

## SUCESSÃO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS EM CARÇAÇAS DE RATO NO RIO UBERABA - MG

Carolina Lopes Quina<sup>1</sup>, Afonso Pelli<sup>1</sup>, André Guilherme Costa Martins<sup>2</sup>

### RESUMO

Existem padrões de sucessão ecológica na carcaça de um animal em diferentes estágios de decomposição. Essa sucessão acontece em etapas caracterizadas por grupos e espécies definidas, de acordo com a fase de decomposição. Este trabalho teve por objetivo avaliar a sucessão ecológica em peças de origem animal, em ambientes aquáticos lóticos. Foram utilizados neonatos de rato, previamente sacrificados, após anestesia a frio, em cinco unidades amostrais. O material foi depositado dentro de saco de sombrite e retirado a intervalos de 1, 2, 3 e 4 dias. A análise foi realizada em laboratório após tamisação da amostra e preservada em solução de álcool a 75%. O material foi triado e identificado sob microscópio estereoscópio. Insecta foi o grupo dominante. Trichoptera e Diptera apresentaram três famílias, sendo as dominantes, seguidas por Ephemeroptera com duas famílias e as Ordens Coleoptera e Odonata com uma família. Crustacea apresentou duas Ordens. Também foram observados os Filos Sarcodina e Annelida. Ocorreu sucessão dos organismos em função, não da categoria taxonômica, mas sim da categoria morfo funcional ou morfo comportamental. Assim, foi possível observar uma tendência de aumento nas densidades, bem como na riqueza de espécies, e que o padrão de sucessão no substrato artificial – carcaças – reflete as condições do ambiente.

**Palavras-chave:** *medicina legal; entomologia forense; decomposição.*

### SUCCESSION OF BENTHIC MACROINVERTEBRATES ON RAT CARCASSES IN UBERABA RIVER- MG

### ABSTRACT

There are patterns of ecological succession in different stages of decomposition in the rat carcasses. According to the stages of decomposition, the succession happens in stages characterized by defined groups and species. The aim of this research was to evaluate the ecological succession in animal carcasses in lotic environments. Five neonates rats previously sacrificed in cold anesthesia were evaluated. Within a bag of shade, the material was deposited in lotic environments and removed in intervals of 1 to 4 days. The analysis was performed in the laboratory after sieving the sample solution and preserved in alcohol 75%. The material was sorted and identified under a stereoscopic microscope. Insecta was the dominant group. Trichoptera and Diptera were dominant with three families, followed by two Ephemeroptera families and one family of Coleoptera and Odonata orders. Two orders of Crustacea, the phyla Annelida and Sarcodina were also observed. There was a succession of organisms related to functional or morphological behavior. There was a tendency of increase in density and species richness and that the pattern of succession in artificial substrate - carcasses - reflects the environmental conditions.

**Keywords:** *legal medicine; forensic entomology; decomposition.*

<sup>1</sup>Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Instituto de Ciências Biológicas e Naturais.

<sup>2</sup>Universidade de São Paulo. Instituto de Ciências Biomédicas.

## INTRODUÇÃO

Os insetos correspondem a mais da metade de todas as espécies de animais do mundo (1,2). Os estudos baseados no desenvolvimento e na sucessão de artrópodes em carcaças podem ser aplicados ou subsidiar estudos técnicos em investigações relacionadas à medicina legal. A princípio, o uso da entomologia para guiar uma investigação legal, parece ser algo impreciso e substituível por outras técnicas periciais. Entretanto, a entomologia forense, na maioria das vezes é capaz de fornecer, com exatidão e riqueza de detalhes, dados não alcançados por nenhuma outra prática investigativa (3,4). Ao contrário das demais, a exatidão obtida através dos insetos é diretamente proporcional ao tempo transcorrido após o crime. Isso faz com que a entomologia forense seja praticamente a única ferramenta disponível nos casos em que o crime, principalmente mortes violentas, ocorreu meses ou até anos após o momento da perícia (1-5).

