria de Segurança Pública do Estado do Rio de Janeiro.

O coordenador Professor Dr. Francisco Gerson Araújo do Programa de Pós-graduação em Biologia Animal da Universidade Federal Rural Rio de Janeiro por tirar minhas dúvidas e me ajudar.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa e por ter auxiliado na conclusão deste trabalho.

Ao meu amigo Prof. Dr. Alexandre Ururahy Rodrigues pela amizade, pelas críticas para o aperfeiçoamento deste trabalho.

À minha amiga Prof. Dr^a Margareth Maria de Carvalho Queiroz, pela amizade, pelas críticas, pelas dicas e pelo aperfeiçoamento deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas da pós-graduação: Luís Gomes, Edicarlos Pralon Silva, Vinícius Miranda, Isabela Schwan, Maíra Sant'Ana, Marcia Souza, Juliana Almeida, Nathália das Neves, Enely Maris, Daiane Ouverney, Adriana Ventura, Tayannara Franco e Sérgio Pereira.

À Família Forense: aos meus amigos do Laboratório de Ciências Forense da Universidade Castelo Branco pela amizade, dedicação, momentos e auxílio nas coletas: André Victor, Bianca Tiburcio, Camila Machado, Priscila da Fontoura, Bruna Carvalho, Rodrigo Gonçalves, Thamiris Dias, Alessandra Matias, Victor Teixeira, Jordy de Aguiar, Devyd Silva, Juliana Torres, Fernando Oliveira, Julia Caracoci, Andressa Corêa, Elisa Macedo, Dayenne Dutton, Edmar e Vivi Barja. E aos meus amigos Instituto de Criminalística Carlos Éboli (ICCE) Márcio Venâncio, Bruno Bonavitta e Erick Arruda

Aos meus amigos Guaraci dos Santos Dias, Daniely Oliveira Santana, Fabiano Paschoal, Simone Xavier dos Santos, Altiamara Emília, Diego Rosa, Juliana Moreira, Monique Deschanel, Carlos Eduardo, Carla Evangelista, Alexandre Chaves, Edilaine Morais, Bruno Viana, Alexandre Rafael, Vitor de Souza, Renato de Almeida Pereira, Carlos Cardoso, Rafinha Torres, Elvira Sarmiento e aos outros amigos, assim como eles que sempre me incentivaram e torceram pela minha vitória, meu muito obrigado.

À Lorena Batista Sarmiento pela amizade e por ter me auxiliado na confecção das partes textuais desta dissertação.

Aos professores da Pós-Graduação da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela dedicação, pelo conhecimento adquirido e amizade.

Aos militares de Escola de Instrução Especializada do Exército (EsIE) em especial ao Capitão Júlio César de Oliveira, Cap. Bruno de Andrade, Sargento Marcelo Augusto, Sgt. Clédison Lopes pela amizade, contribuição na logística e utilização do local para experimento desta pesquisa.

À minha namorada Andressa Fonseca pelo carinho e compreensão.

Ao Luciano Martins "in memoriam" por ter me incentivado na decisão de fazer o mestrado.

À secretária do PPGBA Agra Mendonça por tirar minhas dúvidas e me incentivar.

E Tiago Ribeiro Marinho por me auxiliar na confecção das partes textuais desta dissertação.

E as formigas por terem servido de objeto de estudos.

RESUMO

BLANC-CELINO, Thiago. **Atividade de formigas e suas implicações forenses em um ecossistema dinâmico – o corpo em decomposição**. 2014. 64p. Dissertação (Mestrado em Ciências – Biologia Animal). Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

Este trabalho foi realizado em cadáveres humanos e em carcaças animais, com o objetivo de descrever as lesões e avaliar a evolução desses artefatos durante o desenvolvimento do processo de decomposição. Os cadáveres humanos foram examinados na cena do crime e no necrotério. Dois tipos de carcaças foram avaliadas: encontradas acidentalmente e intencionalmente expostas à atividade de formigas. A coleta de dados relativa aos corpos durou um ano, no Rio de Janeiro e no Amazonas e a relativa às carcaças foi realizada em julho, por dois anos seguidos, no Rio de Janeiro. Os espécimes foram coletados com pinças e transportados ao laboratório fixados em etanol 70%. Foram utilizados três porcos domésticos - *Sus scrofa*, mortos no local, através de disparo de projétil de arma de fogo e expostos em áreas com formigueiros dentro de uma armadilha tipo Shannon modificada, a distância de 50 metros uma das outras. Quatro armadilhas de solo foram dispostas entorno das armadilha Shannon. Fotografias foram confeccionadas e apenas um ou dois exemplares que causaram os artefatos foram coletados, relacionando-os com as lesões. Os exemplares foram conduzidos para o Laboratório de Mirmecologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro para identificação taxonômica. Durante a pesquisa, foram analisados oito casos de cadáveres humanos, nos quais foram observados: a) Subfamília Myrmicinae, Tribo Solenopsidini, gênero *Solenopsis* spp; b) *Camponotus* sp.1; c) *Camponotus* sp.2; d) *Camponotus rufipes*; e) *Pheidole* sp. 1; f) *Ectatomma* sp.1; g) *Cephalotes atratus*; h) *Crematogaster* sp.1; i) formigas pequenas não identificadas. Porém, apenas o primeiro táxon foi encontrado associado aos cadáveres do IML. Associados às carcaças animais foram encontrados: a) *Solenopsis* sp.1; b) *Pheidole* sp.1; c) *Brachymyrmex* sp.1; d) *Wasmannia* sp.1; e) *Ectatomma lugens*; sendo esta última associada à carcaça animal encontrada acidentalmente. Dentre todas as espécies coletadas, *Ectatomma* sp.1, *Brachymyrmex* sp.1 e *Wasmannia* sp.1 não foram observadas causando artefatos. As lesões encontradas podem ser descritas como serpentiformes, pontuadas, apresentando coloração que variava do amarelo até o marrom escuro. Elas apresentavam remoção de pele superficial como arranhões que, em alguns casos, evoluíram até a remoção dos tecidos subjacentes. Em alguns casos, o destacamento da epiderme formou um amontoado de pele similar àqueles observados em cadáveres em estágio de decomposição mais avançados. As mandíbulas das formigas produziram lesões nos vasos superficiais causando sangramento pós-morte. Também foram observadas lesões químicas similares a lesões *intra vitam* produzidas por queimadura de ácido e/ou cigarro. Nas lesões provocadas por *Solenopsis* sp. foi possível traçar as trilhas de forrageamento evidenciadas pelo ácido fórmico, bem como pelo acúmulo de sujeira, indicando a tentativa das formigas fecharem estas lesões pós-morte. Foi verificado que as formigas podem levar a esqueletização de carcaças de pequeno porte. As carcaças de porco doméstico apresentaram artefatos similares àqueles encontrados em corpos humanos, pelo menos até alcançarem o início do estágio de deterioração inicial, quando a atividade dos dípteros dificultou sua observação.

Palavras-chave: Entomologia Forense, Hymenoptera, Formicidae, Lesões pós-morte.

ABSTRACT

BLANC-CELINO, Thiago. **Activity of ants and its implications forensic in a dynamic ecosystem - the decomposing corpses.** 2013. 64p. Dissertation (Master Science, Animal Biology) Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

This work was performed in human cadavers and animal carcasses, with the aim to describe the injuries and assess the evolution of these artifacts during development of the decomposition process. The cadavers were examined at the scene and at the morgue. Two types of substrates were found: found accidentally and intentionally exposed to the activity of ants. Data collection for the bodies lasted a year, in Rio de Janeiro and Amazonas. Data collection for carcasses was held in July, followed by two years in an army barracks, in Rio de Janeiro. The specimens were collected with tweezers and transported to the laboratory immersed in 70% ethanol. We used three domestic pig - *Sus scrofa*, dead at the scene by shooting projectile firearm and exposed areas with nests inside a modified Shannon trap, a distance of 50 meters from each other. Four pitfalls were arranged around the traps. Photographs were made and only one or two specimens that caused artifacts were collected, relating them with injuries. The specimens were conducted for Myrmecology Laboratory of the Federal Rural University of Rio de Janeiro for identification. During the research, we analyzed eight cases of human cadavers, in which were collected: a) Myrmicinae subfamily, tribe Solenopsidini possibly genus *Solenopsis* spp b) *Camponotus* sp.1 c) *Camponotus* sp.2 d) *Camponotus rufipes*; e) *Pheidole* sp. 1 f) *Ectatomma* sp.1 g) *Cephalotes atratus* h) *Crematogaster* sp.1 i) small ants unidentified. However, only the first taxon was found associated with the corpses of the IML. Associated with animal carcasses were found: a) *Solenopsis* sp.1 b) *Pheidole* sp.1 c) *Brachymyrmex* sp.1 d) *Wasmannia* sp.1 e) *Ectatomma lugens*. The latter being associated with animal carcass found accidentally. Among the collected species, *Ectatomma* sp.1 *Brachymyrmex* sp.1 and *Wasmannia* sp.1 causing artifacts were not observed. The lesions encountered can be described as serpentine punctuated by presenting color ranging from yellow to dark brown. They had removing skin surface such as scratches, in some cases, removal of the evolved to underlying tissues. In some cases, the detachment of the epidermis formed a clump of skin similar to those observed in cadavers in more advanced stage of decomposition. The jaws of the ants produce lesions in the superficial vessels causing bleeding postmortem. We also observed similar chemical injuries to injuries *intra vitam* produced by burning acid and / or smoking. Lesions caused by *Solenopsis* sp. was possible to trace the tracks of foraging evidenced by formic acid, as well as the accumulation of dirt, indicating the attempt of ants close these post-mortem lesions. It was found that ants can lead to skeletonization of small carcasses. The domestic pig carcasses showed artifacts similar to those found in bodies, at least until they reach the beginning of the initial stage of deterioration, when the activity of the flies hampered his observation.

Key words: Forensic Entomology, Hymenoptera, Formicidae, Postmortem injured.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Lista dos táxons relacionados com os numero de casos nos cadáveres humanos do Amazonas e do Rio de Janeiro	12
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Escola de Instrução Especializada (Azul) e a área utilizada (Amarelo).	8
Figura 2. Área onde os porcos foram colocados (A, B e C, respectivamente).	9
Figura 3. Porco (<i>Sus scrofa</i>)	9
Figura 4. Armadilha do tipo Shannon modificada.	10
Figura 5. Coleta de formigas através de pincéis em microtubo	11
Figura 6. (A) lesões na região umbilical; (B) lesões químicas agressivas; (C) Área de forte perda tecidual; (D) formigas causando queimadura e vários de tipos lesões; (E) lesões químicas amareladas.	14
Figura 7. Formigas de fogo (Myrmicinae: Solenopsidini) no ombro	15
Figura 8. Lesões de formigas próximas ao ferimento causado por arma de fogo.	16
Figura 9. Trilhas por onde as formigas chegaram no cadáver.	17
Figura 10. Formigas na perna do banco e lesões na arroxeadada testa.	18
Figura 11. A bermuda jeans servindo de ponte para as formigas.	19
Figura 12. Lesões na região umbilical	19
Figura 13. (A) Lesão causada por carnívoro e formigas se alimentando; (B) operárias causando lesões próximas ao ferimento; (C) operária forrageando no antebraço; (D) possível trilha causada pelo trânsito de formigas.	20
Figura 14. (A) Formigas se alimentando da área exposta; (B) operária de <i>Camponotus</i> sp.1 alimentando-se das vísceras; (C) e (D) operárias próximas às lesões; (E) presença de formigas no pescoço; (F) formigas na cavidade auricular.	23
Figura 15. (A) lesões próximas a lateral do joelho; (B) circulação póstuma; (C) destacamento da epiderme, <i>Camponotus</i> sp.2 e operárias de Solenopsidini; (D) operárias causando lesões; (E) e (F) lesões no pé e no calcanhar, respectivamente.	24
Figura 16. (A) Lesões sequenciais avermelhadas e presença de Isopoda (lesão secundária); (B) Lesão causada por Gastropoda (C) tipos de lesões; (D) lesão em anel (retirada de tecido); (E) e (F) lesão causada por Gastropoda; (G) formigas subindo pelo calcanhar (observar postura de Diptera nas lesões provocadas por formigas).	24
Figura 17. (A) lesões em anel ou em C; (B) lesões serpentiformes; (C) lesões avermelhadas.	25

