

Decomposição cadavérica de suínos e sazonalidade da entomofauna: contribuição para uma tafonomia médico-veterinária

Filipi Krasinski Cestari¹, Marília Melo Favalesso², Edilson Caron³, Carla Janaina Rebouças Marques do Rosário⁴, Sérgio Túlio Jacinto Reis⁵, Raimundo Alberto Tostes^{6*}

Submitted: 20/02/2024

Accepted: 27/03/2024

¹Patologista Veterinário do Laboratório Prevenção & Diagnose - Rua Presidente Kennedy, 2153, Centro, Cascavel/PR, 85810-040, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9546-1269>

²Cientista de Dados no Hospital Israelita Albert Einstein - Av. Albert Einstein, 627/701, Morumbi, São Paulo/SP, 05652-900, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4441-0960>

³Professor Adjunto da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina. Laboratório de Entomologia - Rua Pioneiro, 2153, Jardim Dallas, Palotina/PR, 85950-000, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7136-2218>

⁴Pesquisadora da Universidade Estadual do Maranhão – Programa de Pós-Graduação Profissional em Defesa Sanitária Animal - Cidade Universitária Paulo VI, Caixa Postal 09, São Luís/MA, 65055-310, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7682-8141>

⁵Perito Criminal Federal – Instituto Nacional de Criminalística - Polícia Federal. Setor Policial Sul, Lote 7 - Asa Sul, Brasília/DF, 70610-902, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3471-3530>

⁶Professor Adjunto da Universidade Federal do Paraná – Campus Jandaia do Sul - Rua Dr. João Maximiano, 426, Vila Operária, Jandaia do Sul/PR, 86900-000, ORCID: <http://orcid.org/0009-0006-3993-7900>

E-mail para correspondência: tostes@ufpr.br

Resumo: O objetivo desse estudo foi inventariar a entomofauna associada a decomposição de carcaça de *Sus scrofa domesticus* no município de Palotina, Paraná, por meio do levantamento de ordens de insetos presentes nos cadáveres em diferentes estações do ano e em diferentes fases de decomposição. O experimento foi realizado no Setor Palotina da Universidade Federal do Paraná - UFPR, no período de junho de 2011 a abril de 2012 com quatro carcaças obtidas de refúgio da suinocultura. As carcaças foram depositadas no solo sobre uma grade de metal protegida por gaiola e para captura dos insetos foram utilizadas armadilhas do tipo pitfall e Shannon modificada. As coletas foram realizadas diariamente até a completa esqueletização da carcaça. Com isso, obteve-se um total de 10.992 insetos coletados. No inverno foram coletados 3.280 indivíduos, dos quais 62,9% eram dípteros e 13,72% coleópteros; ambas as ordens prevaleceram na esqueletização. Na primavera, foram coletados 2.730 espécimes com prevalência de coleópteros e dípteros na fase coliquativa, com 1.108 e 839 exemplares, respectivamente. No verão, os insetos mais prevalentes foram os dípteros (37,11%) e coleópteros (31,21%), sendo a fase de esqueletização a mais importante. No outono, a ordem Díptera (65,3%) e a Himenóptera (21,64%) foram as mais comuns, sendo a fase coliquativa a que obteve mais indivíduos. Sendo assim, observou-se que não houve uma sucessão entomológica concreta entre as diferentes ordens, sendo necessário um estudo mais aprofundado dos indivíduos, para ser possível associar determinados táxons a eventos post-mortem bem definidos.

Palavras-chaves: Decomposição; Fauna cadavérica; Medicina Veterinária Legal.

1. Introdução

A Tafonomia é o estudo da dinâmica de variáveis envolvidas na decomposição, preservação, dispersão, erosão, sepultamento ou exposição de organismos mortos (Ururahy-Rodrigues et al., 2008). As carcaças de vertebrados consistem em uma excelente fonte de recursos para diversas comunidades de insetos (Anderson & Cervenka, 2002), que possuem não só uma importância ecológica no processo de decomposição, mas que também podem ser utilizadas como ferramentas nas investigações criminais (Zhou & Byard, 2011), permitindo a estimativa do intervalo de tempo em que o corpo foi colonizado.