Os insetos e outros organismos pertencentes a diferentes grupos taxonômicos, como Acarina, Diplopoda e Chilopoda, sobretudo os necrófagos, atuam como verdadeiras testemunhas, pois muitas vezes são os primeiros visitantes da cena do crime. A fauna entomológica necrófaga é composta por espécies que utilizam a matéria orgânica em decomposição como fonte de alimento, substrato para ovoposição, abrigo e fonte de proteína para completar o seu desenvolvimento e a maturação dos ovos (2; 3; 6). Tais espécies desempenham um papel ecológico fundamental para a reciclagem da matéria orgânica, entretanto, quando se trata de um corpo humano em decomposição ou qualquer outro cadáver com importância legal, é que se define o estudo desta fauna como entomologia forense.

Nos países desenvolvidos, a entomologia forense já é prática rotineira em investigações policiais, algumas instituições criminalísticas possuem em seu corpo de peritos, profissionais treinados em transformar dados entomológicos em provas judiciais, a exemplo o Federal Bureau Investigation – F.B.I. nos Estados Unidos e a International Criminal Police Organization – Interpol em mais de 140 países membros (7). No Brasil, a entomologia forense é raramente utilizada em parte pela falta de conhecimento e profissionais da área, pela grande extensão territorial com amplas

variações de temperatura, umidade e formações vegetais, o que impossibilita uma padronização da técnica. Outro fator a ser considerado é a elevada diversidade de espécies, muitas ainda não identificadas pela ciência, que podem apresentar valor forense em uma investigação. Além dos já anteriormente descritos, os poucos entomologistas forenses existentes ainda enfrentam barreiras éticas e legais que dificultam a extrapolação dos resultados encontrados em cenas de crime para fora do meio investigativo (3).

De acordo com Lord e Stevesson (8), a entomologia forense pode ser dividida em três categorias principais: urbana, de produtos estocados e médico-legal. A primeira envolve ações cíveis em que ocorre a presença de insetos em imóveis, seja danificando a estrutura ou acarretando riscos à saúde humana, nos casos de insetos peçonhentos. Já a seguinte, relacionam-se com aspectos econômicos, morais e sanitários gerados por insetos em produtos estocados. Por último, a médico-legal, relaciona-se com a presença de insetos como vestígios em casos de morte violenta e maus tratos.

Diferentemente das demais técnicas de determinação do intervalo post mortem (IPM), a entomológica provou ser a mais precisa, principalmente nos casos em que a morte ocorreu a mais de três dias (8). Há duas formas para se determinar o IPM através de dados entomológicos. No primeiro caso, o cálculo é feito a partir do espécime que se encontra no estágio mais desenvolvido e que possui o desenvolvimento mais lento já determinado em laboratório (6,9). Entretanto, como na maioria das perícias, a temperatura do local em que se encontra o corpo não é constante e não coincide com as laboratoriais é utilizada uma técnica que permite comparar o desenvolvimento de uma mesma espécie em diferentes temperaturas. Tal técnica é chamada de grau-dia acumulado ou hora-grau. Já, o segundo método de determinação do IPM, utiliza a comparação do padrão de colonização da carcaça por diferentes taxa com outros regionais determinados por experimentos. É nesse ponto, que a entomologia forense no Brasil ainda carece de estudos, pois há várias regiões ainda não mapeadas quanto à sucessão entomológica em carcaças e, existem outras, que nem mesmo se conhece a fauna regional (10).

Para efetuar o cálculo do tempo transcorrido após a morte, constrói-se uma matriz binária que correlaciona a coexistência dos taxa coletados com intervalos de tempo mais tarde, e as que não são recorrentes, que aparecem em um único momento.