Figura 18. Produção de artefatos por operárias Solenopsidini.	25
Figura 19. Homem executado com requintes de tortura.	26
Figura 20. Marcas do projétil.	27
Figura 21. Lacres de plástico.	27
Figura 22. (A) e (B) Presença de <i>Camponotus rufipes</i> na vegetação e no cadáver; (C) Operárias de <i>Pheidole</i> sp. alimentando-se do mamilo.	28
Figura 23. Presença de <i>Camponotus rufipes</i> alimentando-se da cavidade bucal.	29
Figura 24. Lesões nas mãos causadas por formigas, possivelmente, <i>Camponotus rufipes</i> .	30
Figura 25. <i>Camponotus rufipes</i> alimentando-se de sangue	30
Figura 26. Cadáver de um homem que foi esfaqueado.	31
Figura 27. Ferimentos provocados por instrumento perfuro-cortante e a presença de uma operária de <i>Ectatomma</i> sp. e um díptero.	32
Figura 28. Cadáver de um homem jovem.	33
Figura 29. Local	33
Figura 30. <i>Cephalotes atratus</i> alimentando-se do sangue, tanto da testa quando no muro.	34
Figura 31. <i>Cephalotes atratus</i> alimentando-se do sangue no abdome.	34
Figura 32. <i>Cephalotes atratus</i> nos pés e um grupo alimentando-se do sangue.	35
Figura 33. Operárias de <i>Crematogaster</i> sp. alimentando-se da lesão <i>ante mortem</i> do punho.	35
Figura 34. Formigas associadas a lesões pós-morte, possivelmente, <i>Solenopsis</i> sp.	37
Figura 35. Lesões em detalhe.	37
Figura 36. Formiga associada às lesões pós-morte, possivelmente, <i>Solenopsis</i> (<i>saevissima</i>) sp.	38
Figura 37. Lesões de borda de roupa.	39
Figura 38. Lesões pós-morte no braço.	40
Figura 39. Lesões nos dedos (falanges).	40

Figura 40. Lesão serpentiforme.	41
Figura 41. Lesões na perna.	41
Figura 42. Carcaça de Sanhaço atacado por <i>Ectatomma lugens</i> .	42

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS	2
1.1.1 GERAL	2
1.1.2 ESPECÍFICOS	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	6
3.1 Análise de Artefatos em Cadáveres Humanos	6
3.2 Análise de Artefatos em Carcaças Animais	6
4. RESULTADOS	13
4.1 Cadáveres Humanos - Estudo de Casos	13
4.1.1 Cadáveres examinados no local do crime	13
4.1.2 Cadáveres examinados no Instituto Médico Legal	36
4.2 Carcaças Animais	42
4.2.1 Ave no Amazonas	42
4.2.2 Formigas no modelo animal	43
5. DISCUSSÃO	47
6.CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1 INTRODUÇÃO

Em uma investigação forense, é necessário fazer justiça e, para isso, é preciso juntar argumentos e provas aos autos de forma que os juristas possam formar sua convicção. As descobertas que são feitas estabelecem a direção da investigação podendo apontar ou eliminar suspeitos. Em razão disso, o Código de Processo Penal determina que seja realizado o exame do corpo de delito. No sistema jurídico brasileiro, cabe ao Perito analisar evidências e vestígios formando o corpo de delito. No fórum criminal, esses vestígios englobam desde o cadáver e a arma do crime até os insetos que frequentam o ambiente cadavérico.

Quanto à importância forense dos insetos, Formicidae é uma das mais representativas Ordens cujos indivíduos apresentam importantes relações ecológicas no ecossistema cadavérico, juntamente com representantes das Ordens Diptera e Coleoptera. Seus espécimes podem ser onívoros, acidentais, necrófagos e/ou predadores. Quando presente, este grupo pode acelerar ou retardar o processo de decomposição, pois apresenta influência direta sobre a entomofauna cadavérica e, conseqüentemente, sobre a estimativa do intervalo pós-morte (IPM).

No cenário do crime, as formigas também são capazes de causar interferências, alterando as características do local e do cadáver, induzindo o perito a erro de análise. A principal interferência é que as formigas podem causar lesões pós-morte na vítima, sendo responsáveis pela produção de artefatos e uma variedade de feridas que podem confundidas com lesões *ante morte* (PATEL, 1994; BYARD, 2005; CAMPOBASSO *et al.*, 2009). Outro tipo de interferência das formigas tem relação com a sua movimentação no local que pode espalhar as manchas de sangue induzindo a erros de análise do padrão dessas manchas (BROWN *et al.*, 2000). Assim, é necessário que a atividade desses insetos no ambiente cadavérico seja detalhadamente analisada, visando evitar confusões na interpretação dos vestígios materiais ligados ao delito. A análise das interferências causadas por esses insetos já foi relativamente realizada para espécies de ocorrência em regiões temperadas. Porém, nada sabemos, ainda, sobre as espécies de formigas de interesse forense para o Brasil. Sendo assim, o presente estudo pretende identificar o padrão dos artefatos deixados pela mirmecofauna no ambiente cadavérico a fim de permitir aos peritos forenses sua distinção. Conseqüentemente é imprescindível que esses artefatos possam ser catalogados, morfológicamente descritos a fim de

compilar informações para um banco de dados que possa ser consultado por profissionais na confecção de seus laudos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Geral: Descrever as lesões dos táxons e avaliar a evolução desses artefatos durante o desenvolvimento do processo de decomposição de cadáveres humanos e dos outros animais.

1.1.2 Específicos:

- Inventariar os táxons associados com os cadáveres;
- Verificar os artefatos produzidos pelas formigas em cadáveres tanto humanos quanto carcaças animais;
- Verificar se há padrão nas lesões e artefatos produzidos pelas formigas;
- Avaliar como as lesões pós-morte evoluem com o desenvolvimento da decomposição cadavérica;
- Comparar com a literatura as lesões e artefatos encontrados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Animais podem ser encontrados em cenas de homicídios ou estarem associados a outros tipos de crime (BENECKE & BARKSDALE, 2003; ZEHNER *et al.*, 2004; BYRD & CASTNER, 2009; LINACRE, 2009; OLIVEIRA-COSTA & BLANC-CELINO, 2011). Contudo, apesar das inúmeras possibilidades da aplicação da Zoologia na resolução de litígios, a atuação de animais na cena da morte também pode gerar falsos indícios que podem dificultar a análise dos vestígios que tenham de fato relação com o crime que se investiga (BYARD *et al.*, 2002).

As atividades de grande variedade de animais vertebrados e invertebrados em cenas de crime podem provocar alterações nos cadáveres que variam desde lesões superficiais até evisceração (HAGLUND, 1992; MENOTTI-RAYMOND & O'BRIEN, 1995; KOMAR & BEATTIE, 1998; TSOKOS & SCHULZ., 1999; PADAR *et al.*, 2002; PFEIFFER *et al.*, 2004; ASAMURA *et al.*, 2004; ZEHNER *et al.*, 2004; BYARD, 2005; SCHULZ *et al.*, 2006; GARAMENDI *et al.*, 2008; URURAHY-RODRIGUES *et al.*, 2008). Esse tipo de lesão é denominado “artefato” porque constitui em um falso indício que pode mascarar vestígios verdadeiros (BYARD *et al.*, 2002). Desta forma, esses artefatos podem induzir a erros na elaboração de um laudo ou mascarar dados impossibilitando a realização de alguns exames e análises como, por exemplo, identidade da vítima e causa *mortis* (KNIGHT, 1991; PATEL, 1994; ROSSI *et al.*, 1994; ROPOHL *et al.*, 1995; ROTHSCHILD & SCHNEIDER, 1997; ASAMURA *et al.*, 2004). Lesões *antemortem* também podem atrair animais e sua atividade nesses locais pode alterar a lesão original, dificultando a identificação do tipo de instrumento que as perpetrou (BYARD *et al.*, 2002).

Através de informações sobre a biologia e comportamento do animal, é possível relacioná-lo à lesão encontrada ou ao deslocamento do corpo (BYRD & CASTNER, 2009). Conseqüentemente, de acordo com Blanc-Celino *et al.* (2013), para entender a

natureza de uma lesão em um exame pericial, não basta estar munido de técnicas, práticas e conhecimentos periciais, sendo necessário conhecer o agente zoológico.

Dentre os animais que estão associados ao ambiente cadavérico, podemos destacar a grande frequência e abundância dos insetos, cuja identificação taxonômica e análise de suas interações ecológicas e de sua biologia permitem aplicações a investigações judiciais sendo denominada “Entomologia Forense” (OLIVEIRA-COSTA, 2011). Porém, suas atividades junto ao cadáver podem causar artefatos que variam desde lesões superficiais em tecidos moles, até ferimentos capazes de atingir órgãos internos ou até desmembrar as extremidades do esqueleto (HASKELL *et al.* (1997). Fato que foi ressaltado por Ururahy-Rodrigues *et al.* (2008) que aconselharam aos Peritos que considerassem alterações no local do crime a fim de realizar uma análise correta da cena, pois os coleópteros podem promover a inumação ou exumação do cadáver, facilitando o consumo do corpo por outros organismos como, por exemplo, as moscas. Larvas de moscas, geralmente, são responsáveis pela deterioração dos tecidos moles, consumindo-os, podendo em sua atividade provocar lesões pós-morte e remover de cicatrizes cirúrgicas ou tatuagens, dificultando a identificação da vítima, além de consumir órgãos internos, atrapalhando a determinação da *causa mortis* (BYRD & CASTNER, 2009).

Os himenópteros foram classificados como a terceira maior Ordem em interesse forense (SOUZA *et al.*, 2006), cuja relevância foi destacada por inúmeras pesquisas (BRAACK, 1987; HEGAZI *et al.*, 1991; SHEAN *et al.*, 1993; RICHARDS & GOFF, 1997; BATTAN-HORENSTEIN *et al.*, 2005; ARNALDOS *et al.*, 2005; CRUZ & VASCONCELOS, 2006; ALMEIDA *et al.*, 2010). De acordo com Leclercq & Verstraeten (1993), os indivíduos dessa Ordem apresentam mais o hábito necrófilo do que necrófago, sendo possível ressaltar o comportamento parasitoide de alguns grupos e o comportamento predador de outros grupos, cuja ação é capaz de interferir diretamente na fauna necrófaga alterando as estimativas de intervalo pós-morte (PAYNE & MASON, 1971; EARLY & GOFF, 1986; MARTÍNEZ *et al.*, 1997).

Dentre os himenópteros coletados em pesquisas de cunho forense, as formigas prevalecem (CRUZ & VASCONCELOS, 2006; MORETTI *et al.* 2008; BATTAN-HORENSTEIN *et al.*, 2005; ARNALDOS *et al.*, 2005) estando associadas aos cadáveres em todos os estágios de decomposição (BORNEMISSZA, 1957; VANLAERHOVEN & ANDERSON, 1999; AMENDT *et al.*, 2010). De acordo com

Martínez *et al.* (1997), as formigas têm uma representação importante em parte do componente necrófago-predador da comunidade cadavérica, podendo, além de se alimentar da carcaça (tecidos, exudatos e couro), preda ovos, larvas, pupas e artrópodes adultos.

De acordo com Early & Goff (1986), Smith (1986), Wells & Greenberg (1994) e Moretti (2006), as formigas predadoras podem diminuir a abundância de insetos necrófagos colonizadores da carcaça, devido à sua voracidade, retardando o processo de decomposição e dificultando as estimativas de IPM. Contudo, de acordo com Blanc-Celino & Oliveira-Costa (2012), seus espécimes podem utilizar a carcaça/cadáver como abrigo, nidificando no solo sob o corpo. Devido a esse hábito de nidificação, Goff & Win (1997) estimaram o IPM de restos humanos baseados no tempo necessário para se estabelecer uma colônia da formiga *Anoplolepis longipes* (Smith, 1857) (= *Anoplolepis gracipelis*), produzindo formas aladas reprodutivas.

Alguns autores afirmaram que as carcaças em decomposição podem servir como fonte adicional de proteínas para algumas espécies de formigas (ROUBIK, 1982; GOMES *et al.*, 1997; SILVEIRA *et al.*, 2005). Elas podem retirar fragmentos da carcaça, levando-os para o ninho e também podem utilizar os líquidos provenientes do corpo como alimento (HEO *et al.* 2009). Assim, quando atuam como necrófagas podem influenciar no processo de decomposição e na sucessão de outras espécies, e com sua atividade de alimentação, devido ao aparelho bucal mastigador, além de produzir artefatos no cadáver (lesões pós-morte) que podem ser confundidos com mutilações ou ferimentos anteriores à morte (PATEL, 1994). Essas feridas também podem servir de sítio para a postura de dípteros necrófagos (RIBEIRO *et al.*, 2009). Além disso, alguns grupos desenvolveram mecanismos de defesa e ataque, possuindo no final do abdome, o acidóporo e o ferrão que liberam substâncias químicas como ácido fórmico, alcaloides e hidrocarbonetos, além de alguns que também podem liberar ácido fórmico e outras substâncias pela mandíbula (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; FERNÁNDEZ, 2003), podendo provocar outros tipos de artefatos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Análise de Artefatos em Cadáveres Humanos

Este estudo foi conduzido durante um período de um ano (2011 a 2012). Devido à impossibilidade de pessoas não pertencentes ao quadro policial acompanharem os exames periciais de morte violenta, a coleta de dados mirmecológicos foi realizada através de fotografias e/ou coleta de espécimes realizada pelo perito responsável. Os dados foram coletados durante os procedimentos periciais de investigação de homicídio realizados pela equipe de Polícia Técnica-Científica do Instituto de Criminalística Carlos Éboli (ICCE) e do Instituto Médico-Legal Afrânio Peixoto (IMLAP) no município do Rio de Janeiro, bem como pela equipe do Instituto de Criminalística do Amazonas, tanto na cena da morte quanto no necrotério.

