

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL  
NÍVEL MESTRADO

Ana Cecília Gomes Mayer

**COMUNIDADE DE COLEOPTERA DE INTERESSE FORENSE ASSOCIADOS A  
UMA CARÇA EM DECOMPOSIÇÃO EM UMA ÁREA DE CAATINGA DE  
PERNAMBUCO**

RECIFE  
2011

Ana Cecília Gomes Mayer

COMUNIDADE COLEOPTERA DE INTERESSE FORENSE ASSOCIADOS A UMA  
CARÇA EM DECOMPOSIÇÃO EM UMA ÁREA DE CAATINGA DE  
PERNAMBUCO.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Zoologia Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Simão Dias Vasconcelos.

Co-orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. Carla de Lima Bicho.

RECIFE  
2011

Catálogo na fonte  
Elaine Barroso  
CRB 1728

**Mayer, Ana Cecília Gomes**

**Comunidade de coleóptera de interesse forense associados a uma  
carcaça em decomposição em uma área de caatinga de Pernambuco/  
Recife: O Autor, 2011.**

**79 folhas : il., fig., tab.**

**Orientador: Simão Dias Vasconcelos**

**Coorientador: Carla de Lima Bicho**

**Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de  
Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas, Biologia Animal,  
2011.**

**Inclui bibliografia**

**1. Entomologia forense 2. Besouro I. Vasconcelos, Simão Dias  
(orientador) II. Bicho, Carla de Lima (coorientadora) III. Título**

**595.7**

**CDD (22.ed.)**

**UFPE/CCB- 2014- 219**

Ana Cecília Gomes Mayer

COMUNIDADE COLEOPTERA DE INTERESSE FORENSE ASSOCIADOS A UMA  
CARÇA EM DECOMPOSIÇÃO EM UMA ÁREA DE CAATINGA DE  
PERNAMBUCO.

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-  
Graduação em Biologia  
Animal da Universidade  
Federal de Pernambuco  
como parte dos requisitos  
para obtenção do título de  
Mestre.

Aprovada em: 24 / 02 / 2011

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciana Iannuzzi  
Departamento de Zoologia – UFPE

---

Prof. Dr. José Roberto Botelho de Souza  
Departamento de Zoologia – UFPE

---

Prof. Dr. Fernando Zagury Vaz-de-Mello  
Departamento de Biologia e Zoologia – UFMT

---

Prof. Dr. Gilberto Gonçalves Rodrigues  
Departamento de Zoologia – UFPE

---

Prof. Dr. José Adriano Giorgi  
Departamento de Entomologia – UFRPE

Dedico este trabalho a meus pais, Gustavo e Wilma, que me incentivaram e me apoiaram em todas as minhas escolhas.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos **meus pais**, por sempre me apoiarem em minhas decisões e por me ajudarem a trilhar meus caminhos na Biologia, que sempre foi meu grande sonho e minha grande paixão.

Agradeço ao meu orientador, **Simão Vasconcelos**, pela confiança depositada no meu trabalho e por me abrir várias portas no mundo acadêmico.

Agradeço à minha Co-orientadora **Carla Bicho**, por ter se dedicado a mim quando precisei e pela identificação do meu material biológico.

Agradeço à **Capes**, pela bolsa concedida.

Agradeço ao **Sr. Homembom** (Seu Bonzinho) e sua esposa, **Dona Dalma**, por me acolher em seus corações e fazer com que a etapa de campo fosse tão agradável e menos cansativa. Sem vocês, nada disso seria realidade!

Agradeço também a **Renata Shinozaki** (Japa!), que acolheu em sua casa três biólogas desesperadas! Nos deu teto e uma companhia sem a qual enlouqueceríamos.

Agradeço ao meu companheiro, amigo e grande amor, **Luciano**, por me ajudar a manter a cabeça sã durante os meses de dedicação exclusiva ao mestrado. Te amo!

Agradeço aos meus amigos e colegas de laboratório, **Roberta, Manuela, Thiago e Heyde**, pela boa convivência e companheirismo nestes anos de dedicação. Também a **Tadeu, Kaynara e Tatiana**, por terem sido grandes referências na minha vida acadêmica.