Os ambientes lóticos abrigam representantes das Ordens Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Odonata, Coleoptera, Diptera (11) dentre outros. Segundo Cruz (12), o ambiente aquático apresenta peculiaridades, sendo que a distribuição dos insetos depende de fatores físico-químicos e bióticos, influenciados

definidos. Isso facilita a visualização e diferenciação entre as espécies recorrentes, que aparecem no processo de sucessão, extinguem-se e reaparecem alguns intervalos de tempo pela geografia como a mata ciliar e uso e ocupação da bacia hidrográfica. Apesar da importância dos ambientes aquáticos, estes tem sido negligenciados, e poucos estudos envolvendo sucessão em carcaças são apresentados na literatura.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a sucessão ecológica em carcaças, em ambientes lóticos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados cinco neonatos de rato, previamente sacrificados, após anestesia a frio. Cada neonato isoladamente foi acondicionado em sacos de sombrite com 2 mm entre nós, individualmente. Cada neonato em um saco de sombrite foi designado como amostra. O material foi depositado no rio Uberaba, em abril de 2010, dentro de uma represa (Fig. 01), situada entre os paralelos 19° 30' e 19° 45' de latitude sul e os meridianos de 47° 38' e 48° 00' a oeste de Greenwich (12). As amostras foram retiradas a intervalos de 1, 2, 3 e 4 dias, acondicionadas em sacos plásticos e fixadas no momento da coleta com formol a 5%.

Concomitante a retirada do material foram realizadas análises de água. A temperatura e oxigênio dissolvido da água foram mensurados por método eletrométrico utilizando o oxímetro Handylab OX1.

A análise da fauna de macroinvertebrados bentônicos foi realizada em laboratório após tamisação da amostra, em água corrente com peneira de malha inferior a 0,250 mm. Após a triagem o material foi preservado em solução de álcool a 75%. O material foi triado e identificado sob microscópio estereoscópio, utilizando as chaves taxonômicas apresentadas em Merrit & Cummins e Borror & Delong; além de Ruppert & Barnes e Margulis & Schwartz (13-16).



**Figura 1.** Identificação do local em que os experimentos de sucessão foram conduzidos. Data da imagem: novembro de 2010.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a lista dos organismos encontrados nas carcaças dos animais durante o experimento. Foram relacionadas 14 categorias taxonômicas pertencentes a três filós e nove Ordens.

Insecta foi o grupo dominante, como observado por outros autores tanto em

ambientes lóticos (17), como em ambientes lênticos (18,19). Trichoptera e Diptera apresentaram três famílias, sendo as dominantes, seguidas por Ephemeroptera com duas famílias e igualmente com uma família as Ordens Coleoptera e Odonata. Crustacea apresentou duas Ordens e também foram observados os Filos Sarcodina e Annelida.

**Tabela 1.** Lista dos taxa relacionados nos experimentos realizados no rio Uberaba/MG, em abril de 2010, utilizando carcaça de neonato de rato como substrato.

Filo	Classe	Ordem	Familia	
Sarcodina	Rhizopodea	-	-	
Annelida	Oligochaeta	-	-	
Arthropoda	Crustacea	Ostracoda	-	
		Copepoda	-	
	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	
			Tricorythidae	
		Odonata	Libellulidae	
			Trichoptera	Hydroptilidae
		Leptoceridae		
		Polycentropodidae		
		Coleoptera	Curculionidae	
		Diptera	Ceratopogonidae	
Chironomidae				
		Simuliidae		

A Tabela 2 apresenta a sucessão ecológica, dos organismos nos quatro dias de experimentação. Foi observada tendência de aumento nas densidades de organismos ao longo dos dias. Nos dois primeiros dias foram observados sete organismos, no dia 3, oito organismos e no dia 4, nove organismos (Fig. 2).

Caso o experimento continuasse por intervalo de tempo superior, considerando o modelo linear; no décimo dia o número total de organismos seria de 13 organismos, considerando a função observada: Densidade =  $0,7 \times N^{\circ}\text{dias} + 6$ , com  $R^2 = 0,8909$ . Porém, deve-se considerar que a função foi construída com reduzido intervalo de tempo.