Os espécimes foram tratados de acordo com as técnicas de coleta e transporte descritas em OLIVEIRA-COSTA (2011). Os exemplares foram coletados através de pinças e pincéis, sendo transportados para o laboratório em recipientes, do tipo eppendorf®, em etanol a 70%.

Para as análises, as fotografias foram avaliadas e os exemplares coletados conduzidos para o Laboratório de Mirmecologia do Instituto de Biologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) onde foi realizada a identificação taxonômica. Algumas vezes, devido à qualidade das fotografias e falta de coletas dos espécimes, só foi possível a identificação em nível de tribo. Os táxons identificados foram listados em tabela (Tabela 1), incluindo sua identificação. Através das fotografias, os ferimentos foram analisados e descritos quanto a sua morfologia, localização e tipo.

3.2 Análise de Artefatos em Carcaças Animais

Este estudo foi conduzido em três etapas e teve como objetivo principal avaliar a evolução dos artefatos provocados pelas formigas durante o desenvolvimento do processo de decomposição cadavérica, bem como identificar as espécies frequentes nesse processo. Foi utilizada uma carcaça animal, como experimento piloto, em julho de 2012 e o experimento foi conduzido com três réplicas em julho de 2013. Além disso,

foram analisados artefatos em carcaça animal encontrada acidentalmente.

O experimento foi realizado na Escola de Instrução Especializada do Exército Brasileiro (EsIE) (Fig. 1 e Fig. 2) no bairro de Realengo, divisa com o Bairro de Magalhães Bastos, na Zona Oeste do Rio de Janeiro, mais precisamente na área dos paióis e de treinamentos do quartel. O quartel tem 325.000 m² de extensão e se encontra em uma área urbanizada, localizada próxima à Avenida Brasil e à Estrada da Água Branca (-22° 52' 16.65" S e -43° 25' 48.64" O). O bioma do Estado do Rio de Janeiro é de Mata Atlântica e o local onde foi realizada a pesquisa é caracterizado por apresentar uma área de vegetação arbóreo-arbustiva, característica de áreas urbanas e antropizadas (SMMA, 2011) de pequeno e médio porte, com diversas espécies de gramíneas, como o capim (Poaceae) e o capim-tiririca (*Cyperus rotundus* L.) (Cyperaceae), algumas plantas da família Fabaceae e plantas arbóreas como Jenipapo *Genipa americana* L. (Rubiaceae), além de uma pequena mata ciliar ao redor de um lago, distante cerca 50 m dos experimentos.

Como modelo animal, porcos domésticos - *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758) -, pesando cerca de 12 kg, foram mortos no local do experimento, através de disparo de projétil de arma de fogo (pistola 9 mm) na cabeça (Fig. 3). Esse animal é considerado o melhor modelo para análise entomológica em comparação ao ser humano (CATTS & GOFF 1992).

Inicialmente, foi realizado um experimento piloto visando testar e reação de formigas *Solenopsis* spp. e sua capacidade de produção de artefatos. Com essa finalidade foram coletadas operárias em um ninho localizado a cerca de 2,5 m da área onde a carcaça foi exposta. Para a coleta, foi utilizado um graveto, que foi colocado no formigueiro, fazendo com que dezenas de formigas subissem no instrumento. Imediatamente, o graveto foi encostado na carcaça possibilitando a passagem dos insetos para esse substrato a fim de observar seu comportamento. Nessa carcaça, as lesões foram observadas sem que as formigas ou quaisquer insetos fossem coletados a fim de avaliar o desenvolvimento dos artefatos.

Três modelos animais foram expostos, como réplicas, cujas carcaças foram utilizadas como substrato para captura dos espécimes associados aos ferimentos pós-morte observados. Foram utilizados três porcos, semelhantes entre si, com 12 kg cada, que foram expostos em áreas, eleitas devido à presença de formigueiros, preferencialmente, *Solenopsis* sp., conhecidas como "lava-pés" (TRAGER, 1991), dentre as espécies desse gênero podemos afirmar que *Solenopsis invicta* está entre as

formigas mais frequentemente associadas a cadáveres humanos e carcaças animais (WELLS & GREENBERG, 1994; BRYD & CASTNER, 2001). A região também apresentava outras espécies, dentre elas: *Atta* sp., *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863), *Pheidole* sp. e *Camponotus* sp..

Os porcos foram mortos com tiros de uma pistola 9 mm, com intervalo de cinco minutos entre o horário da eutanásia, a partir do primeiro animal denominado porco “A”. Os demais porcos foram denominados porco “B” e “C”.

As carcaças foram vestidas, simulando um local de homicídio, e permaneceram expostas até o final do processo de decomposição e ausência de formigas. As coletas foram diárias, realizadas no período da manhã.



Figura 01 - EsIE (Azul) e a área utilizada (Amarelo).

Fonte: © 2013DigitalGlobe e © 2013 Google



Figura 2 - Área onde os porcos foram colocados (A, B e C, respectivamente).



Figura 3 - Porco (*Sus scrofa*).

As carcaças foram dispostas em uma armadilha tipo Shannon modificada de acordo com metodologia de coleta descrita por MELONI *et al.* (2011), colocadas a uma distância de 50 metros uma das outras. A armadilha continha um recipiente no seu ápice tipo “pote coletor” e, em seu entorno, quatro armadilhas de solo tipo “pitfall” dispostas em formato circular (Fig. 4).



Figura 4 - Armadilha do tipo Shannon modificada.

Os exemplares que causaram os artefatos foram fotografados e apenas um ou dois exemplares foram coletados em frascos separados (Fig. 5), relacionando-os com as lesões a fim de permitir a identificação sem atrapalhar a atividade normal na carcaça. Também foi coletado o mesmo número dos insetos que não foram observados causando lesões e esses exemplares foram agrupados em um mesmo recipiente por coleta. As formigas associadas com a carcaça e com a lesão pós-morte foram coletadas através de pinças e pincéis e os exemplares transportados, em microtubos do tipo eppendorf® contendo etanol 70%, para o Laboratório de Entomologia Forense da Polícia Técnica e Científica do Rio de Janeiro. As lesões encontradas (artefatos pós-morte), além de fotografadas, foram descritas, sendo relacionadas de acordo com cada modelo e cada região da carcaça onde foi localizada. Também foram confeccionadas fotografias ilustrativas do desenvolvimento da decomposição da carcaça.



Figura 5 - Coleta de formigas através de pincéis em microtubo.

Acidentalmente, foi encontrada uma carcaça de um pássaro exposta no interior das dependências do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia. A carcaça foi recolhida, juntamente com os exemplares de formigas associados a ela, e conduzida ao

laboratório. O pássaro foi identificado pelo especialista Prof. Ildemar Ferreira. As lesões (artefatos) foram descritas e as formigas colocadas em microtubos do tipo eppendorf®, contendo etanol 70%, sendo transportadas para o Laboratório de Entomologia Forense da Polícia Técnica e Científica do Rio de Janeiro.

No laboratório, os espécimes foram triados e identificados, através das chaves de gênero do BOLTON (1994) e PALACIO & FERNÁNDEZ (2003). Quando não foi possível a identificação através de chaves específicas e revisões taxonômicas, os morfótipos foram montados em alfinetes entomológicos e conduzidos ao Laboratório de Mirmecologia da UFRJ, juntamente com os espécimes já identificados para terem a identificação confirmada pelo especialista (MAYHÉ-NUNES, A. J.).

Tabela 1 - Lista dos táxons relacionados com os números de casos em cadáveres humanos do Amazonas e do Rio de Janeiro.

Cadáveres Humanos			
UF	Local	Lista de casos	Táxons
Amazonas	Local de Crime	Caso 1: Tiro no peito	Solenopsidini
		Caso 2: Facada	Solenopsidini*
			<i>Camponotus</i> sp.1
			<i>Camponotus</i> sp.2
		Caso 3: Tortura e execução	<i>Camponotus rufipes</i>
			<i>Pheidole</i> sp.1
		Caso 4: Presença de <i>Ectatomma</i> sp.1 sem artefatos	<i>Ectatomma</i> sp.1
Caso 5 : Jovem morto sentado	<i>Cephalotes atratus</i>		
	<i>Crematogaster</i> sp.1		
Rio de Janeiro	IML	Caso 1	Solenopsidini*
		Caso 2	<i>Solenopsis</i> gr. <i>saevissima</i>
		Caso 3	ausente**

*Possivelmente gênero *Solenopsis* spp.

**Não foi observado formigas nas lesões

4 RESULTADOS

4.1 Cadáveres Humanos - Estudo de Casos

Um total de oito cadáveres foi examinado, sendo cinco no local do crime e três durante os procedimentos de autópsias. Detalhes são apresentados abaixo:

4.1.1 Local de crime

Casos 1 - Tiro no peito

Um homem adulto (Fig. 6), medindo cerca de 1,70 m e pesando cerca de 80 Kg, com aproximadamente 40 anos, foi encontrado morto no quarto de sua residência, na posição de decúbito dorsal. A morte foi perpetrada por projétil de arma de fogo, disparado contra o seu peito, próximo ao mamilo esquerdo, à longa distância. A perfuração transfixou o corpo e, no ferimento de saída, havia extravasamento de sangue que formou uma poça sob o cadáver.



Figura 6 - (A) lesões na região umbilical; (B) lesões químicas agressivas; (C) Área de forte perda tecidual; (D) formigas causando queimadura e vários de tipos lesões; (E) lesões químicas amareladas.

As formigas associadas (Fig. 7) aos artefatos foram identificadas como pertencentes à Subfamília Myrmicinae, Tribo Solenopsidini, que apresenta alguns gêneros e espécies que são conhecidas como formigas de fogo e estão entre as principais formigas causadoras de lesões pós-morte em cadáveres e reações alérgicas no vivo. Possivelmente, os exemplares pertenciam ao gênero *Solenopsis* spp.



Figura 7 - Formigas de fogo (Myrmicinae: Solenopsidini) no ombro .

Os artefatos apresentavam marcas e lesões semelhantes à queimadura causada por ácido e/ou ponta de cigarro. O hábito necrófago destas formigas, na remoção de pele superficial e posteriormente remoção dos tecidos subjacentes, causou lesões pela ação conjunta da mandíbula e das substâncias químicas (ácidos). Foram encontradas lesões serpentiformes e de vários formatos na região abdominal, peitoral, flancos e região do ferimento produzido por projétil de arma de fogo (Fig . 8).

Através da análise dos artefatos, foi possível traçar regiões onde, além de atividade de alimentação (comportamento necrófago), houve trilha de forrageamento verificada pela liberação de substâncias químicas produzidas pelas formigas no cadáver (principalmente ácido fórmico). Nessas regiões foi verificada uma mudança de coloração em relação a outras partes do cadáver, assumindo um aspecto que variava do amarelo até o marrom escuro. As lesões químicas foram tão intensas na região torácica e abdominal que se assemelhavam a lesões *intra vitam* produzidas por ataque ácido (Fig. 6 e Fig. 8).



Figura 8 - Lesões de formigas próximas ao ferimento causado por arma de fogo.

O forrageamento indicou a posição em que as formigas tiveram acesso ao corpo. Esses insetos atacaram o cadáver, subindo pelas laterais do corpo, onde o sangue havia secado ou pelos locais sem sangue, tendo acesso através do contato do cadáver com o piso. As lesões químicas da trilha também indicaram a direção do ninho, sendo possível verificar que, na exploração do cadáver, a partir de um ponto, o grupo de formigas se dividiu, possivelmente, visando atingir uma área maior (Fig. 9 e Fig. 10).

Pela análise das fotos, foi possível verificar que havia várias trilhas de forrageamento e que as formigas desceram pelos cachonetes da porta (portais), em uma altura entre 30 cm e 1 m, possivelmente oriundas da parte de cima da madeira. Uma parte da trilha seguiu através das laterais dos cachonetes até o cabelo da vítima e outra parte até a perna da cadeira, onde algumas operárias se agruparam para forragear em outras partes do cadáver. Outro indício de trilha foi observado associado com a lesão provocada por projétil de arma de fogo e a bermuda jeans na direção da lesão próxima ao braço (Fig.11). A roupa pode ter servido de ponte de acesso ao corpo durante certo período, possivelmente as formigas mudaram de trilha para ter maior proximidade ou para explorar outra parte do corpo que apresentasse mais recursos alimentares. Os insetos agruparam-se na região do músculo deltoide, onde se dividiram em duas trilhas,

sendo que uma seguiu em direção ao peitoral, enquanto que a outra seguiu em direção ao pescoço e escápula (Fig. 9 e Fig . 10). É provável que esta última trilha esteja entre as mais recentes, pois a poça de sangue fresco poderia ter inibido a ação dessas formigas formando uma barreira mecânica, enquanto as demais se aproveitaram das regiões onde não havia sangue para subir pelas laterais do cadáver e pelos membros. As regiões onde foi verificada maior exploração foram àquela próxima ao ferimento do projétil, braço e antebraço onde existia espargimento de sangue. Essa mistura de sangue com sais presentes na pele devem ter proporcionado fartura de alimento fazendo com que as formigas apresentassem essa preferência.



Figura 9 - Trilhas por onde as formigas chegaram no cadáver.



Figura 10 - Formigas na perna do banco e lesões na arroxeadada testa.