Agradeço à minha turma, mas, em especial àquelas pessoas que se tornaram uma parte tão importante na minha vida, grandes irmãos que conquistei (e que me conquistaram) nesses dois anos, **Daiane Anzolin** (Dai), **Danilo Carvalho**, **Fernanda Oliveira**, **Camila Bione** (Mica) e **Samuel Cardoso** (Samuca). Mesmo cada um, depois do mestrado, seguir por caminhos diferentes, vocês serão inesquecíveis!

## RESUMO

Na natureza, cadáveres são colonizados por espécies de Diptera e Coleoptera, que se sucedem ao longo de cada estágio de decomposição. Considerando-se a escassez de inventários sobre insetos necrófagos na caatinga, esta pesquisa buscou estudar a fauna de Coleoptera associada à carcaça de suínos em área de caatinga hiperxerófila de Serra Talhada - PE. Carcaças de porcos foram colocadas em gaiolas circundadas por armadilhas de queda. Para comparação, armadilhas foram montadas em local controle. Os coleópteros associados à carcaça foram ainda coletados com pinças e por bandejas colocadas sob o animal. O experimento foi conduzido no primeiro semestre/2010. Coletaram-se 4.279 coleópteros de 13 famílias e 56 espécies, de diversos hábitos alimentares. Scarabaeidae foi a família mais abundante com 2.601 indivíduos. *Deltochilum verruciferum* foi a espécie mais abundante (2.407 exemplares) e dominante durante o experimento. A quantidade de insetos foi significativamente maior na carcaça que no controle ( $p < 0.0001$ ). Houve diferenças significativas na riqueza e abundância ao longo da decomposição; a fase de putrefação escura atraiu maior diversidade e a fase seca, a maior abundância. *Necrobia rufipes* e *Dermestes maculatus* (necrófagos) estiveram presentes em maior abundância nas fases avançadas da decomposição. A adição de uma carcaça provoca aumento na população local de coleópteros e afeta a estrutura de comunidades. A colonização começa logo após a morte e as espécies se sobrepõem durante as fases de decomposição.

## ABSTRACT

In nature, corpses are colonized by species of Diptera and Coleoptera, which succeed throughout each stage of decomposition. Considering the shortage of inventories on necrophagous insects in a region of Caatinga, this research attempted to study the fauna of Coleoptera associated with pig carcasses in an extreme environment of *Caatinga* in the municipality of Serra Talhada, state of Pernambuco, Brazil. Pig carcasses were placed inside metal cages surrounded by pitfall traps. For comparison, traps were assembled in a local far from carcasses, the control treatment. Coleopterans associated with the carcasses were also collected with tweezers and trays placed under the animals. The experiment was conducted in the first semester of 2010. 4.279 beetles were collected from 13 families and 56 species of diverse feeding habits. The Scarabaeidae family was the most abundant in richness and in number of individuals, with 2.601 collected specimens. *Deltochilum verruciferum* was the most abundant species (2.407 individuals) and was dominant during all the experiment. The number of insects was significantly higher in the traps around the carcasses than in control traps ( $p < 0.0001$ ). There were significant differences in richness and abundance along the decomposition, the dark putrefaction stage attracted the most diversity while dry stage, the most abundant. *Necrobia rufipes* and *Dermestes maculatus* (necrophagous) were present in higher abundance in the advanced stages of decomposition. The addition of a decomposing carcass causes an increase in a local population of beetles and affects the community structure. The colonization begins soon after death and the species overlap along the decomposition stages.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Imagem da área de caatinga preservada da Fazenda Buenos Aires, Serra Talhada – PE, 2010 .....	20
Figura 2. As imagens a, b, c, e d representam a vegetação predominante na área experimental em Serra Talhada – PE, 2010 .....	21
Figura 3. Espécime de <i>Cerdocyon thous</i> morto encontrado nos arredores da área experimental em Serra Talhada – PE, 2010 .....	22
Figura 4. Porco utilizado como substrato atrativo no experimento, dentro de uma gaiola de metal (fechada e aberta) para evitar o ataque de animais maiores. Serra Talhada – PE, 2010 .....	23
Figura 5. Armadilha de queda do tipo <i>Pitfall</i> montada para captura de coleópteros de hábitos terrestres. Serra Talhada – PE, 2010 .....	23
Figura 6. Armadilhas de queda do tipo <i>Pitfall</i> idênticas as usada na carcaça, em local controle sem iscas atrativas. Serra Talhada – PE, 2010 .....	24
Figura 7. Bandeja colocada abaixo porco, com finalidade coletar coleópteros associados diretamente à carcaça. Serra Talhada – PE, 2010 .....	24
Figura 8. Espécime de Scolytinae coletados em armadilhas de solo na região controle em área de caatinga de Serra Talhada – PE .....	34
Figura 9. Curva de acumulação de espécies obtida através do programa Primer 6 mostrando a curva das espécies observadas, a curva do índice de Bootstrap e a curva do índice UGE .....	36
Figura 10. Riqueza de espécies e abundância de indivíduos por hábito alimentar em Coleoptera capturados por diferentes métodos de coleta em região de Caatinga de Serra Talhada – PE .....	40
Figura 11. MDS construído a partir do cálculo da distância Euclidiana para as diferentes metodologias de coleta de Coleoptera, com e sem carcaça de suíno, em área de Caatinga de Serra Talhada – PE .....	41
Figura 12. Espécimes de Sacarabaeidae coletados em região de Caatinga de Serra Talhada – PE. (a) - <i>Deltochillum (Calhyboma) verruciferum</i> ; (b) - <i>Ateuchus aff. carbonarius</i> ; (c) - <i>Dichotomius nisus</i> ; (d) - <i>Coprophanaeus cyanescens</i> e (e) – <i>Trichillum externepunctatum</i> .....	45
Figura 13. Média e desvio padrão da abundância da espécie <i>Deltochillum verruciferum</i> nos métodos de coleta das carcaças por dia pós-morte .....	45
Figura 14. Espécime de <i>Omorgus suberosus</i> coletado em experimento com carcaças de suínos em área de caatinga de Serra Talhada – PE .....	47