Os organismos foram agrupados em função da forma de aquisição de alimento, sendo considerada a proposta apontada por Cummins & Klug e Merrit & Cummins (11;20), sendo a mesma morfo funcional ou morfo comportamental.

Em um ambiente pode-se observar herbívoros, detritívoros e/ou carnívoros, mas este cenário pode ser alterado de acordo com a estação, habitat e fase da vida, especialmente em um ambiente aquático, onde a fonte alimentar pode ser dividida em: a) matéria orgânica particulada grossa, maiores que 1 mm (MOPG); b) matéria orgânica particulada fina, entre 0,5  $\mu\text{m}$  e 1 mm (MOPF); c) perifiton, e d) presas (11,20).

**Tabela 2.** Lista dos taxa, relacionados por unidade experimental; nos experimentos realizados no rio Uberaba/MG, em abril de 2010, utilizando carcaça de neonato de rato como substrato.

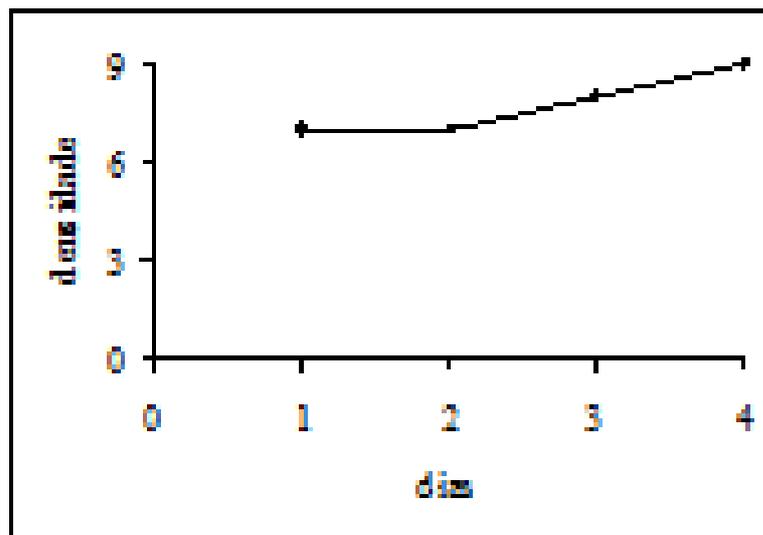
	1º Dia	2º Dia	3º Dia	4º Dia a	4º Dia b *
Rhizopodea			1		
Oligochaeta			3	2	x
Ostracoda	1				
Copepoda	1				
Baetidae		1			
Tricorythidae	1	1			x
Libellulidae		1			
Hydroptilidae				1	
Leptoceridae				1	
Polycentropodidae					x
Curculionidae	1	1			
Ceratopogonidae	1				
Chironomidae L	2	3	2	3	x
Chironomidae P			2	1	
Simuliidae				1	

\* A amostra denominada como “4º dia b” é apenas qualitativa

x – indica apenas ocorrência

Chironomidae L – larvas de Chironomidae

Chironomidae P – pupas de Chironomidae



**Figura 2.** Densidade de organismos bentônicos, nos experimentos realizados no rio Uberaba/MG, em abril de 2010, utilizando carcaça de neonato de rato como substrato.

Esta categorização reflete diferenças bioquímicas dos recursos nutricionais como presença de clorofila no perifíton ou microorganismos na MOPG, sendo que, dependendo do ambiente a fonte de recursos pode ser autóctone ou alóctone.

Na realidade, segundo Merrit e Cummins (20), o mecanismo de alimentação determina a fonte alimentar que pode ser fragmentador, para aqueles que utilizam MOPG, coletor para a MOPF, raspador quando o recurso utilizado é perifíton, e predadores quando utilizam presas.

Os grupos funcionais são semelhantes às guildas alimentares. O objetivo desta

abordagem é maximizar a informação biológica obtida para diferentes categorias taxonômicas. Desta forma, os grupos foram agrupados conforme apresentado na Tabela 3.