As fotos demonstraram a agressividade de remoção de tecidos na área ao redor do ferimento, sendo verificada também a remoção do tecido na região umbilical e braço direito provocando lesões pós-morte de cor avermelhada (Fig. 6, Fig. 11 e Fig. 12). Devido ao fato da carcaça representar um alto recurso energético, a colônia pode ter dedicado boa parte das operárias para explorar este recurso, provocando uma quantidade considerável de artefatos.

Comparando a extensão das lesões com o pequeno número de formigas observado nas fotos no momento dos exames, é possível inferir que o corpo estaria exposto há algumas horas no local, levando em consideração que a poça de sangue formou uma barreira física ao cadáver e que outros fatores como a presença de operárias escoteiras, a distância do ninho e o intervalo de ida e volta, a liberação feromonal, o recrutamento de outras formigas e o tamanho do cadáver devem ter influenciado no tempo que elas levaram para causar a lesão.



Figura 11 - A bermuda jeans servindo de ponte para as formigas.



Figura 12 - Lesões na região umbilical.

Analisando ainda a sequência de fotos, é possível verificar que as formigas apresentavam um forrageamento lento no momento dos exames e que, como havia uma grande extensão de lesões, é provável tratar-se de uma grande colônia. Nesse caso, é

possível que após a exploração do cadáver pelo segundo grupo de formigas, tenha havido maior liberação de feromônio que estimulou o forrageamento de outras operárias, até chegar a um clímax, que conduziu ao abastecimento da colônia, a partir disto, começou a haver uma queda na frequência de forrageamento, podendo as operárias retornarem depois de um tempo, caso a colônia tornasse a necessitar deste recurso.

Caso 2 – Facada

Um homem adulto, aparentando ter alcançado 30 anos vida e medindo aproximadamente 1,70 m de altura, foi encontrado morto, na posição de decúbito dorsal, em uma área descampada. A morte foi perpetrada com instrumento corto-contundente e perfuro-cortante, semelhante a um facão, atingindo a região da cabeça, em diversos golpes. Na região lateral, próxima à axila, havia um ferimento com características de ter sido causado por um vertebrado de grande porte. O tórax e abdome apresentavam destacamento da epiderme associado a pontuações alaranjadas (Fig. 13).



Figura 13 -. (A) Lesão causada por carnívoro e formigas se alimentando; (B) operárias causando lesões próximas ao ferimento; (C) operária forrageando no antebraço; (D) possível trilha causada pelo trânsito de formigas.

A superfície dorsal, em contato com o solo irregular coberto por vegetação e pedras, apresentava lesões semelhantes a queimaduras de cigarro, como pontuações alaranjadas e lesões avermelhadas irregulares e em formato de “C”, como arranhões e abrasões, com perda superficial de pele causada pela retirada de camadas da epiderme por formigas que se estendiam desse ponto, em curva, serpentiformes, aos membros superiores, passando pelo ombro até a lateral posterior do antebraço, borda do braço e mãos, em uma trilha. As mandíbulas das formigas produziram lesões nos vasos superficiais causando sangramento pós-morte (Fig.13).

No membro inferior, na lateral do joelho direito foi encontrada uma lesão isolada arredondada, de coloração alaranjada, apresentando no entorno, lesões isoladas causadas por remoção de pele superficial, na parte anterodistal havia destacamento da epiderme, sendo possível verificar arranhões e pontos amarronzados e avermelhados na região tornozelo, além de pequenos pontos amarronzados no pé. Na parte posterior da perna direita, desde a altura da articulação do joelho até a panturrilha, foram encontradas lesões agrupadas, de colorido vermelho, com perda superficial de pele, semelhantes à queimadura de cigarro. A perna esquerda apresentava lesões semelhantes às da outra perna, tanto agrupadas quanto isoladas, do tipo serpentiginoso, da região do joelho até o calcanhar, em um padrão linear que indicava uma trilha (Fig. 14 e 15).

O cadáver foi explorado por, pelo menos, cinco espécies de formigas, sendo possível a identificação taxonômica de três: Solenopsidini, *Camponotus* sp.1 e *Camponotus* sp.2 (Fig. 14 e Fig. 15). Foram observadas formigas nos locais das lesões e espalhadas pelo corpo em grupos isolados. Nos ferimentos localizados na cabeça foi possível observar um grupo de formigas identificadas como pertencentes à Subfamília Myrmicinae, Tribo Solenopsidini, possivelmente *Solenopsis* sp. que estavam se alimentando do tecido cefálico exposto. Esses insetos levavam materiais, como pedras e fragmentos vegetais, para a região visando cobrir o "alimento". Uma trilha subia pelo pescoço e nuca, surgindo da região do piso, sob o cadáver, e chegando até a área cerebral. Antes da interferência dos peritos, o corpo estava em decúbito dorsal, após sua movimentação para decúbito ventral, as formigas se dispersaram indo para as laterais do pescoço, com algumas tentando voltar para a trilha. Outras formigas desse táxon também foram encontradas no ferimento do tórax e em grupos isolados pelo tórax e braços. Um grupo de formigas, identificadas como pertencentes à Subfamília

Subfamília Formicinae, Tribo Camponotini, espécie *Camponotus* sp.1, estava se alimentando da região do ferimento no tórax, causando artefatos na parte de baixo da lesão caracterizados como queimadura química, bem como foram verificadas no solo alimentando-se de restos da carcaça. Um terceiro grupo, não identificado, encontrava-se no pescoço. Na perna direita, foi possível observar um exemplar de artrópode, identificado como da Ordem Isopoda, conhecido como tatuzinho de jardim, alimentando-se de uma das lesões, sendo possível observar outras formigas, não identificadas, subindo pelo calcanhar em direção à perna (Fig. 16). Na parte anterodistal da tíbia direita algumas formigas, cuja identificação não foi possível, aceleravam o destacamento da epiderme, enquanto outro grupo formado por exemplares não identificados de tamanho pequeno, estava alimentando-se da área onde a pele foi removida e uma *Camponotus* sp.2 estava se alimentando da pele (Fig. 15). Na perna esquerda, foi possível observar moluscos, da Classe Gastropoda, conhecidos como caracol, causando lesões secundárias sobre as lesões causadas por formigas. Nesse local, além dos caracóis, foi possível identificar a presença de ovos de dípteros muscoides. No pé direito, formigas, não identificadas, estavam com uma trilha que partia da sola para a área das lesões. Vários artefatos, como terra, pedra e fragmentos vegetais, foram observados próximo à área das lesões, especialmente nas áreas mais lesionadas, indicando a tentativa das formigas fecharem estas lesões pós-morte e reforçando sua trajetória (Fig. 16). Os ferimentos podem ser verificados nas figuras 17 e 18.



Figura 14 - (A) Formigas se alimentando da área exposta; (B) operária de *Camponotus* sp.1 alimentando-se das vísceras; (C) e (D) operárias próximas às lesões; (E) presença de formigas no pescoço; (F) formigas na cavidade auricular.



Figura 15 - (A) lesões próximas a lateral do joelho; (B) circulação póstuma; (C) destacamento da epiderme, *Camponotus* sp.2 e operárias de Solenopsidini; (D) operárias causando lesões; (E) e (F) lesões no pé e no calcanhar, respectivamente.



Figura 16 - (A) Lesões sequenciais avermelhadas e presença de Isopoda (lesão secundária); (B) Lesão causada por Gastropoda (C) tipos de lesões; (D) lesão em anel (retirada de tecido); (E) e (F) lesão causada por Gastropoda; (G) formigas subindo pelo calcanhar (observar postura de Diptera nas lesões provocadas por formigas).



Figura 17 - (A) lesões em anel ou em C; (B) lesões serpentiformes; (C) lesões avermelhadas.



Figura 18 - Produção de artefatos por operárias Solenopsisidini.

Caso 3 - Tortura e execução

Um homem adulto, aparentando ter alcançado cerca de 28 anos quando em vida, pesando cerca de 100 kg, foi encontrado morto às margens de uma estrada, na posição de decúbito lateral direito. A morte foi perpetrada por disparos de projétil de arma de fogo efetuados contra a parede abdominal, expondo o intestino. A vítima apresentava sinais de tortura, com os pés e as mãos amarrados por lacres de plástico similares a algemas (Fig. 19, Fig. 20 e Fig. 21).

Foram encontradas lesões de formigas nos membros superiores (braço, cotovelo, punho e mão) e região abdominal. Após a interferência dos peritos, que alteraram a posição original do corpo (decúbito lateral), as formigas mudaram de posição, com algumas delas procurando a trilha original para voltar para o ninho. Esse comportamento reforça a importância da coleta de insetos, antes da movimentação do corpo de forma a evitar uma possível perda de táxons que atrapalharia as análises.



Figura 19 - Homem executado com requintes de tortura.



Figura 20 - Marcas do projétil.



Figura 21 - Lacres de plástico.

Foram encontradas formigas dos seguintes táxons: *Camponotus rufipes* (Fabricius, 1775) e *Pheidole* sp. 1. Operárias de *Pheidole* sp.1 foram encontradas se alimentando da região do mamilo da vítima e, quando o perito virou o corpo, algumas dispersavam no sentido das axilas enquanto outras ficaram isoladas na região entre o ombro e o braço, provavelmente dispersando para a região dorsal (Fig. 22).



Figura 22 - (A) e (B) Presença de *Camponotus rufipes* na vegetação e no cadáver; (C) Operárias de *Pheidole* sp. alimentando-se do mamilo.

Um exemplar de *Camponotus rufipes* foi encontrado se alimentando no interior da boca da vítima, próxima aos dentes, um grupo, ainda maior, de operárias se concentrava na borda do ferimento e no intestino exposto (Fig. 22). Essas formigas, ao se alimentarem, causavam lesões, de cor alaranjada, com remoção de pele (Fig. 23). Na parte anterior do braço direito, próximo ao lacre plástico, foram encontradas lesões de bordas irregulares com formato de “x” ou dois “c”, ao contrário um do outro. Quanto aos membros, no braço esquerdo foi possível verificar uma lesão próxima ao punho com remoção de tecidos, de coloração avermelhada e com borda irregular. Na mão esquerda foram verificadas lesões pontuadas, isoladas, muito próximas uma das outras, semelhantes à queimadura de cigarro, com pouca perda de pele, tipo “aranhões”, atingindo os dedos. Na perna direita, foi encontrada uma lesão, também semelhante à queimadura de cigarro, na altura da tíbia. Outras operárias estavam se alimentando de sangue no solo, sobre o capim, onde se localizavam as vísceras provenientes do

ferimento abdominal (Fig. 24). Nesse local, existiam pequenas pedras e grãos de terra, mas tudo indica que sejam provenientes do contato do ferimento com o solo e não artefatos trazidos pelas formigas.

Outras formigas menores, que não puderam ser identificadas, foram observadas na área próxima ao ferimento e devem ter sido as causadoras de lesões, do tipo “aranhão”, observadas abaixo do ferimento, próximas à bermuda. Sob o cadáver foram observados pequenos buracos semelhantes a entradas de formigueiro de uma espécie de formiga de tamanho diminuto (Fig. 25).



Figura 23 - Presença de *Camponotus rufipes* alimentando-se da cavidade bucal.



Figura 24 - Lesões nas mãos causadas por formigas, possivelmente *Camponotus rufipes*.



Figura 25 - *Camponotus rufipes* alimentando-se de sangue.

Caso 4 - Presença de *Ectatomma* sp.1 sem artefatos

Um homem adulto, aparentando ter alcançado em vida aproximadamente 50 anos, pesando cerca de 110 kg, foi encontrado morto, na posição de decúbito dorsal, às margens de uma estrada. A vítima estava em estágio fresco de decomposição, vestida com camisa polo listrada, calça de cor marrom e sapatos de cor preta. A morte foi

perpetrada por instrumento perfuro-cortante cujos golpes atingiram: orelha, dedos, abdome, axilas, costas, peito e braços (Fig. 26).

Moscas pequenas foram observadas alimentando-se do sangue nas bordas dos ferimentos abdominais e uma formiga identificada taxonomicamente como pertencente à Subfamília Ectatomminae, gênero *Ectatomma* sp.1 foi observada sobre o abdome. Porém, não foi verificada nenhuma lesão pós-morte aparente no cadáver (Fig. 27).



Figura 26 - Cadáver de um homem que foi esfaqueado.



Figura 27 - Ferimentos provocados por instrumento perfuro-cortante e a presença de uma operária de *Ectatomma* sp. e um díptero.

Caso 5 - Jovem morto sentado.

Um homem adulto, aparentando ter alcançado cerca de 19 anos, quando em vida, foi encontrado morto, na posição de decúbito lateral esquerdo, na calçada de uma avenida (Fig. 28 e Fig. 29). A morte foi perpetrada com instrumento pérfuro-contundente – projétil de arma de fogo de calibre 9 mm e a posição do corpo aparentava que a vítima estava sentada, recostada no muro, quando foi atingida pelos disparos. Os disparos foram efetuados a longa e curta distância atingindo a região lateral da cabeça, dorsal, abdominal, braços, antebraços e mãos. Porém, apresentava outros ferimentos, provocados por ação contundente, como escoriações e ranhuras nos membros. A vítima estava em estágio fresco de decomposição e vestia apenas uma bermuda (Fig. 28).