Figura 15. Média e desvio padrão da abundância da espécie <i>Omorgus suberosus</i> nos métodos de coleta das carcaças por dia pós-morte .....	48
Figura 16. Espécimes da família Carabidae coletados durante o experimento com carcaças de suínos em área de caatinga de Serra Talhada – PE. a – <i>Galerita</i> sp; b – <i>Arthrostictus speciosus</i> e c – <i>Tetracha</i> sp .....	49
Figura 17. Média e desvio padrão da abundância das espécies <i>Galerita</i> sp. e <i>Arthrostictus speciosus</i> nos métodos de coleta das carcaças por dia pós-morte .....	50
Figura 18. Espécime de <i>Necrobia rufipes</i> coletado em experimento com carcaças de suínos em área de caatinga de Serra Talhada – PE .....	51
Figura 19. Média e desvio padrão da abundância da espécie <i>Necrobia rufipes</i> nos métodos de coleta das carcaças por dia pós-morte .....	52
Figura 20. Espécime de <i>Dermestes maculatus</i> coletado em experimento com carcaças de suínos em área de caatinga de Serra Talhada – PE .....	53
Figura 21. Abundância da família Dermestidae nos métodos de coletas das carcaças por dia pós-morte .....	54
Figura 22. Espécimes da família Histeridae coletados durante o experimento com carcaças de suínos em área de caatinga de Serra Talhada – PE. a – <i>Atholus</i> sp; b – <i>Euspilotus</i> sp e c – <i>Xerosaprinus</i> sp .....	55
Figura 23. Média e desvio padrão da abundância da espécie <i>Xerosaprinus</i> sp. nos métodos de coleta das carcaças por dia pós-morte .....	56
Figura 24. Carcaça de <i>Sus scrofa</i> em estágio inicial da decomposição numa área de caatinga do município de Serra Talhada – PE .....	57
Figura 25. Carcaça de <i>Sus scrofa</i> em estágio de Putrefação da decomposição numa área de caatinga do município de Serra Talhada – PE .....	58
Figura 26. Carcaça de <i>Sus scrofa</i> em estágio de Putrefação Escura da decomposição numa área de caatinga do município de Serra Talhada – PE .....	59
Figura 27. Carcaça de <i>Sus scrofa</i> em estágio de Fermentação da decomposição numa área de caatinga do município de Serra Talhada – PE .....	60
Figura 28. Carcaça de <i>Sus scrofa</i> em estágio Seco da decomposição numa área de caatinga do município de Serra Talhada – PE .....	61
Figura 29. Gráfico demonstrativo das abundâncias de Coleoptera em cada metodologia de coleta por fase de decomposição .....	62
Figura 30. Dendrograma construído através do índice de Bray-Curtis, mostrando as relações de similaridade entre as fases de decomposição .....	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Número total, média e desvio padrão ( $m \pm dp$ ) da abundância de indivíduos coletados por família sob diferentes métodos de coleta, na presença (Pitfall Porco, Coleta Ativa e Bandeja) e ausência (Pitfall Controle) de carcaça suína, em Serra Talhada – PE .....	32
Tabela 2. Índices de diversidade para as coletas feitas com pitfalls, nos arredores do porco e nas regiões controle .....	33
Tabela 3. Categorias segundo Palma (1975) <i>apud</i> Aguiar e Gaglianone (2008) das principais espécies de Coleoptera registradas no Município de Serra Talhada, PE. Categorias: Co = comum; I = intermediária; R = rara .....	35
Tabela 4. Hábitos alimentares (Marinoni et al., 2003) dos principais taxa coletados no experimento de campo em Serra Talhada – PE .....	37
Tabela 5. Proporção geral de espécies e indivíduos por hábito alimentar coletados em carcaças de suínos durante o experimento em região de Caatinga de Serra Talhada – PE ...	38
Tabela 6. Índices de Diversidade de Shannon-Wiener, Simpson, Máxima diversidade, Homogeneidade e Heterogeneidade para as fases de decomposição de <i>Sus scrofa</i> em uma região de Caatinga de Serra Talhada – PE .....	63
Tabela 7. Ocorrência de Coleoptera associados à carcaça de suíno em região de Caatinga de Serra Talhada – PE, de acordo com a fase de decomposição (Bornemissza, 1957). Cores mais escuras indicam maior abundância .....	65