Considerando o hábito alimentar dos organismos listados, confeccionou-se a Tabela 4, que apresenta a sucessão dos organismos em função, não da categoria taxonômica, mas sim da morfo funcional ou morfo comportamental. Como a identificação foi realizada no maior nível possível, a categoria taxonômica identificada não apresenta apenas um hábito alimentar, dessa forma, alguns grupos não foram considerados.

**Tabela 3.** Lista dos taxa relacionados nos experimentos agrupados conforme hábito alimentar, sendo a mesma morfo funcional ou morfo comportamental.

	Categoria morfo funcional
Rhizopodes	Coletor
Oligochaeta	Coletor
Ostracoda	Filtrador
Copepoda	Herbívoro ou predador
Baetidae	Coletor / raspador
Tricorythidae	Coletor
Libellulidae	Predador
Hydroptilidae	Herbívoro / coletor
Leptoceridae	Herbívoro / coletor ou predador
Polycentropodidae	Filtrador ou predador
Curculionidae	Fragmentador
Ceratopogonidae	Coletor ou predador
Chironomidae	Coletor
Simuliidae	Coletor / filtrador

**Tabela 4.** Lista de taxa relacionados nos experimentos, agrupados conforme hábito alimentar, sendo a mesma morfo funcional ou morfo comportamental.

	1º Dia	2º Dia	3º Dia	4º Dia
Coletor	x	x	x	x
Filtrador	x			
Coletor / raspador	x	x		
Herbívoro / coletor				x
Coletor / Filtrador				x
Fragmentador		x		
Predador		x		

Os organismos correspondentes ao grupo de

Sabe-se que existe uma elevada plasticidade para as categorias funcionais, e que esta ocorre em decorrência da quantidade e qualidade de alimento disponível nos ecossistemas. Porém, mesmo com essa plasticidade alguns padrões foram observados.

Organismos fragmentadores e predadores surgiram apenas no segundo dia de coleta. É bem provável que o surgimento de predadores seja favorecido apenas pela prévia ocorrência de presas, como coletor, filtrador e coletor / raspador (Tabela 4).

Observou-se grande variação nos dados, provavelmente em função de eventos aleatórios, e também em função da dispersão natural dos dados. Acredita-se que se o experimento fosse repetido com maior número de réplicas, por intervalo de tempo superior,

talvez um padrão mais claro fosse evidenciado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluindo, pode-se dizer que a sucessão de macroinvertebrados bentônicos em ambientes aquáticos, assim como ocorre em ambientes terrestres, pode fornecer informações úteis sobre as condições ambientais em que a carcaça foi exposta, bem como sobre o intervalo de tempo de exposição do substrato artificial. Apesar da necessidade de mais estudos sobre o tema, relacionando a fauna com as condições ambientais e o tempo de exposição da carcaça, observou-se tendência de aumento nas densidades, bem como na riqueza de espécies, indicando ser o campo de estudo promissor, podendo vir a ser incorporado no sistema forense brasileiro

**Afonso Pelli.**

*Endereço para correspondência: Universidade Federal do Triângulo Mineiro Departamento de Patologia, Genética e Evolução, Disciplina de Ecologia & Evolução Av. Frei Paulino, 30. Uberaba/MG - CEP 38025-180 [apelli.oikos@icbn.uftm.edu.br](mailto:apelli.oikos@icbn.uftm.edu.br)*