A diferença na exploração do cadáver pelos insetos ao longo de cada etapa de decomposição e o conhecimento do tempo ocupado por cada estágio de desenvolvimento do inseto, associado a parâmetros abióticos como temperatura ambiente e do solo, permitem a utilização desses artrópodes para auxiliar na estimativa do intervalo pós-morte (IPM) (Vass, 2011).

O corpo humano, foco das investigações criminais, passa por diversas mudanças, dificultando a possibilidade de estimar o IPM pelos métodos tradicionais de medicina legal, logo os insetos encontrados no corpo podem ser uma fonte de informações inestimáveis (Amendt et al., 2004). A maioria das aplicações da entomologia forense está relacionada à investigação da morte em humanos. Porém, nos últimos anos, observou-se um aumento nos casos de entomologia forense envolvendo animais (Almeida & Costa, 2017).

Isso ocorre porque esses insetos são atraídos imediatamente ao cadáver após a morte, frequentemente em minutos (Stejskal, 2019), sendo as moscas-varejeiras as pioneiras, atraídas pelos odores emanados de um corpo em decomposição a longas distâncias (Amendt et al., 2004) e por isso têm fundamental importância nesses estudos. A sucessão ecológica dos artrópodes ocorre em etapas bem nítidas que têm como característica a presença de grupos e espécies-chave conforme a fase de decomposição, o que os coloca como indicadores forenses (Meira & Barros, 2015).

Pujol-Luz et al. (2008) chamam a atenção para que o desenvolvimento dos insetos e a colonização de um cadáver estão estreitamente ligados a um nicho específico, tornando difícil a avaliação da fauna de uma região para outra. Com efeito, algumas variações sutis nas condições climáticas e ambientais promovem uma significativa variação na eclosão e desenvolvimento de larvas e insetos adultos (Byrd & Blütler, 1998; Vanlaerhoven & Anderson, 1999). Neste último aspecto, o ciclo biológico dos artrópodes

apresenta uma estreita relação com as condições ambientais e com o processo de colonização cadavérica. Estas variações devem ser observadas para evitar erros nas estimativas de ciclos.

Com base no exposto, este trabalho objetivou inventariar a entomofauna associada a decomposição de carcaça de *Sus scrofa domesticus* no município de Palotina, Paraná, por meio do levantamento de ordens de insetos em cada estação do ano e em diferentes fases de decomposição.

2. Materiais e Métodos

2.1. Local de estudo

Este estudo foi conduzido em um fragmento florestal localizado em Palotina, PR (24°17'35" S e 53°50'32" O), anexo ao Setor Palotina da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Na área ocorre a vegetação do tipo Floresta Estacional Semidecídua, representada por vegetação secundária em estágio intermediário de regeneração. A área encontra-se no terceiro planalto paranaense e, segundo a classificação de Köppen adotada para o Estado, enquadra-se no clima Cfa, tendo como características a alta umidade e os verões quentes (temperatura média mensal: 21,24°C; umidade relativa mensal: 76,17%; e precipitação anual: 1.649,7 mm) (SIMEPAR, 2011).

2.2. Descrição do ensaio

O experimento abrangeu as quatro estações do ano, no período de 21 de junho de 2011 a 27 de abril de 2012 utilizando quatro carcaças de suíno obtidas de refugo da suinocultura com peso médio de 12Kg. As carcaças foram depositadas no solo sobre uma grade de metal protegida por gaiola para evitar o acesso de carnívoros e outros vertebrados. O aparato foi montado em clareira na mata e coberto por uma armadilha do tipo Shannon modificada, à qual foi acoplada a uma estrutura de cano PVC em forma de "L" com um recipiente coletor de 500 mL contendo álcool 70% para coleta dos insetos que deixavam a carcaça voando. Este recipiente era coletado diariamente.

Para a captura de coleópteros e demais insetos que chegavam à carcaça pelo solo foram instaladas 4 armadilhas de solo do tipo pitfall contendo álcool 70% e uma gota de detergente, cobertas com proteção de madeira (10 cm de altura) para evitar que folhas e outros detritos prejudicassem a eficiência da armadilha. A coleta manual era realizada a cada dois dias, com duração aproximada de 15 minutos, utilizando-se de pinça, e sacrificando os insetos capturados em álcool 70%. Após as coletas os insetos adultos eram enviados para identificação no Laboratório Integrado de Pesquisas em Biodiversidade (LIPBio – UFPR, Campus Palotina), onde foram triados quanto à ordem e acomodados em mantas entomológicas. A montagem foi realizada com pelo menos um exemplar de cada morfotipo coletado. A identificação dos morfotipos foi realizada a partir de chaves de identificação (Triplehorn & Johnson, 2010, Rafael et al., 2012). O material testemunha está depositado na Coleção Científica, anexa ao LIPBio, no setor Palotina (UFPR).