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
Coleoptera e a Entomologia Forense.....	11
Aspectos da Caatinga.....	14
O Processo de decomposição.....	16
Objetivos.....	18
<i>Objetivo Geral</i> .....	18
<i>Objetivos Específicos</i> .....	18
<b>2 METODOLOGIA</b> .....	19
Descrição da Área Experimental.....	19
Montagem do Experimento e Instalação das Armadilhas.....	21
Metodologia de Coleta.....	25
Triagem e Identificação do Material.....	25
Análise dos Dados.....	26
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	30
Diversidade Geral.....	30
Hábitos Alimentares das Famílias de Coleoptera Registradas.....	37
Diversidade de Coleoptera ao Longo das Fases de Decomposição.....	56
Importância Forense das Espécies Registradas.....	65
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	70
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	71

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Coleoptera e a Entomologia Forense

Os insetos, devido ao olfato apurado, percebem os odores exalados pelos cadáveres muito antes que outros animais. Portanto, são os primeiros que chegam após a morte, onde se instalam e procriam, pois a carne decomposta forma um excelente micro-habitat, seja como sítio de cópula, como estímulo à oviposição ou como fonte protéica. Assim, são verdadeiras “testemunhas” do que ocorre nesse ínterim (Goff, 1991).

Entretanto, nem todo inseto associado ao cadáver pode ser diretamente utilizado em investigações criminais. Existe um complexo de espécies associadas que podem ser agrupadas em quatro categorias ecológicas segundo Smith (1986). As espécies reconhecidamente necrófagas são aquelas que se alimentam diretamente dos tecidos da carcaça; os predadores e/ou parasitóides das espécies necrófagas, como o nome indica, alimentam-se de formas jovens ou adultas dos necrófagos e também são bons indicadores do estágio de decomposição de um cadáver. As espécies onívoras alimentam-se de mais de um tipo de matéria orgânica, incluindo ocasionalmente a carcaça, e, por último, as espécies “acidentais” visitam a carcaça em busca de refúgio, micro-ambiente favorável, e local de pouso ou postura (Smith, 1986).