*Recebido em 07/02/2012*

*Revisado em 31/10/2012*

*Aceito em 01/04/2013*

## REFERÊNCIAS

- (1) GUNN, A. **Essential Forensic Biolog.** 1.ed. England: John Wiley&Sons, Ltd, 2006. p. 167-196.
- (2) VANZOLINI, P.E. **História Natural de Organismos Aquáticos do Brasil.** FAPESP, São Paulo, 1964. 452p.
- (3) OLIVEIRA-COSTA, J.; MELLO-PATIU, C. A. a relevância da entomologia forense para a perícia criminal na elucidação de um caso de suicídio. **Entomologia y Vectores**, 7(2): 2003-209, 2000b.
- (4) OLIVEIRA-COSTA, J.; MELLO-PATIU, C. A.; CARVALHO, L. M. L. Estimating the post mortem interval. **In Forensic Entomology: New Trends and Technologies. Insects and Death Springer.** Cambridge, USA: L. Gomes ed., 2007b.
- (5) CATTS, E. P.; GOFF, M. L. Forensic entomology in criminal investigations. **Annual Review of Entomology.** 253-272. 1992.

- (6) LOTHE, F. The use of larval infestation in determining time of death. **Medicine Science and the Law**, 4. p. 113-115. 1964.
- (7) CATTS, E. P., HASKELL, N. H. **Entomology and death: a procedural guide**. Clamsom, South Carolina: Joyce's Print Shop, 1991. 180p
- (8) LORD, W. D. & J. R. STEVENSON. **Directory of forensic entomologists**. 2 ed. Washington, D.C.: Misc. Publ. Armed Forces Pest Mgt, 1986 p. 42
- (9) TURNER, B. D.; HOWARD, T. Metabolic Heat Generation in Dipteran Larval Aggregations: a Consideration for Forensic Entomology **Medical and Veterinary Entomology**, 6(2): 179-181, 1992.
- (10) OLIVEIRA-COSTA, J. **Entomologia forense: Quando os Insetos São Vestígios**. 2. ed. Campinas: Millennium Editora, 2007a.
- (11) MERRITT, R.W. & CUMMINS, K.W. **An introduction to the Aquatic Insects of North America**. 3.ed.. Kendall/Hunt Publishing Company, 1996. XIII + 862p.
- (12) CRUZ, L. B. S. Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Uberaba-MG. Tese (**Doutorado em água e solo**) – Departamento de Engenharia Agrícola. São Paulo: Universidade Estadual de Campinas. 2003
- (13) MERRITT, R.W. e CUMMINS, K.W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. 3.ed. Kendall/Hunt, Dubuque, Iowa, 1988. 635p.
- (14) BORROR, D. & DELONG, D. M. **Introdução ao estudo dos insetos**. Editora Edgard Blücher Ltda e Editora da Universidade de São Paulo, 1969. 653 p.
- (15) RUPPERT, E. E. & BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**, 6a ed. São Paulo: Editora Roca Ltda. ,1994. 1029 p.
- (16) MARGULIS, L. & SCHWARTZ, K. V. Cinco Reinos – **Um guia ilustrado dos filós da vida na terra**. 1.ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S. A. Rio de Janeiro, 2001. 497 p
- (17) HONORATO, G. B. S. ; PELLI, A. . UTILIZAÇÃO DA COMUNIDADE BENTÔNICA NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA NO CÓRREGO GAMELEIRA, UBERABA/MG. **SaBios** (Faculdade Integrado de Campo Mourão. Online) v. 6, p. 15-26, 2011
- (18) PELLI, A.; BARBOSA, F. A. R. Insect fauna associated with *Salvinia molesta* Mitchell in a lake of Lagoa Santa Plateau, Minas Gerais, Brazil.. **Proceedings of the International Association of Theoretical and Applied Limnology**, v. 26, p. 2125-2127, 1998
- (19) PELLI, A.; BARBOSA, F. A. R. Insetos coletados em *Salvinia molesta* Mitchell (Salvineaceae), com especial referência às espécies que causam dano à planta, na Lagoa Olhos d'Água, Minas Gerais, Brasil.. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 42, n. 1/2, p. 9-12, 1998
- (20) CUMMINS, K.W. & KLUG, M.J. 1979. Feeding ecology of stream invertebrates. **Annu. Rev. Ecol. Syst.**, 10: 147-172.