Figura 28 - Cadáver de um homem jovem.



Figura 29 - Local.

Vários insetos foram observados nas lesões, dentre eles, formigas, vespas e moscas. Cerca de dez operárias da formiga arborícola, pertencente à Subfamília Myrmicinae, espécie *Cephalotes atratus* (Linnaeus, 1758), foram observadas distribuídas sobre o cadáver e em vários locais ao seu redor, alimentando-se do sangue proveniente dos cortes da testa, bem como dos ferimentos da cabeça, no antebraço e das mãos. Operárias foram observadas causando lesão, com aspecto arredondado de cor marrom, no abdome e na mão. Nos pés, algumas operárias subiam pelo calcanhar até alcançar uma mancha de sangue neste local (Fig. 30, Fig. 31 e Fig. 32).



Figura 30 - *Cephalotes atratus* alimentando-se do sangue, tanto da testa quando no muro.



Figura 31 - *Cephalotes atratus* alimentando-se do sangue no abdome.



Figura 32 - *Cephalotes atratus* nos pés e um grupo alimentando-se do sangue.

Outra formiga arborícola da Subfamília Myrmicinae, espécie *Crematogaster* sp.1 foi encontrada nos ferimentos do braço esquerdo e punho esquerdo, alimentando-se das feridas que estavam expostas, bem como do tecido próximo às lesões (Fig. 33).



Figura 33 - Operárias de *Crematogaster* sp. alimentando-se da lesão *ante mortem* do punho.

Existiam muitas manchas de sangue que se confundiam com lesões pós-morte causadas por formigas, devido às suas inúmeras formas e tamanhos.

4.1.2 Cadáveres examinados no Instituto Médico Legal

Caso 1 –IML do Rio de Janeiro

O cadáver de um homem adulto, aparentando ter alcançado cerca de 30 anos quando em vida, foi examinado nas dependências do Instituto Médico Legal Afrânio Peixoto. O cadáver estava em estágio fresco de decomposição e a morte foi perpetrada por instrumento perfuro-contundente – projétil de arma de fogo.

Na parte superior da região dorsal, alcançando pescoço e ombro, foram encontradas lesões pós-morte com remoção superficial de tecidos, de coloração amarelada e áreas com destacamento da epiderme, além de lesões pontuadas de coloração vermelha. Formigas identificadas como pertencentes à Subfamília Myrmicinae, Tribo Solenopsidini, possivelmente, do gênero *Solenopsis* spp. foram encontradas associadas aos artefatos. Um grupo dessas formigas foi observado raspando os tecidos dessas regiões, causando lesões que provocavam destacamento da epiderme formando um amontoado de pele similar àqueles observados, naturalmente, em cadáveres em estágio de decomposição mais avançados. Outro grupo dessas formigas foi observado se alimentando fora da área principal, causando lesões pontuadas de colorido avermelhado, causado pelo fato das mandíbulas terem atingido vasos superficiais da pele provocando extravasamento de sangue (Fig. 34 e Fig. 35).

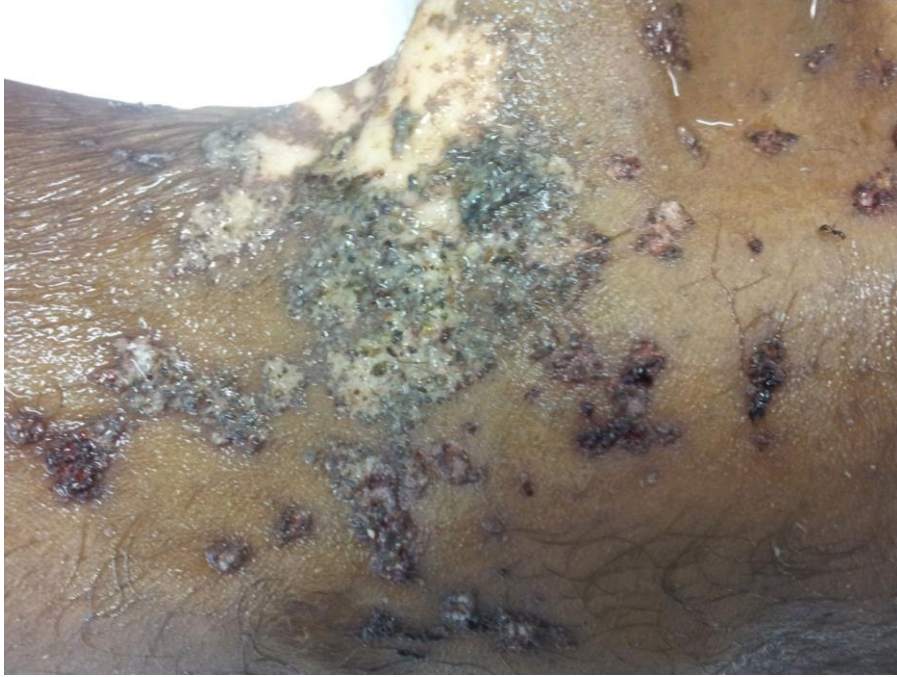


Figura 34 - Formigas associadas a lesões pós-morte, possivelmente *Solenopsis* sp.



Figura 35 - Lesões em detalhe.

Caso 2 – IML do Rio de Janeiro

O cadáver de uma mulher adulta, aparentando ter alcançado cerca de 32 anos, quando em vida, foi examinado nas dependências do Instituto Médico Legal Afrânio

Peixoto, no Rio de Janeiro. O cadáver estava no estágio fresco de decomposição e a morte foi diagnosticada como insuficiência cardíaca.

Formigas identificadas como pertencentes à Subfamília Myrmicinae, Tribo Solenopsidini, possivelmente do gênero *Solenopsis* grupo *saevissima* foram encontradas associadas a artefatos (Fig. 36). As lesões pós-morte encontradas eram do tipo pontuadas, localizadas no braço e antebraço, cujo colorido variavam de avermelhado até arroxeadado, além de lesões alaranjadas similares àquelas provocadas por ataque químico. No quadril (Fig. 37) foi possível observar um tipo de lesão, em linha, indicando trajetória ao longo do elástico da borda da roupa de baixo que, possivelmente, o cadáver vestia antes de ser examinado. É possível observar nesse ponto lesões bem avermelhadas, apresentando um extravasamento de sangue acentuado devido ao fato dos insetos terem roído uma área de livores. Além disto, foi possível verificar a presença de materiais diversos, como pequenos grãos e fragmentos vegetais aderidos às lesões, em uma tentativa de proteger o alimento "soterrando-o".



Figura 36 – Formiga associada as lesões pós-morte, possivelmente *Solenopsis* gr. (*saevissima*) sp.



Figura 37 - Lesões de borda de roupa.

Caso 3 - IML do Rio de Janeiro

O cadáver de uma mulher adulta, aparentando ter alcançado cerca de 30 anos, quando em vida, foi examinado nas dependências do Instituto Médico Legal Afrânio Peixoto, no Rio de Janeiro. O cadáver estava no estágio fresco de decomposição e a morte foi diagnosticada como enfarto agudo do miocárdio.

Não foram encontrados exemplares de formigas associados ao corpo. Porém, foram encontradas lesões semelhantes à queimadura de cigarro com bordas secas, de colorido avermelhado com extravasamento de sangue em uma área de livores no braço, lesões serpentinais com perda de tecido superficial no dedo médio e na lateral do joelho, além de lesões de colorido alaranjado, similar às aquelas causadas por ataque químico no quadríceps femoral. As lesões do braço indicavam que a posição original do cadáver era em decúbito lateral esquerdo, apoiando o braço no piso (Fig. 38, Fig. 39, Fig. 41, Fig. 42 e Fig. 43).



Figura 38 - Lesões pós-morte no braço.



Figura 39 - Lesões nos dedos (falanges).



Figura 40 - Lesão serpentina.



Figura 41 - Lesões na perna.

4.2 Carcaças Animais

4.2.1 Ave no Amazonas

Em vinte de junho de 2012, foi encontrada uma carcaça de um pássaro da espécie *Tangara episcopus* (Linnaeus, 1766), conhecido vulgarmente como Sanhaço da Amazônia, no terreno do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA. Essa ave apresenta distribuição pelos seguintes países: México ao Panamá, Colômbia, Equador, Guianas, Venezuela, Peru e Bolívia. No Brasil ocorre nos Estados do Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Roraima, Rondônia, Mato Grosso, Maranhão e Tocantins Sigrist (2009).

Um grupo de formigas da Subfamília Ectatomminae, espécie *Ectatomma lugens* Emery, 1884 foi encontrado associado à carcaça, com comportamento necrófago, causando lesões pós-morte, consumindo totalmente os tecidos macios da região cabeça, olhos e pescoço, levando a esqueletização dessa última região (Fig. 42).



Figura 42 - Carcaça de Sanhaço atacado por *Ectatomma lugens*.

4.2.2 Formigas no modelo animal

- Experimento piloto

A carcaça estava no estágio fresco do processo de decomposição e as formigas foram colocadas na região abdominal e o no membro dianteiro esquerdo. Assim que o graveto foi colocado em contato com o abdome, as formigas desceram em direção ao substrato, com as mandíbulas abertas, sempre esfregando a região do gáster e do ferrão. Os exemplares se dispersaram em todas as direções, dobrando-se sobre a carcaça e prensando os tecidos com as mandíbulas e o ferrão. Esse comportamento causou lesões arredondadas em forma de gotas que, no início, apresentavam coloração discreta que se confundia com a cor da pele. Após 15 minutos, a cor das lesões se tornou marrom claro.

Na segunda parte deste procedimento, quando as operárias de *Solenopsis* foram colocadas nos membros, nas mesmas condições, o comportamento de ataque foi similar, com as formigas migrando em todas as direções, "mordendo" e ferroando em vários pontos. Porém, as lesões não ocorreram da mesma forma, sendo constituídas apenas por poucas manchas e marcas circulares de queimadura devidas à ação das substâncias químicas, possivelmente, em razão dos membros serem uma área com o couro mais espesso, além de conter mais pelos.

- Pseudoreplicação

Foi observado um comportamento similar das formigas nas três réplicas, quase sendo como um padrão. Foi verificada a presença de formigas na região circunvizinha do cadáver e, após um pequeno intervalo de tempo (cerca de 30 minutos), foi possível observar que alguns espécimes passaram a se alimentar do sangue extravasado pelo ferimento provocado pelo projétil que perpetrrou a morte. O sangue formava uma espécie de "poça" próxima à região do ferimento e algumas operárias pertencentes a Subfamília Myrmicinae, espécie *Solenopsis* sp.1 e *Pheidole* sp.1 forrageavam, de maneira isolada, pela área onde estava a poça. Após alguns minutos, foi possível observar que algumas operárias passaram a investigar a carcaça, a qual se encontrava no estágio inicial de decomposição (fresco), explorando os arredores, na área de contato do solo com o porco, Tateando com as antenas. Após a investigação inicial, algumas operárias retornaram para o ninho, outras foram buscar outros recursos alimentares e

outras continuaram a exploração da carcaça subindo pelas laterais do suíno. *Pheidole* sp.1 foi observada alimentando-se dos dípteros que andavam sobre o cadáver, enquanto que *Solenopsis* sp.1 apenas explorava a carcaça. Já as formigas *Brachymyrmex* sp.1 e *Wasmannia* spp.1 foram observadas na área circunvizinha, forrageando em volta da carcaça.

Nas três réplicas foi possível observar, nitidamente, a evolução das lesões pós-morte até o quarto dia de intervalo pós-morte, englobando os estágios fresco, gasoso e início da deterioração inicial.

1º Dia

As réplicas estavam no estágio fresco de decomposição. Foi observado um aumento na abundância de operárias de *Solenopsis* sp.1 e *Pheidole* sp.1 na área circunvizinha a todas as carcaças. Essas formigas começaram a provocar lesões pós-morte, de aspecto serpentiforme, similares a escoriações, em uma área que apresentava livores na região abdominal do modelo “B”, provocando extravasamento do sangue acumulado nesse local. *Solenopsis* sp.1 foi observada produzindo lesões em círculo, por remoção de tecido, após a tentativa de arrancar o couro através de suas mandíbulas. Contudo, nenhuma atuação foi constatada nos modelos “A” e “C”.

2º Dia

As carcaças começaram a inflar, iniciando o estágio gasoso da decomposição. Os primeiros artefatos foram observados no porco “A” que apresentava marcas de coloração avermelhada ao redor dos mamilos, além de lesões similares a escoriações e uma pequena perfuração, cuja natureza não foi possível identificar. Os artefatos seguiam uma linha de forrageamento que se direcionava para o solo, através de uma leve curva da região abdominal. Na orelha existiam duas lesões de aspecto serpentiginoso e outras como escoriações. Na boca havia uma mancha avermelhada grande, indicando que nesse ponto houve uma concentração maior de formigas, e outras menores que seguiam em direção à região ventral. Na região dorsal foi encontrada uma área de livores que apresentava lesões com vestígios de sangue decorrentes da atividade das formigas.