A definição de necrofagia muitas vezes é confundida com a definição de necrofilia. Segundo Fichter (1949) necrófago é um hábito alimentar apresentado por muitos insetos e, como descrito acima, alimenta-se diretamente de tecidos animais mortos; já necrofilia é a atração que muitos insetos tem pelo habitat que uma carcaça proporciona, atraindo não só insetos necrófagos, mas predadores, parasitas, etc. Embora apenas o primeiro grupo seja tradicionalmente utilizado como evidência médico-legal, tanto a diversidade quanto a abundância da entomofauna associada podem interferir na velocidade de decomposição de um cadáver (Goff, 2000).

A maioria das pesquisas em Entomologia Forense tem-se centrado em moscas (Diptera), e besouros (Coleoptera) foram sub-enfatizados. Um bom exemplo disto é a revisão de Smith (1986), onde 70 páginas são dedicadas a Diptera e apenas 12 a Coleoptera; essa situação tem mudado pouco nos últimos 20 anos

(Midgley et al., 2010). Muitos estudos também se concentram apenas na fauna encontrada nos primeiros estágios da decomposição; sabe-se que neste período moscas das famílias Calliphoridae, Sarcophagidae e Muscidae têm destaque na invasão pós-morte (Kulshrestha e Chandra, 1987). No entanto, pouco se sabe atualmente sobre a entomofauna encontrada nos corpos nos estágios mais avançados de decomposição. De fato, é conhecido há muito tempo que espécies de besouros são encontradas em carcaças decompostas, sendo comum usar “armadilhas” para capturá-los enterrando recipientes no solo contendo pedaços de carne como iscas (Abbott, 1937).

Os Coleoptera compõem-se por cerca de aproximadamente 360 mil espécies descritas, cerca de 40% dos insetos e 30% dos animais (Gullan e Cranston, 2010). Para a região Neotropical são conhecidas 127 famílias e 72.476 espécies (Costa, 2000 *apud* Oliveira, 2006). O sucesso desta ordem é atribuído principalmente a presença de élitros e a capacidade de consumir diferentes tipos de alimento, o que permitiu a conquista dos mais variados ambientes durante sua evolução (Hanski, 1987).

Coleoptera é a segunda ordem de importância forense, com vários representantes necrófagos. Verifica-se um aumento na abundância de coleópteros, assim como no número de espécies, durante os estágios avançados de decomposição em ambiente aberto (Goff, 1991). Quando esqueletos secos de humanos são recuperados, os Coleoptera compreendem a principal evidência entomológica na determinação do IPM, baseada principalmente no padrão de sucessão (Kulshrestha e Satpathy, 2001).

Borror e DeLong (2010) relatam que os coleópteros podem ser encontrados em quase todo tipo de habitat, apresentando regimes alimentares dos mais variados, tanto na forma larval como nos adultos. Muitos são fitófagos, outros são predadores de outros insetos, alguns necrófagos, alguns são copro-necrófagos, que se alimentam de fezes e carcaças em decomposição, dependendo da disponibilidade do recurso; outros se alimentam de fungos (micetófagos), outros se alimentam de excrementos de grandes animais (coprófagos), e alguns poucos são parasitas, sendo várias espécies de grande importância econômica (Marinoni et al., 2003). Mais de 500 espécies têm sido registradas associadas com produtos armazenados, de origem animal e vegetal, em várias partes do mundo. Muitas destas espécies estão relacionadas com a atividade humana desde os tempos do antigo Egito,

Grécia e Roma e como resultado dos milhares de anos de comércio, as espécies mais importantes apresentam distribuição cosmopolita (Rees 1995 *apud* Pereira e Almeida, 2001).

Muitos coleópteros possuem valor para o homem porque consomem insetos nocivos ou quando agem como necrófagos ou coprófagos, auxiliando na limpeza do ambiente ao acelerar a decomposição de matéria orgânica que ficaria por muito tempo acumulada na superfície do solo. A família Scarabaeidae, por exemplo, abriga espécies coprófagas (besouros rola-bosta) e necrófagas que cumprem um importante papel na reciclagem de nutrientes (Borror e DeLong, 2010).

Em Coleoptera existem quatro subordens: Myxophaga, Archostemata, Adephaga e Polyphaga, possuindo as duas últimas, espécies de importância forense. As famílias de reconhecido interesse forense até o presente são: Cantharidae, Carabidae, Cerambycidae, Cholevidae, Cleridae, Dermestidae, Histeridae, Trogositidae, Phengogidae, Scaphidiidae, Scarabaeidae, Silphidae, Staphylinidae e Trogidae (Byrd e Castner, 2010).