As fases de decomposição foram classificadas segundo Oliveira-Costa (2013) em fresca, coloração, gasosa, coliquativa e esqueletização. Foram aferidas as temperaturas do ambiente e da carcaça e a pluviometria. As análises faunísticas foram efetuadas utilizando o programa Excel do sistema operacional Microsoft® Windows® e aplicativo do Excel Xlstat.

2.3. Análise estatística

Os dados relativos às abundâncias das ordens de insetos foram analisados em relação ao seu padrão associativo com as estações do ano e com as fases de decomposição da carcaça. Estas associações foram avaliadas por meio da análise multivariada de correspondência e testadas sua significância estatística por meio do teste de qui quadrado para independência. Nos testes estatísticos foi utilizado o nível de significância de 0,05.

3. Resultados

Foram observadas 8 ordens de um total de 10.992 espécimes coletados da classe Insecta, representadas pelas ordens, Diptera 59,54% (5.623), Coleoptera 29,91% (2.731), Hymenoptera 11,54% (1.090), as quais têm grande importância para a perícia criminal na estimativa do IPM, Lepidopteras 7,38% (811), Orthopteras 3,28% (361), Hemipteras 2,55% (281), Dermapteras 0,41% (45), Blatodeas 0,30% (33) e outras 0,15% (17) (Tabela 1).

Ordens de Interesse	Estação				Total	FR (%)
	Inverno	Outono	Primavera	Verão		
<u>Diptera</u>	2.063	1.551	1.047	962	5.623	51,15
<u>Coleoptera</u>	450	140	1.332	809	2.731	24,84
<u>Hymenoptera</u>	176	514	144	256	1.090	9,92
SUBTOTAL	2.689	2.205	2.523	2.027	9.444	
Demais Ordens						
<u>Orthoptera</u>	200	18	69	74	361	3,28
<u>Hemiptera</u>	78	4	44	155	281	2,55
<u>Lepidoptera</u>	297	133	92	289	811	7,38
<u>Dermaptera</u>	2	0	1	42	45	0,41
<u>Blatodea</u>	14	12	3	4	33	0,30
Outros	0	15	1	1	17	0,15
Total	3.280	2.387	2.733	2.592	10.992	100
FR (%)	29,84	21,71	24,86	23,58	100	

Tabela 1 – Ordens de insetos coletadas em cada modelo experimental, Palotina, Paraná, junho de 2011 a abril de 2012.

Para a avaliação da sazonalidade foram verificadas as associações das abundâncias das ordens de insetos comparada às fases de decomposição. Verificou-se que para as estações outono e primavera, não houve correlação significativa das abundâncias das ordens de insetos com as fases de decomposição (outono $\chi^2 = 13,54$; $p = 0,331$; inércia total = 0,047; primavera $\chi^2 = 22,25$; $p = 0,074$; inércia total = 0,067). Na primavera houve prevalência de coleópteros 40,59% (1108) na fase coliquativa, e 30,73% (839) de dípteros, de um total de 2.730 espécimes coletados durante a estação. No outono a fase coliquativa teve prevalência da ordem Diptera (65,3%), seguida da Hymenoptera (21,64 %), e outras (13,05%) de um total de 1.256 de indivíduos. As fases de decomposição com menores visitas por insetos foram: fresca, coloração e gasosa.

Já para as estações inverno e verão verificou-se a existência de associação de algumas ordens com as fases de decomposição (inverno $\chi^2 = 49,348$; $p = 0,008$; inércia total = 0,136; verão $\chi^2 = 125,019$; $p < 0,0001$; inércia total = 0,383). No inverno foram coletados 3280 indivíduos, dos quais 62,9% eram dípteros e 13,72% de coleópteros; ambas as ordens prevaleceram na esqueletização. No verão a fase de esqueletização foi a mais importante, foram coletados 962 dípteros (37,11%) e 809 coleópteros (31,21%). Embora a primavera e o outono compoñham o quadro de coleta anual, para este trabalho vamos considerar apenas as estações em que houve associação entre as ordens e as fases de decomposição.