Os livores se espalharam pelo tronco do porco “B”, atingindo o pescoço. Lesões de coloração avermelhada foram observadas no mamilo e outras similares a abrasões na pata dianteira direita.

Os primeiros artefatos foram verificados na parte anterior da orelha direita do porco “C”. Essas lesões eram similares a pequenos pontos cuja coloração variava do

amarelo ao marrom, passando pelo vermelho.

3º Dia

As carcaças continuavam em estágio gasoso de decomposição e foi observado um aumento na abundância de larvas de dípteros que, conseqüentemente, aumentou as alterações nos tecidos moles produzidos por esses animais.

No modelo “A” havia uma lesão no mamilo que se confundia com uma lesão *intravitam*. A lesão da região dorsal apresentava um aspecto circular que se estendia em toda área que estava em contato com o chão, assemelhando-se a uma lesão “com assinatura”.

Uma lesão foi observada na boca do porco “B”. Lesões pós-morte pontuadas também foram observadas no abdome e na genitália.

No porco “C” não foi observada nenhuma nova lesão causada por formigas.

4º Dia

As carcaças estavam no final do estágio gasoso e início do estágio de deterioração inicial. A atividade de larvas e adultos de dípteros era intensa. Pela voracidade dessas larvas, os tecidos moles eram consumidos rapidamente, dificultando a observação dos artefatos produzidos pelas formigas, além de alterá-los, sobrepondo-os com novas lesões.

Os tecidos superficiais das carcaças assumiram um aspecto coriáceo o que pode ter influenciado a mudança de comportamento das formigas que foram observadas predando larvas de moscas e coletando adultos mortos. A rigidez do tecido e o aumento da abundância de larvas, que disponibilizou um recurso alimentar extra, podem explicar a alteração para um comportamento predador em detrimento da necrofagia,

Apenas no porco “A” puderam ser observadas algumas lesões com aspecto serpentiginoso na região do pescoço. Caso as formigas tivessem produzido novas lesões nos porcos “B” e “C”, a intensa atividade dos imaturos de dípteros impediu sua observação.

As formigas se concentravam em atacar a carcaça em áreas expostas ou próximas ao solo como a boca, pescoço, membros e abdome; e, mais raramente, orelhas e dorso, pois essas regiões estavam mais distantes do piso. Em comparação com cadáveres humanos, observamos a preferência pelos membros, tendo em vista o fácil acesso ao alimento e porque essas áreas, geralmente, estavam descobertas permitindo a exploração. Também foi verificada certa predileção pela área da cabeça que, além de estar exposta, apresentava extravasamento de líquidos que atraíram esses insetos.

Apenas em último caso, quando, por exemplo, os membros estavam cobertos, as formigas procuraram outras áreas, perfurando as roupas para chegar ao alimento.

No abdome e no tórax, quando as formigas causaram lesões nas carcaças, estas estavam concentradas nos mamilos e outras regiões próximas ao solo, mesmo comportamento observado em cadáveres humanos em que foram observados artefatos nos mamilos e umbigo. Apesar dos porcos terem sido vestidos, devido o pequeno tamanho das carcaças, o elástico das cuecas ficou frouxo permitindo o ataque das formigas à região genital, fato que não foi observado em cadáveres humanos, pois nesses casos os órgãos genitais estavam bem protegidos pelas roupas.

Foi verificada nidificação de *Solenopsis* próximo às carcaças, no porco C ocorreu cerca de 1,5 m de distância durante os estágios inicial até deterioração avançada, enquanto que no porco A ocorreu na lateral dos pitfalls próximo à cabeça, perna dianteira e traseira.

5 DISCUSSÃO

Conforme descrito por Rodriguez (1997), foi verificado que o padrão de alimentação de formigas é pouco confinado e caracterizado por áreas multifocais de perda de pele com pequenas trilhas lineares que fazem fronteira com pontos de erosão primária.

No estudo de caso 1, as lesões químicas produzidas pelas formigas foram tão intensas que foi possível traçar regiões onde, além de atividade de necrofagia, foi possível identificar a trilha de forrageamento através da liberação de substâncias químicas. As lesões químicas foram tão intensas que se assemelhavam a lesões *intra vitam* produzidas por ataque ácido. Nessas regiões foi verificada uma mudança de coloração das lesões que eram rasas, com sulcos evertidos e um esboço serpentiginoso que corrobora com a descrição de Campobasso *et al.* (2009).

Nesse caso e em vários outros dessa pesquisa, foi verificada uma grande incidência de exemplares pertencentes à Subfamília Myrmicinae, Tribo Solenopsidini, possivelmente do gênero *Solenopsis* spp. e, em alguns casos esses espécimes conduziam materiais, como pedras e fragmentos vegetais, para a região do cadáver onde estavam se alimentando e tinham produzido lesões, em uma tentativa de “enterrar” o alimento. De acordo com Lindgren *et al.* (2010), comportamento de “enterro” de *Solenopsis invicta* Buren, 1972 pode atrapalhar a estimativa da intervalo pós-morte, com base no período mínimo da atividade dos dípteros. Esses autores observaram que essas formigas cobriram totalmente um ferimento de um cadáver com fragmentos vegetais, sujeira e terra, durante um período que se estendeu do segundo ao sexto dia de IPM, passando a acessá-lo através de túneis, impedindo o acesso dos dípteros. Somente após o oitavo dia de IPM, quando uma chuva eliminou as sujidades e expôs o ferimento que as moscas puderam explorá-lo na estimativa de Intervalo Pós Morte (IPM) dos dípteros. Este mesmo comportamento já havia sido descrito por Luerderwaldt (1911) que discutiu o comportamento de aterramento da carne por *Solenopsis* sp. Cabe resaltar que em alguns casos, as formigas podem ajudar a estimar o IPM através o tempo necessário para o estabelecimento de uma colônia de formigas (GOFF & WIN, 1992). Esse táxon foi

coletado anteriormente associado ao processo de decomposição (MOURA *et al.*, 1997, Centeno *et al.*, 2002, WOLFF *et al.*, 2001; PEREZ *et al.*, 2005).

De acordo com Byard & Castner (2001), a espécie de formiga de fogo *S. invicta* é muito agressiva em seus hábitos de forrageamento, alimentando-se da pele e deixando lesões com aparência de queimaduras. Wells & Greenberg (1994) constataram que a voracidade dessa espécie causou uma lacuna na ocorrência diária de larvas de moscas califorídeas. Early & Goff (1986) demonstraram que outra espécie do gênero - *Solenopsis geminata* Fabricius, 1804 - foi a principal responsável pela remoção de tecidos da carcaça, em um resultado similar ao obtido por Payne (1965).

Os artefatos verificados no estudo de caso nº 1 eram intensos e em forma de lesões lineares de contorno sinuoso que convergiam uma para a outra, da mesma forma que foi verificado em um estudo de caso descrito por Garamendi e colaboradores em 2008. Segundo esses autores, é provável que esta morfologia seja provocada pelo desempenho da colônia de formigas, em ondas sucessivas de ataque, por um período relativamente extenso, no qual grupos adicionais de operárias, seguindo o rastro químico deixado pelos espécimes que os precedem na ação, alargam progressivamente a lesão. Outra possível explicação dada pelos autores foi que a elevada temperatura e a existência de fluxo de ar na região onde o corpo foi encontrado podem ter ajudado a secar as lesões, fato que também pode ter ocorrido em nosso estudo de caso que foi realizado no Amazonas, onde as temperaturas são altas, e em uma casa que foi encontrada com a porta aberta, permitindo um fluxo constante de ar.

De acordo com Byard & Castner (2001), os danos produzidos por *S. invicta* podem ser muito extensos e ocorrer em um curto período de tempo, tendo verificado danos consideráveis produzidos em menos de uma hora após a morte, dependendo da distância do ninho para o cadáver. Acreditamos que a velocidade de instalação de lesões pós-morte em cadáveres, provocadas por formigas, dependem de inúmeros fatores. Em relação aos fatores que contribuem para acelerar a instalação, podemos citar: pequena distância do ninho em relação ao cadáver, velocidade das formigas, presença prévia delas no local, doenças crônicas (como diabetes que funcionam como atrativo), pequeno número de competidores ou espécies rivais. Por outro lado, alguns fatores podem contribuir negativamente, retardando a instalação dos artefatos: barreiras físicas (poça de sangue ou água, ilhas de exudato, posição do corpo), como foi verificado no estudo

de casos 1, barreiras químicas (higiene do local através de substâncias químicas), barreiras bióticas (competidores), comportamento da espécie (horários de forrageamento, por exemplo, se o cadáver for exposto no horário em que a colônia não forrageie, haverá um atraso).

No caso de ataque de pessoas vivas por formigas agressivas como as formigas de fogo, as lesões podem parecer pequenas mordidas com sinais de reação vital, mas lesões pós-morte, geralmente são mais extensas e sem sinais de vitalidade, como úlceras superficiais, com margens onduladas e morfologia ampla e sinuosa. As formigas têm predileção pela pele e, normalmente, essas lesões têm uma área escurecida e seca provocada por dissecação dos níveis profundos que, por vezes, são similares a lesões por abrasão ou danos químicos. Quando essas áreas atingem uma região de declínio que apresentam livores de hipóstase, podem ser observados sinais de hemorragia, embora sem nenhuma evidência de coagulação do sangue ou de retração pele, conforme verificado aqui (BYARD, 2002; SAUKKO *et al.*, 2004; HORSWELL 2004; GARAMENDI *et al.*, 2008).

De acordo com alguns autores, uma incisão feita nestas áreas (dissecção da pele), geralmente, não consegue revelar hemorragia subjacente ao tecido mole, não sendo encontrada reação vital. Geralmente, o nível de dano da pele causado pela ação da alimentação de formigas é representado apenas pela ausência de epiderme (HERNANDEZ-CUETO, 2000; OEMICHEN, 2004; CAMPOBASSO *et al.*, 2009).

De acordo com Ventura *et al.* (2010), as formigas provocam artefatos, por ação mecânica sobre a pele ou liberação de ácido fórmico, onde um dano traumático ocorreu (por exemplo, facadas ou feridas por arma de fogo) podendo modificar elementos característicos dessas lesões *ante mortem*, especialmente se o grau de infestação é grande, o que pode ocorrer em espaços abertos, como jardins e florestas, fato que não foi verificado na presente pesquisa. De acordo com esses autores, a ação erosiva devida ao ácido fórmico no tecido epidérmico provoca o fluxo de sangue que, após a secagem, origina abrasões como lesões endurecidas e de cor avermelhada e/ou castanha em contraste com a pele adjacente não afetada (GARAMENDI *et al.*, 2008) .

Em cadáveres frescos, picadas pós-morte de formiga consistem de pequenos buracos superficiais roídos que podem ser facilmente mal interpretados como escoriações ou queimaduras químicas, podendo parecer cicatrizes repetidas de cigarro

conforme verificado em nosso estudo de caso nº 02 (MULLER, 1975; SPITZ & FISCHER, 1993; RODRIGUEZ, 1997).

Camponotus rufipes e *Pheidole* sp.1 foram encontradas alimentando-se dos tecidos de um cadáver no estágio fresco de decomposição, causando ferimentos, corroborando com os relatos de Luerderwaldt (1911), *C. rufipes* apresenta preferência por esse estágio e visa se alimentar da carcaça. Porém, apesar de Souza *et al.* (2008) terem observado essas duas espécies causando pequenas lesões em carcaça animal em todos os estágios de decomposição e em todas as estações climáticas.

Uma espécie não identificada de *Ectatomma* spp. foi encontrada associada a um cadáver sem nenhuma lesão pós-morte aparente, indicando não apresentar um comportamento necrófago. Segundo Delabie *et al.* (2007), as espécies do gênero *Ectatomma* estão certamente, entre as formigas que mais contribuem para o controle biológico natural das populações de insetos da Região Neotropical. De acordo com Fowler *et al.* (1991), essas formigas têm o hábito de recolher os cadáveres de outros insetos e demais animais para sua alimentação. Outros autores a classificaram como sendo, predominantemente, predadoras generalistas diurnas (PAIVA & BRANDÃO, 1989; LACHAUD, 1985; FOWLER, 1994).

Contudo, na carcaça de ave foi observado o comportamento necrófago da espécie *Ectatomma lugens*, causando lesões pós-morte e consumindo totalmente os tecidos macios da região cabeça, olhos e pescoço, levando a esqueletização dessa última região.

Alguns autores no Brasil encontraram outras espécies desse gênero associada a carcaças animais. Dentre essas, podemos citar: *Ectatomma opaciventre* (Roger, 1861), *Ectatomma edentatum* Roger, 1863, *Ectatomma tuberculatum* (Olivier, 1792) e *Ectatomma brunneum*, (LUERDERWALDT, 1911; CRUZ & VASCONCELOS, 2006; GOMES *et al.*, 2009). Os últimos autores observaram *Ectatomma brunneum* em atividade de predação, enquanto que os demais não descreveram o comportamento alimentar das espécies observadas.

Cephalotes atratus são formigas arbóreas que foram observadas se alimentando de sangue e tecidos do cadáver. Segundo Baroni-Urbani (1999) e Brandão *et al.* (2009), a biologia das formigas desse gênero é pouco conhecida. Espécimes do gênero

Cephalotes spp. foram coletados associados a carcaças animais no norte da Venezuela por Vélasquez (2008) e em São Paulo por Moretti *et al.* (2013).