Besouros fazem parte da comunidade de insetos necrófilos e são taxonomicamente e ecologicamente diversos nesta comunidade, proporcionando assim um amplo espectro de fontes de evidência em potencial (Smith, 1986). Eles também são parte integrante da biologia pós-morte. Por exemplo, os besouros dermestídeos (Coleoptera, Dermestidae), dadas as condições ideais de secagem, ou mesmo a mumificação, podem acelerar a decomposição de um cadáver (Midgley et al., 2010).

Um dos estudos mais completos no país contemplando a coleopterofauna foi feito por Luederwaldt (1911), que encontrou 38 espécies relacionadas a carcaças. Já Kocárek (2003), em estudo sobre a decomposição e sucessão da fauna de Coleoptera em carcaças de mamífero expostas na República Tcheca, registrou 145 espécies, apesar de ser um país com média anual de temperatura 7,9 °C e riqueza de espécies muito inferior à do Brasil. Portanto fazem-se necessários estudos nesse sentido para suprir esta lacuna na entomofauna cadavérica neotropical.

Apesar da reconhecida importância do grupo, são escassos os estudos feitos em regiões semi-áridas, como o Sertão pernambucano. Muitos estudos e levantamentos de Coleoptera são relacionados com áreas de floresta úmida, campo e cerrado e poucos levantaram a fauna da Caatinga, ainda assim, sem focar a fauna necrófaga.

Somente nos últimos anos a utilização de insetos em investigações médico-legais tem sido cientificamente madura para sua aplicação prática (Benecke, 2001). No Brasil, a entomologia forense ainda é relativamente pouco estudada, com trabalhos publicados principalmente na região Sudeste (Souza e Linhares, 1997; Thyssen, 2000; Carvalho e Linhares, 2001; Carvalho et al., 2004).

Em Pernambuco, estes estudos, têm maior ênfase na Mata Atlântica, Zona da Mata e Agreste, e se referem à entomofauna de solo associada à decomposição de carcaças de suínos (Cruz e Vasconcelos, 2006). Já no sertão, cuja vegetação típica é a Caatinga, estes estudos são inexistentes - mesmo sendo uma ecorregião exclusiva do Brasil, com grande variedade de paisagens e localizada em áreas de clima semiárido – o que permite supor uma fauna riquíssima com várias espécies endêmicas (Brandão e Yamamoto, 2003).

### **Aspectos da Caatinga**

A Caatinga é um mosaico de arbustos espinhosos e florestas sazonalmente secas que cobre cerca de 735.000 km<sup>2</sup> do Nordeste do Brasil. A precipitação média anual varia entre 240 e 1.500 mm, mas 50% da região recebe menos de 750 mm e algumas áreas centrais menos de 500 mm. Além disso, o sistema de chuvas é extremamente irregular de ano para ano, o que resulta em severas secas periódicas. Essas secas tornam a vida na Caatinga difícil e determinam mudanças adaptativas na biota da região (Prado, 2003).

As Caatingas semi-áridas, comparadas a outras formações brasileiras, apresentam muitas características extremas dentre os parâmetros meteorológicos: a mais alta radiação solar, baixa nebulosidade, a mais alta temperatura média anual, as mais baixas taxas de umidade relativa, evapotranspiração potencial mais elevada, e, sobretudo, precipitações mais baixas e irregulares, limitadas, na maior parte da área, a um período muito curto do ano (Reis, 1976).

Com o seu clima semi-árido, o solo só poderia ter características semelhantes. O solo da caatinga sofre forte intemperismo físico nos latossolos (solos mais profundos, muito bem drenados, homogêneos e tendem a ter teores de argila médios ou altos) e pouca erosão nos litólicos (solos muito rasos, não alagados, onde a rocha de origem está a menos de 50 cm da superfície. Suas

propriedades são inteiramente dominadas pela rocha de origem) e há influência de sais em solo. Segundo Ab´Saber (1974), a textura dos solos da caatinga passa de argilosa para textura média, outra característica é a diversidade de solos e ambientes, como o sertão e o agreste.