A Díptera foi a ordem com maior frequência em todas as fases de decomposição, sendo a única ordem com frequência representativa na fase fresca (Tabela 2).

Ordem	Fase				
	Fresca	Coloração	Gasosa	Coliquativa	Esqueletização
<u>Coleoptera</u>	14,28	16,72	30,42	30,29	28,28
<u>Diptera</u>	85,71	74,22	51,75	58,76	59,69
<u>Hymenoptera</u>	0	9,06	17,83	10,95	12,02

Tabela 2 – Frequência Relativa (%) das Ordens de Interesse Forense coletados em cada Fase de decomposição, Palotina, Paraná, junho de 2011 a abril de 2012.

4. Discussão

A Díptera foi a ordem com maior frequência em todas as fases de decomposição, esse comportamento está associado ao fato desta ordem colonizar as carcaças em decomposição (De Paula et al., 2020). Os dípteros se utilizam da carcaça para oviposição e alimentação, e tendem a ser mais frequentes nas fases de coloração a coliquativa devido ao seu alto índice de colonização no cadáver para estes fins (Gomes et al., 2007). Segundo Rosa et al. (2009) os insetos são atraídos para o corpo imediatamente após a morte e os dípteros são, geralmente, os primeiros colonizadores desse substrato, principalmente os representantes das famílias Calliphoridae, Sarcophagidae e Muscidae. Também são responsáveis pelo consumo de grande parte da biomassa nos estágios iniciais de decomposição das carcaças (Marchenko, 2001; Martinez et al., 2007; Rosa et al., 2009). O fim da fase coliquativa e o início da esqueletização estão ligadas ao fim do desenvolvimento desta ordem, chegando à idade adulta, quando deixam o cadáver.

Segundo Oliveira-Costa (2013) a incidência marcante de Coleoptera em estágios mais tardios de decomposição (neste caso, o fim da fase coliquativa e a fase de esqueletização), pode ser parcialmente devido à grande quantidade de amônia – bastante tóxica para os coleópteros – produzida por larvas de Dípteros nas fases iniciais da decomposição; enquanto Oliveira-Costa (2008) acredita que, devido à competição com os Dípteros, que são mais ágeis, atingindo a carcaça antes, os besouros necrófagos, como estratégia,

ocorrem em períodos mais tardios (secos); porém esses predadores chegam antes que as larvas de moscas tenham abandonados os restos (logo que algumas famílias de Coleoptera são predadoras destas larvas).

Fonseca et al. (2020) estudaram o padrão de sucessão de coleópteros durante a decomposição cadavérica e observaram que a ocorrência dos coleópteros atinge pico populacional durante as fases mais avançadas da deterioração cadavérica, desta forma, pode-se inferir que existe um padrão na sucessão entomológica no decorrer da decomposição e este comportamento ocorre sem interferência da variação de fatores abióticos como temperatura e umidade relacionados diretamente com as estações do ano.

Apesar de termos observado a maior variedade de espécies nos experimentos realizados no inverno e na primavera, Carvalho et al. (2017), relatam que a abundância de insetos atraídos não tem relação com as estações do ano. Tanto Carvalho et al. (2017), quanto Cavallari et al. (2015), observaram menor diversidade de espécies no verão do que no período do inverno, o que coincide com menor tempo de exposição da carcaça, visto que altas temperatura e umidade nesta estação favorecem a mais rápida decomposição da carcaça, evidenciando o inverno como estação de maior riqueza de espécies.

Segundo Azevedo Filho et al. (2023), embora os Hymenopteros formem um grupo abundante e constante nas imediações de carcaça, poucos trabalhos investigaram a importância da formiga no processo de decomposição de carcaça e nas alterações de condições associados a esse processo; as formigas ocupam diversas guildas ecológicas, e podem atuar como decompositores, predadores, onívoros, e neste caso, também podem se alimentar de tecidos animais mortos, acelerando o processo de decomposição. Para Oliveira-Costa (2013) essa família é de importância forense, pois coloniza a carcaça e, nessas cadeias alimentares, pode ser necrófago, predador ou onívoro. Em estudos, a autora colocou os Hymenoptera como a terceira ordem mais abundante na colonização de carcaças.