Moretti & Ribeiro (2006) observaram operárias da espécie de *Cephalotes clypeatus* Fabricius 1804 em carcaças de ratos, alguns minutos após a morte, causando lesões exudativas que serviram de sítio de postura de dípteros. Os autores também observaram a diminuição de abundância de imaturos de dípteros devido à predação das formigas.

Crematogaster sp.1 também foi identificada causando artefatos em cadáver humano. Espécies desse gênero são consideradas forrageadoras generalistas e omnívoras que, geralmente se alimentam de substâncias açucaradas (nectários florais) e proteínas (insetos mortos). Existem, aproximadamente 200 espécies na região Neotropical, porém poucas espécies tem registro forense (LOGINO, 2003, OLIVEIRA-COSTA, 2011). Este táxon também foi encontrado associado a carcaças de animais por Luerderwaldt (1911) e Moretti *et al.* (2007), em São Paulo. Luerderwaldt (1911) também ressaltou a preferência de *Crematogaster* spp. por carcaças no estágio fresco.

Bonnaci *et al.*(2011) observaram operárias de *Crematogaster scutellaris* (Olivier, 1792) alimentando-se e causando lesões no entorno dos orifícios naturais da carcaça de uma leitoa, no Sul da Itália. Também foram observados exemplares comendo a pele do suíno. As operárias também foram observadas caçando ovos de dípteros califorídeos. Byard & Castner (2001) observaram o mesmo comportamento de *Crematogaster lineolata* (Say, 1836) em um cadáver humano.

Na presente pesquisa, as formigas atingiram a carcaça cerca de 30 minutos depois da morte, assim como verificado por Bonacci *et al.* (2011) que observaram a chegada em cerca de 30 a 50 minutos após à exposição da carcaça e verificaram que as duas espécies observadas abandonaram o corpo após, respectivamente, um e dois dias a partir da morte, uma vez que o estágio gasoso da decomposição já havia começado.

Em nossos experimentos, as análises das lesões pós-morte foram possíveis até o 4º dia de IPM, a partir desta data as carcaças iniciaram o estágio de deterioração avançada e houve um aumento da atividade dos dípteros cujos imaturos cobriram as lesões dificultando o acesso das formigas e a observação das lesões, que foram modificadas pela ação das moscas. É possível que a consistência da pele (couro) nesse período também tenha dificultado a ação das formigas. Portanto, é possível concluir que

os primeiros dias de IPM, durante os estágios iniciais da decomposição e quando há menor atuação de dípteros necrófagos, são cruciais tanto para a instalação dos artefatos quanto para a sua análise diferencial com lesões *intra vitam*. Possivelmente, o aumento de recursos alimentares devido à frequência de outros insetos na sucessão, os quais podem servir de alimento para estas formigas, pode ter auxiliado a diminuição do surgimento de novos artefatos, pois a maioria das formigas permaneceu predando e coletando insetos ao redor da carcaça até o final do estágio de avançado, principalmente dípteros recém emergidos ou mortos, ovos que estavam no exudato e larvas de vários instares. Nesse caso, as formigas estariam preferindo o comportamento de predação em detrimento da necrofagia. Porém, no final do estágio de deterioração avançada, quando a massa de putrilagem diminuiu, um número menor de formigas passou a explorar couro, massa e ossos, além do exudato, permanecendo assim até restos. Outra interferência poderia ser o clima, pois realizamos o experimento durante o outono e início do inverno, onde a temperatura e umidade mais baixa, principalmente a noite, faz com que haja redução do metabolismo da colônia. Contudo, para confirmação dessas conclusões é necessário conhecer melhor o comportamento das formigas no cenário cadavérico.

No experimento de Bonacci *et al.* (2011), as formigas atacaram a região abdominal, língua, genitália externa, a área ao redor do olhos, ânus e base da cauda, enquanto que nas nossas réplicas as formigas se concentravam em atacar a carcaça em áreas expostas ou próximas ao solo como a boca, pescoço, membros e abdome; e, mais raramente, orelhas e dorso, pois essas regiões estavam mais distantes do piso. Em comparação com cadáveres humanos, observamos a preferência pelos membros, tendo em vista o fácil acesso ao alimento e porque essas áreas, geralmente estavam descobertas permitindo a exploração, observação que ratificou a afirmação de Campobasso *et al.* (2009), de que as picadas de formigas são frequentemente localizadas nos braços e nas pernas.

Lesões encontradas no braço da vítima referente ao estudo de caso nº 3 do IML, possibilitou inferir a posição que o cadáver foi encontrado no local do crime, pois as formigas produziram artefatos na região em torno da superfície do braço que estava apoiado no piso, similar ao que foi verificado em um estudo de caso citado por Campobasso *et al.* (2009) no qual artefatos foram confundidos com lesões *intravital* similares àquelas produzidas por instrumentos de ação contundente de formato

retangular (lesão com “assinatura”), pois as formigas produziram artefatos ao redor da área do corpo apoiada no piso.

Fenômeno ocasionado por comportamento similar foi observado no estudo de caso nº 2 do IML, no qual artefatos na cintura, em linha indicaram atividade das formigas ao longo do elástico da roupa de baixo que, possivelmente o cadáver vestia antes de ser examinado, da mesma forma que foi verificado em um estudo de caso relatado por Byard (2005). De acordo com Mant (1977), é necessário cuidado na análise de artefatos similares a lesões com “assinaturas”, especialmente na linha do colarinho de uma camisa ou camiseta que podem confundir com lesões de estrangulamento e/ou esganadura.

6 CONCLUSÃO

6.1 Foram encontrados cerca de oito táxons que são: a) Subfamília Myrmicinae, Tribo Solenopsidini, possivelmente, gênero *Solenopsis* spp.; b) *Camponotus* sp.1; c) *Camponotus* sp.2; d) *Camponotus rufipes*; e) *Pheidole* sp.; f) *Ectatomma* sp.; g) *Cephalotes atratus*; h) *Crematogaster* sp.. Associados a cadáveres humanos, a tribo dos Solenopsidini foi a mais importante, pois deixou varias lesões, artefatos e queimaduras;

6.2 Nos cadáveres humanos podemos concluir que atividades destas formigas são capazes de causar grandes danos: como queimaduras, lesões e artefatos. As lesões encontradas podem ser descritas como serpentiformes, pontuadas, apresentando coloração que variava do amarelo até o marrom escuro. Elas apresentavam remoção de pele superficial como arranhões que, em alguns casos, evoluíram até a remoção dos tecidos subjacentes. Em alguns casos, o destacamento da epiderme formou um amontoado de pele similar àqueles observados em cadáveres em estágio de decomposição mais avançados. Estes podem cobrir e remover lesões, tatuagens, marcas, manchas e cicatrizes *intra vitam*;

6.3 Os artefatos encontrados em todos os corpos humanos e carcaças animais seguiram o mesmo padrão;

6.4 O estágio de decomposição do corpo influenciou as análises dos artefatos, que só foi possível nos estágios iniciais (fresco/gasoso). Quanto mais fresco o cadáver, melhor será a análise da lesão e queimadura, e quanto maior for o tempo de decomposição, maior será o número de artefatos produzidos por outros insetos dificultando as análises.

6.5 O Comportamento de necrofagia ou predação e os consequentes artefatos encontrados nessa pesquisa apresentaram características similares àquelas encontradas na literatura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNALDOS, M. I.; GARCIA, M. D.; ROMERA, E.; PRESA, J. J.; LUNA A. Estimation of postmortem interval in real cases base on experimentally obtained entomological evidence. **Forensic Science International**, v.149, p. 57–65, 2005.

ASAMURA, H.; TAKAYANAGI, K.; OTA, M.; KOBAYASHI, K.; FUKUSHIMA, H. Unusual characteristic patterns of postmortem injuries. **Journal of Forensic Sciences** v. 49, p. 592–594. 2004.

AMENDT, J.; GOFF, M.L.; CAMPOBASSO, C.P.; GRASSBERGER, M. **Current Concepts in Forensic Entomology**. London: Springer, 376 p. 2010.

BATTAN-HORENSTEIN, M. B.; ARNALDOS, M. I.; ROSSO, B.; GARCIA, M. D. “Estúdio preliminar de la comunidad sarcosaprófaga en Córdoba (Argentina): aplicación a La entomologia forense”. **Anales de Biología** v. 27, p. 191–201, 2005.

BENECKE, M. & BARKSDALE, L.. Distinction of bloodstain patterns from fly artifacts. **Forensic Science International** v. 137, p. 152–159. 2003.

BLANC-CELINO,T.; OLIVEIRA-COSTA, J. ; MAYHÉ-NUNES, A. J. . Práticas Associadas - Análise de Ferimentos Pós-Morte - Interferência dos Animais. *In*: Janyra Oliveira-Costa. (Org.). **Insetos Peritos A Entomologia Forense no Brasil**. Campinas: Millennium, 2013, 488 p.

BLANC-CELINO,T. ; OLIVEIRA-COSTA, J. . Noções de Hymenopterologia. *In*: Oliveira-Costa, J. (Org.). **Entomologia Forense - Quando os insetos são os vestígios**. 3ed. Campinas: Millennium Editora, 2011, v. , p. 237–250.

BONACCI, T.; BRANDMAYR, T. Z.; BRANDMAYR, P.; VERCILLO, V. ; PORCELLI, F. "Successional patterns of the insect fauna on a pig carcass in southern

Italy and the role of *Crematogaster scutellaris* (Hymenoptera, Formicidae) as a carrion invader." **Entomological Science** v. 14, n. 2, p. 125–132. 2011.

BOLTON, B. **Identification guide to the ant genera of the world**. Harvard University Press, Cambridge, MA. 222 pp. 1994.

BORNEMISSZA, G. F. An analysis of arthropod succession in carrion and the effect of its decomposition on the soil fauna. **Aus. J. Zool.** n. 5, v.1, p.12. 1957.

BRAACK, L. Community dynamics of carrion-attendant arthropods in tropical African woodland. **Oecologia**. v. 72, p. 402–409. 1987.

BRANDÃO, C. R. F.; SILVA, R. R.; DELABIE, J. H. C. Formigas (Hymenoptera). In: Panizzi A.R., Parra J.R.P.. (Org.). **Bioecologia e Nutrição de Insetos. Base para o Manejo Integrado de Pragas**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2009, p. 323–369.

BROWN, R.E.; HAWKES, R.I.; PARKER, M. A.; BYRD, J. H. Entomological alteration of bloodstain evidence. In: BYRD, J. H. & CASTNER, J. L. (eds). **Forensic entomology**. CRC Press, Washington, DC. 2000. p. 353–378.

BYRD, J.H. & CASTNER, J. L. **Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations**. 2nd Ed. CRC Press, Boca Raton, FL. 2009. 688 pp.

BYARD, R.W. James RA, Gilbert JD. Diagnostic problems associated with cadaveric trauma from animal activity. **Am J Forensic Med Pathol**. v. 23, p. 238–242. 2002.

BYARD, R. W. Autopsy problems associated with postmortem ant activity. **Forensic Sci Med Pathol.**, v.1: p.1–37, 2005.

CAMPOBASSO, C.P.; MARCHETTI, D.; INTRONA, F. J. Post-mortem artifacts made by ants and the effect of ants activity on decompositional rates. In: **Proceedings of the II Meeting of the European Association for Forensic Entomology (EAFE)**. London (England); 2004:07.

CAMPOBASSO, C. P.; MARCHETTI, D.; INTRONA, F.; COLONNA, M. F. Postmortem Artifacts Made by Ants and the Effect of Ant Activity on Decompositional Rates. **The American Journal of Forensic Medicine and Pathology**. v.30, n. 1, p.84–87, 2009.

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

CRUZ, T. M. & VASCONCELOS, S. D. Entomofauna de solo associada à decomposição de carcaça de suíno em um fragmento da Mata Atlântica de Pernambuco, Brasil. **Biociências**, v.14, n.2, p.193–201, 2006.

DELABIE, J. H. C.; ALVES, H. S. R.; FRANÇA, V. C.; MARTINS, P. T. A.; NASCIMENTO, I. C. Biogeografia das formigas predadoras do gênero *Ectatomma* (Hymenoptera: Formicidae: Ectatomminae) no leste da Bahia e regiões vizinhas. **Agrotrópica**, v. 19, p. 13–20. 2007.

EARLY, M. & GOFF, M. L. “Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of O’ahu, Hawaiian Islands”, USA. **Journal of Medical Entomology**, v.23, p. 520–531, 1986.

FERNÁNDEZ, F. **Introducción a las hormigas de la región neotropical**. Instituto Humboldt, Bogotá. 2003. 424 pp.

FOWLER, H. G. ; FORTI, L. C.; BRANDÃO, C. R. F.; DELABIE, J. H. C.; VASCONCELOS, H. L. Ecologia Nutricional de Formigas. In: PANIZZZI, A. R. & PARRA, J. R. P. (Org.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole e CNPq, p. 131–223. 1991.