Mesmo tendo aspectos de um solo pobre, a caatinga pode mudar rapidamente de fisionomia, pois necessita apenas de água para florescer e desenvolver a cultura implantada. Tendo pouca rede de drenagem, os mínimos rios existentes são em sua maioria sazonais ao período das chuvas, que ocorrem num curto intervalo durante o ano (Ab´Saber, 1974). Porém existe um “oásis” no sertão nordestino, o Rio São Francisco, vindo da região central do Brasil, irriga grandes áreas da caatinga, transformando suas margens num solo muito fértil. Outro fato que chama a atenção é a vegetação sertaneja, pois ela sobrevive em épocas de extrema estiagem e em razão disso sua casca é dura e seca, conservando a umidade em seu interior. Assim, a região é caracterizada por uma vegetação herbácea tortuosa, tendo como espécies: as cactáceas, o mandacaru, o xique-xique, entre outras. (Ab´Saber, 1974).

A Caatinga vinha sendo descrita como um ecossistema pobre em espécies e endemismos (Andrade-Lima, 1982). Entretanto, estudos recentes têm desafiado esse ponto de vista e demonstrado a importância da Caatinga para a conservação da biodiversidade brasileira (Leal et al., 2003). As fisionomias da caatinga são muito variáveis, dependendo do regime de chuvas e do tipo de solo, variando de florestas altas e secas com até 15 a 20 metros de altura, a “Caatinga Arbórea”, encontrada em formas espalhadas da Bahia até o Rio Grande do Norte, em solos um tanto melhores. Fisionomias intermediárias são numerosas, mas podem ser reduzidas a poucos tipos generalizados, tais como “Caatinga Arbórea aberta com camada arbustiva aberta”, “Caatinga Arbóreo-arbustiva com camada de arbustos fechada”, “Caatinga arbustiva espinhosa fechada com árvores baixas espalhadas”, que é, talvez o tipo mais comum de caatinga atual (Eiten, 1974 *apud* Prado, 2003).

Na Caatinga, recursos como carcaças em decomposição são efêmeros e imprevisíveis espacial e temporalmente. O processo de colonização é de natureza lotérica e estocástica, ou seja, as espécies que estão mais próximas do local e no momento em que o recurso é disponibilizado são privilegiadas, independente de sua habilidade competitiva na localização e ocupação de recursos, o que resulta em comunidades regionais mais ricas em espécies (Sale, 1977 *apud* Juncá et al., 2005).

Um estudo detalhado da fauna de Coleoptera presente em carcaça animal, em um bioma como a caatinga, constituirá mais uma ferramenta útil para o avanço da Entomologia Forense no Brasil. As variações durante as fases de decomposição, a comparação com os espécimes presentes em estudos anteriores e a possibilidade de conhecer as espécies de Coleoptera necrófagos presentes no Sertão Pernambucano são ações de suma importância para aprofundar o conhecimento acerca deste assunto.

### **O processo de decomposição animal**

Após a morte, o corpo passa por um processo físico e químico que muda a aparência e a composição dos tecidos cadavéricos. A decomposição é um processo contínuo, que começa no momento da morte e termina quando o corpo é reduzido a um esqueleto e depois os elementos finais são incorporados ao solo. Embora este processo seja contínuo, praticamente todos os estudos apresentados dividiram o processo em uma série de etapas. O número de estágios varia de um até nove, dependendo do autor e região geográfica (Goff, 1993).

Embora o número de etapas consideradas varie de acordo com o autor, não parece existir uma relação firme entre estes e o número total de espécies observadas em cada estudo. Por exemplo, Cornaby (1974) trabalhando em Costa Rica com lagartos e sapos como modelos animais observou apenas uma fase de decomposição, mas registrou 172 espécies de artrópodos diferentes. Em contrapartida, o trabalho no Havaí conduzido por Early e Goff (1986), utilizando gatos domésticos como modelo animal, reconheceu cinco estágios de decomposição, mas registrou 133 espécies. Vários estudos têm reconhecido outros números, mas sem correlação real entre os estágios observados e o número de espécies registradas. Em certa medida, estas diferenças podem estar relacionadas com a amostragem, métodos de coleta e interesses taxonômicos das pessoas envolvidas (Amendt et al., 2010).