A sucessão de artrópodes ligados à decomposição de carcaças de animais ou humanas tem sido estudada em vários locais, e a configuração de tais trabalhos baseia-se na tentativa de subdividir todo o processo de decomposição dentro de estágios integrados, cada um com características e reunião de artrópodes próprias. As alterações sofridas pela matéria estão relacionadas ao tempo e a fatores ambientais (Cavallari, 2018).

5. Conclusão

Os dados demonstram que a Diptera foi a ordem observada com maior frequência em todas as fases de decomposição, sendo a única ordem com presença representativa na fase fresca. Em relação a avaliação da sazonalidade, na fase coliquativa houve prevalência de coleópteros e de dípteros na primavera, e de dípteros e himenópteros no outono. Já no inverno e no verão, a fase de esqueletização foi a mais importante, coletados com maior frequência dípteros e coleópteros. As fases de decomposição com menores visitas por insetos foram: a fresca, a coloração e a gasosa. Sendo assim, observou-se que não houve uma sucessão entomológica concreta entre as diferentes ordens, sendo necessário um estudo mais aprofundado dos indivíduos, para que seja possível associar determinados táxons a eventos post-mortem bem definidos.

6. Referências

- Almeida ECP, Costa JO. Entomologia Forense. In: Tostes RA, Reis STJ, Castilho VV. (Eds.) Tratado de Medicina Veterinária Legal. Curitiba-PR, Medvep, p. 222-243, 2017.
- Amendt J, Krettek R, Zehner R. Forensic entomology. *Naturwissenschaften*. 2004 Feb;91(2):51-65. doi: 10.1007/s00114-003-0493-5. Epub 2004 Jan 16. PMID: 14991142.
- Anderson G, Cervenka VJ. Insects associated with the body: their use and analyses In: Haglund WD, Sorg MH. (eds) *Advances in forensic taphonomy: method, theory and archaeological perspective*. CRC, Boca Raton, Fla., p.173-200. 2002. doi:10.1201/9781420058352-12
- Azevedo Filho WS, Pinto AP, Gavazzoni GBP, VIGNATTI G, Peruzzo L, Mondoloni DRL, Nondillo A. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) de importância forense ocorrentes em carcaça suína (*Sus scrofa*) no município de Bento Gonçalves, RS. *Revista Brasileira de Criminalística, [S. l.]*, v. 12, n. 1, p. 87-92, 2023. DOI: 10.15260/rbc.v12i1.586. Disponível em: <https://revista.rbc.org.br/index.php/rbc/article/view/586>. Acesso em: 19 fev. 2024.
- Byrd JH, Butler JF. Effects of temperature on *Sarcophaga haemorrhoidalis* (Diptera: Sarcophagidae) development. *J Med Entomol*. 1998 Sep;35(5):694-8. doi: 10.1093/jmedent/35.5.694. PMID: 9775595.
- Carvalho RP, Azevedo WTA, Figueiredo AL, Lessa CSS, Aguiar VM. Dipterofauna Associated With Rat Carcasses in the Atlantic Forest, Southeastern Brazil. *J Med Entomol*. 2017 Nov 7;54(6):1498-1509. doi: 10.1093/jme/tjx118. PMID: 28981854.
- Cavallari ML. Decomposição cadavérica e sucessão ecológica: análise da entomofauna em carcaças de porcos (*Sus scrofa domesticus*) intoxicados por cocaína e carbamato. Tese (Doutorado em Ciências) – Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Coordenadoria de Controle de Doenças, São Paulo, 2018, 122p.
- Cruz TM, Vasconcelos SD. Entomofauna de solo associada à decomposição de carcaça de suíno em um fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco, Brasil. *Biociências*, v. 14, p. 193-201, 2006.
- Fonseca PP, Thé TS, Oliveira FF, Pamponet FM, Lopes DS. Estudo preliminar de coleópteros de potencial forense, coletados em fragmento de Mata Atlântica no município de Salvador – BA. *Revista Internacional de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 10, n. 02, p. 85 - 98, 2020. doi: 10.12957/ric.2020.50002
- Gomes L, Gomes G, Oliveira HG, Von Zuben CJ, Silva IM, Sanches MR. Efeito do tipo de substrato para pupação na dispersão larval pós- alimentar de *Chrysomya albiceps* (Diptera, Calliphoridae). *Iheringia, Série Zoologia*, v. 97,