FOWLER, H. G. Interference competition between ants (Hymenoptera: Formicidae) in Amazonian clearings. **Ecologia Austral** v.4, p. 35–39. 1994

GARAMENDI, P. M.; LOPEZ-ALCARAZ, M.; MAZON, A.; RODRIGUEZ, J. Lesiones post mortales por fauna cadavérica: La acción de las hormigas sobre el cadáver. **Cuad. med. forense** [online]., v. 52: p. 155-159. 2008.

GOFF, M. L. & WIN, B. H. Estimation of postmortem interval based on colony development time for *Anoplolepis longipes* (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Forensic Sciences**, v.42, p.1176–1179, 1997.

GOMES, H. **Medicina Legal**. Atualizador Hygino Hércules. 32^a ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1997.

GOMES, L.; DESUÓ, I C; GOMES, G.; GIANNOTTI, E. Behavior of *Ectatomma brunneum* (Formicidae: Ectatomminae) preying on Dipterans in Field Conditions. **Sociobiology**, v.53, p. 913–926, 2009.

HAGLUND, W. D. Contribution of rodents to postmortem artifacts of bone and soft tissue. **J Forensic Sci** v. 2, n.37, p. 1459–1465. 1992.

HASKELL, N.H., HALL, R.D., CERVENKA, V.J., CLARK, M.A. On the body: insect's life stage presence, their postmortem artifacts. *In*: Haglund WD, Sorg MH (eds) **Forensic Taphonomy: The postmortem fate of human remains**. CRC Press, Boca Raton. pp 415–448. 1997.

HAWLEY, W. A. & BODOWLE, B. Amplified fragment length polymorphism (AMPFLPS) in mosquito blood meals used to identify individual hosts and detect multiple feedings. Proceedings 2nd Int. Symp. On the forensic Aspects of DNA (US Government Printing Office), 2000.

HEGAZI, E. M.; SHAABAN, M. A.; SABRY. E. Carrion insects of the Egyptian western desert. **Journal of Medical Entomology**, Lanham, v. 28, p. 734–739. 1991.

HERNANDEZ-CUETO, C.; GIRELA, E.; SWEET, D. Advances in the diagnosis of wound vitality. **Am J Forensic Med Pathol**. v. 21, p.21–31. 2000.

HEO, C. C.; MOHAMAD, A. M.; ROSLI, H.; NURUL ASHIKIN, A.; CHEN, C. D.; JOHN, J.; HIROMU, K.; BAHARUDIN, O. Ants (Hymenoptera: Formicidae) associated with pig carcasses in Malaysia. **Tropical Biomedicine**, v. 26, n.1, p.106-109, 2009.

HÖLLDOBLER, B. & WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University, 1990.

HORSWELL, J. **The Practice of Crime Scene Investigation**. Washington D.C.: CRC. 2004.

KNIGHT, B. **Forensic Pathology**. Oxford University Press. Chapter 31–33, 1991.

KOMAR, D.; BEATTIE, O. “Postmortem insect activity may mimic perimortem sexual assault clothing patterns”. **Journal of Forensic Science**. v. 43, n.4, p. 792–796, 1998.

LACHAUD, J. P. Recruitment by selective activation: an archaic type of mass recruitment in a ponerine ant (*Ectatomma ruidum*). **Sociobiology** . v. 11. p.133–142.1985.

LINACRE, A. **Forensic Science in Wildlife Investigations International Forensic Science and Investigation Series**. Boca Raton: CRC Press; 2009

MANT, A. K. Milestones in the development of the British medicolegal system. **Med Sci Law**. Jul; v. 17, n.3, p. 155–63. 1977.

MARTÍNEZ, M. D.; ARNALDOS, M. I.; GARCÍA, M. D. Datos sobre la fauna de hormigas asociada a cadáveres (Hymenoptera: Formicidae). **Bol. Asoc. Esp. Entomol.** v. 21, p. 281–283.1997.

MELONI, E. ; OLIVEIRA-COSTA, J. ; ROSA, D. O. ; ARRUDA, E. ; SANTOS, S. M. X. ; DIAS, G.S. ; SILVA, A. E. ; COSTA, C. E. S. . Procedimento padrão para análises de insetos em produtos estocados. *In: IV Congresso Internacional de Perícia Criminal*, 2011, Gramado. **Anais do IV Congresso Internacional de Perícia**, 2011.

MENOTTI-RAYMOND M. A & O'BRIEN S. J. Evolutionary conservation of ten microsatellite loci in four species of Felidae. **J Hered** v. 86, p.319–322. 1995.

MORETTI, T. C. & RIBEIRO, O. B. *Cephalotes clypeatus* Fabricius (Hymenoptera: Formicidae): hábitos de nidificação e ocorrência em carcaça animal. **Neotropical Entomology**, v. 35, p. 412–415, 2006.

MORETTI, T. C.; THYSSEN, P. J.; GODOY, W. A. C.; SOLIS, D. R. Formigas coletadas durante investigações forenses no sudeste brasileiro - Apresentação oral. *In: XVIII Simpósio de Mirmecologia*, 2007, São Paulo. **O Biológico**, v. 69 s-2. p. 465–467. 2007.

MORETTI, T. C. ; RIBEIRO, O. B.; THYSSEN, J. P.; SOLIS, R. D. “Insects on decomposing carcasses of small rodents in a secondary forest in Southeastern Brazil”. **European Journal of Entomology**. v. 105, p. 691–696, 2008.

MORETTI, T. C.; SOLIS, R. D.; GODOY, W. A. C. Ants (Hymenoptera: Formicidae) Collected with Carrion-Baited Traps in Southeast Brazil. **The Open Forensic Science Journal**, v. 6, p. 1–5, 2013.

MULLER, B. **Gerichtliche Medizin**. Vol. 2. Berlin: Springer-Verlag; 1975.

OEMICHEN, M. Vitality and time course of wounds. **Forensic Sci Int**. v. 144, p.221–231. 204.

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

OLIVEIRA-COSTA, J. ; BLANC-CELINO, T. Hímenopteros Frequentes em Pesquisas Forenses. *In: Oliveira-Costa, J. (Org.). Entomologia Forense - Quando os insetos são os vestígios.* 3ed.Campinas: Millennium Editora, 2011, p. 251–282.

PADAR, Z.; EGYED, B.; KONTADAKIS, K.; FÜREDI, S.; WOLLER, J.; ZÖLDÁG, L.; FEKETE, S. Canine STR analyses in forensic practice. Observation of a possible mutation in a dog hair. **Int J Legal Med** v.116, p.286–288. 2002.

PALACIO, E. E. & FERNÁNDEZ, F. Claves para las subfamilias y géneros. (15) Pages 233-260 *In: Fernández. Introducción a las hormigas de la región neotropical.* Instituto Humboldt, Bogotá. 424 pp. 2003.

PAIVA, R. V. S.; BRANDÃO, C. R. F. Estudos sobre a organização social de *Ectatomma permagnum* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae). **Revista Brasileira de Biologia.** v. 49, p. 783–792. 1989.

PATEL, F. Artifact in forensic medicine: Postmortem rodent activity. **J. Forensic Sci.**, v.39 p.237–260, 1994.

PAYNE, J. A. A Summer Carrion Study of the Baby Pig *Sus scrofa* Linnaeus. **Ecology.** v. 46, n.5, p. 592–602, 1965.

PAYNE, J. A. & Mason, W. R. Hymenoptera associated with pig carrion. *In: Proceedings of Entomological Society of Washington.* v.73, p.132–141. 1971

PFEIFFER, I.; VÖLKEL, I.; TÄUBERT, H.; BRENIG, B. Forensic DNA-typing of dog hair: DNA-extraction and PCR amplification. **Forensic Sci Int.** v.141, p.149–151. 2004.

RIBEIRO, L. F.; Vargas, T.; LOPES, J. F. S. Efeito da Presença de formigas na decomposição e no padrão de sucessão de insetos em carcaças animais. *In: XIX Simpósio de Mirmecologia*, 2009, Ouro Preto. **Anais do XIX Simpósio de Mirmecologia**, 2009.

RICHARDS, E.N. & GOFF, M. L. Arthropod succession on exposed carrion in three contrasting tropical habitats on Hawaii Island, Hawaii. **J Med Entomol.** May; v. 34, n.3, p. 328–39. 1997.

RODRIGUEZ, W.C. Decomposition of buried and submerged bodies. In: Haglund, W.D, Sorg, M.H., eds. **Forensic Taphonomy: The Postmortem Fate of Human Remains**. Boca Raton, FL: CRC press; 459–467. 1997.

ROPOHL, D.; SCHEITHAUER, R.; POLLAK, S. Postmortem injuries inflicted by domestic golden hamster: morphological aspects and evidence by DNA typing. **Forensic Sci Int.**v.72, p. 81–90. 1995.

ROSSI, M. L.; SHAHROM, A. W.; CHAPMAN, R. C.; VANEZIS, P. Postmortem injuries by indoor pets. **Am J Forensic Med Pathol.** v.15, p. 105–109. 1994.

ROUBIK, D. W. Obligate necrophagy in a social bee. **Science** v.217, p. 1059–1060. 1982.

ROTHSCHILD, M. A & SCHNEIDER, V. On the temporal onset of postmortem animal scavenging. “Motivation” of the animal. **Forensic Sci Int** v.89, p.57–64. 1997.

SAUKKO, P & KNIGHT, B. **Knight’s Forensic Pathology**, third ed., Edward Arnold, London, pp. 73–76. 2004.

SCHULZ, I; SCHNEIDER, P.; OLEK, K.; ROTHSCCHILD, M.; TSOKOS, M. Examination of Postmortem Animal Interference to Human Remains Using Cross-

species Multiplex PCR. **Forensic Science, Medicine and Pathology** v.2, n.2, p. 95–101. 2006.

SHEAN, B. S.; MESSINGER, L.; PAPWORTH, M. “Observations of diferencial decomposition on sun exposed v. shaded pig carrion in coastal Washington State”. **Journal Forensic Science**. v. 38, n. 4, p. 938–949, 1993.

SIGRIST, Tomas. **Guia de Campo Avis Brasilis – Avifauna Brasileira**. Descrição das Espécies. São Paulo: Avis Brasilis, 2009

SILVEIRA, O. T. ; ESPOSITO, M. C. ; SANTOS JÚNIOR, J. N. ; GEMAQUE JÚNIOR, F. E . Social wasps and bees captured in carrion traps in a rain forest in Brazil (Hymenoptera: Vespidae; Apidae). **Entomological Science** (Tokyo), Mito, Japão, v. 8: p. 33–39, 2005.

SMITH, K. G. V. **A Manual of Forensic Entomology**. Ithaca: Comstock Publishing Associates. 1986.

SOUZA, A. F. B.; KIRST, F. D.; KRÜGER, R. F. “Entomofauna associada à carcaça de coelho *Oryctolagus cuniculus* L, em Pelotas, RS, Brasil”. *In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA. Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Zoologia. Londrina, 2006.*

SOUZA, B.S.A.; KIRST, D.F.; KRUGER, F.R. “Insects of forensic importance from Rio Grande do Sul Southern Brazil”. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.52, n.4, p.641–646, 2008.

SPITZ, W. U & FISCHER, R. S. **Medicolegal Investigation of Death: Guidelines for the Applications of Pathology to Crime Investigation**. Springfield, IL: Charles C. Thomas; 1993.

TRAGER, J. C. A revision of the fire ants, *Solenopsis geminata* group (Hymenoptera: Formicidae, Myrmicinae). **Journal of the New York Entomological Society** v.99, p.141–198, 1991.

TSOKOS, M. & SCHULZ, F. Indoor postmortem animal interference by carnivores and rodents: report of two cases and review of the literature. **International Journal of Legal Medicine** v. 112, p. 115–119. 1999.

VANLAERHOVEN, S. L & ANDERSON, G. Insect succession on buried carrion in two biogeoclimatic zones of British Columbia. **J Forensic Sci** v. 44, n. 1, p.32–43. 1999.

URURAHY-RODRIGUES, A.; Marques, H; Rafael J; Wanderley R.; Pujol-Luz. *J. Coprophanaeus lancifer*(Coleoptera, Scarabaeidae) activity causes the rolling movement of a man-sized carcass in Amazonia, Brazil: A forensic taphonomy report. **Forensic Science International** v.182:[, p. 19–22. 2008.

VENTURA, F.; GALLO, M.; DE STEFANO, F. Postmortem skin damage due to ants: description of 3 cases. **Am J Forensic Med Pathol.** Jun; v. 31, n.2, p.120–1. 2010.

WELLS, J.D. & GREENBERG, B. Effect of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) and carcass type on the daily occurrence of postfeeding carrion-fly larvae (Diptera: Calliphoridae, Sarcophagidae). **J. Med. Entomol.**, v.31, p. 171–174, 1994.

WILSON, E. O. A social ethogram of the Neotropical arboreal ant *Zacryptocerus carians* (Fr. Smith). **Animal Behaviour** v. 24, p. 354–363. 1976.

ZEHNER, R.; AMENDT, J.; KRETTEK, R. STR typing of human DNA from fly larvae fed on decomposing bodies. **J. Forensic Sci.** v. 49, p.337–340. 2004.