- n. 3, p. 239-242, 2007. doi: 10.1590/S0073-47212007000300003.
- Kulshrestha P, Satpathy DK. Use of beetles in forensic entomology. *Forensic Sci Int.* 2001 Aug 15;120(1-2):15-7. doi: 10.1016/s0379-0738(01)00410-8. PMID: 11457603.
- Marchenko MI. Medicolegal relevance of cadaver entomofauna for the determination of the time of death. *Forensic Sci Int.* 2001 Aug 15;120(1-2):89-109. doi: 10.1016/s0379-0738(01)00416-9. PMID: 11457616.
- Martinez E, Duque P, Wolff M. Succession pattern of carrion-feeding insects in Paramo, Colombia. *Forensic Sci Int.* 2007 Mar 2;166(2-3):182-9. doi: 10.1016/j.forsciint.2006.05.027. Epub 2006 Jun 21. PMID: 16797152.
- Meira KTR, Barros RM. Padrões de sucessão da fauna cadavérica no Brasil, uma contribuição para a prática forense. *Acta de Ciências e Saúde*, v. 1, n. 4 2015. Disponível em: <https://www2.ls.edu.br/actacs/index.php/ACTA/article/view/95>
- Oliveira-Costa, J. *Entomologia Forense: Quando os insetos são vestígios*. Editora Millennium, Campinas SP, 2013. p. 502.
- Oliveira-Costa, J. *Entomologia Forense: Quando os insetos são vestígios*. São Paulo: Editora Millenium, 2008, p. 420.
- de Paula AA, Costa MB, Vianna EN, de Filippis T, Marinho PA. Ocorrência de membros da Ordem Diptera (Linnaeus, 1758) em carcaça de suíno (*Sus scrofa domesticus*) em área urbana de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira De Criminalística*, 9(1), 7-14, 2020. <https://doi.org/10.15260/rbc.v9i1.253>
- Pujol-Luz JR, Santana FH. Chaves para identificação da moscas (Diptera) com especial atenção para as de interesse forense. In: Curso especial de entomologia forense, 1., 2004, Brasília/DF. Disponível em: <http://www.segurancahumana.org.br>.
- Rosa TA, Babata MLY, Souza CM, Sousa D, Mello-Patiu CA, Mendes J. Dípteros de Interesse Forense em Dois Perfis de Vegetação de Cerrado em Uberlândia, MG. *Neotropical Entomology* v. 6 p. 859-866, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ne/a/MxVBrFK8YWd7zt76h5yh6CL/?format=pdf&lang=pt>
- SIMEPAR. Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná. Previsão diária. Disponível em http://www.simepar.br/prognozweb/simepar/forecast_by_counties/4117909.
- Stejskal, SM. *Death, Decomposition, and Detector Dogs: From Science to Scene*. Boca Raton, CRC Press, 2019, 247p. doi: 10.1201/b12880
- Triplehorn CA, Johnson NF. *Estudo dos Insetos*. Tradução da 7ª Edição de Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. São Paulo: Cengage Learning, 2011. p. 816.
- Ururahy-Rodrigues A, Rafael JA, Wanderley RF, Marques H, Pujol-Luz JR. *Coprophanacus lancifer* (Linnaeus, 1767) (Coleoptera, Scarabaeidae) activity moves a man-size pig carcass: relevant data for forensic taphonomy. *Forensic Sci Int.* 2008 Nov 20;182(1-3):e19-22. doi: 10.1016/j.forsciint.2008.09.009. Epub 2008 Nov 5. PMID: 18990518.
- VanLaerhoven SL, Anderson GS. Insect succession on buried carrion in two biogeoclimatic zones of British Columbia. *J Forensic Sci.* 1999 Jan;44(1):32-43. PMID: 9987868.
- VASS, A. A. Beyond the grave- understanding human decomposition, *Microbiology Today*, v. 28, p. 190-192, 2001.
- Zhou C, Byard RW. Factors and processes causing accelerated decomposition in human cadavers - An overview. *J Forensic Leg Med.* 2011 Jan;18(1):6-9. doi: 10.1016/j.jflm.2010.10.003. Epub 2010 Nov 10. PMID: 21216371.