O porco doméstico é o animal modelo mais aceito nos estudos da decomposição, demonstrando existir poucas diferenças na sucessão de artrópodes em comparação com os seres humanos (Catts e Goff, 1992). Os processos de decomposição propostos por Bornemissza (1957) parecem ser os mais aceitos entre

os trabalhos envolvendo insetos necrófagos em carcaças, e dividem os processos em cinco estágios: inicial, putrefação, putrefação escura, fermentação e seco.

Segundo Amendt et al. (2010), ao examinar o processo de decomposição e as etapas envolvidas, passamos a ter algum entendimento de quais organismos estão envolvidos no processo. Existem quatro categorias principais de organismos envolvidos na decomposição: bactérias, fungos, vertebrados e insetos.

As bactérias estão associadas tanto externas como internas ao corpo humano. Enquanto vivo, o corpo se defende contra estes organismos e, de fato, muitos são benéficos. Pouco após a morte, essas bactérias começam a digerir o corpo de dentro para fora. As atividades metabólicas dessas bactérias são os principais componentes da decomposição inicial.

Existe atividade de fungos, pois a superfície externa do corpo é coberta de tecido cutâneo morto, que contém esporos associados. Esta camada exterior é necessária para a sobrevivência do corpo humano. Como um processo normal, novos tecidos são produzidos e esta camada externa é descamada e eliminada, e todos os esporos e fungos associados naturalmente também são eliminados do corpo. Após a morte, a camada externa não é mais eliminada e os fungos com esporos começam a colonizar a superfície externa do corpo, muitas vezes formando camadas evidentes.

A participação de vertebrados é importante, já que um cadáver é um recurso alimentar potencial para um grande número de carniceiros. Carnívoros de todos os tamanhos podem alterar rapidamente um corpo. Mesmo pequenos roedores podem causar dano significativo a uma carcaça em um período relativamente curto de tempo. Em estado selvagem, em menos de uma semana os carniceiros podem limpar completamente um corpo.

## **Objetivos**

### *Objetivos Gerais*

Estudar a fauna de Coleoptera presente durante o processo de decomposição de carcaças de suínos, bem como a fauna diretamente associada a estas carcaças em uma área de Caatinga de Pernambuco.

### *Objetivos Específicos*

- Descrever a fauna de Coleoptera associada a carcaças de suínos em decomposição até o menor nível taxonômico possível;
- Classificar as espécies de acordo com o hábito alimentar descrito na literatura;
- Avaliar o impacto que a adição de uma carcaça animal provoca na fauna local de Coleoptera;
- Observar como ocorrem os processos de decomposição num ambiente extremo como a Caatinga;
- Observar a sucessão ecológica na carcaça, associando as diferentes espécies de Coleoptera a cada fase de decomposição.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Descrição da Área Experimental

O experimento foi conduzido no município de Serra Talhada (07°59'S; 38°17'W) na Mesorregião do Sertão Pernambucano, Microrregião do Pajeú, a uma altitude de 429 m. Serra Talhada fica na região do Vale do Pajeú, a 415 km do Recife, no trajeto da principal rodovia ligando a capital ao interior, e é um pólo econômico importante da região.

Serra Talhada está inserida na unidade geoambiental da **Depressão Sertaneja**, que representa a paisagem típica do semi-árido nordestino, caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo predominantemente suave-ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas (CPRM, 2005). Elevações residuais, cristas e/ou outeiros pontuam a linha do horizonte. Esses relevos isolados testemunham os ciclos intensos de erosão que atingiram grande parte do sertão nordestino (CPRM, 2005).

A vegetação é basicamente composta por *Caatinga Hiperxerófila* com trechos de *Floresta Caducifólia*. A área experimental possuía em sua vegetação uma maioria de plantas arbustivas e cactáceas, com algumas árvores de grande porte como o umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) a catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*) e o angico (*Anadenanthera macrocarpa*). As plantas de pequeno porte mais comumente encontradas foram principalmente coroa-de-frade (*Melocactus zehntneri*), palma (*Opuntia cochenillifera*), favela (*Cnidioscolus phyllacanthus*) e inúmeras espécies de *Cactaceae*. Outras espécies vegetais comuns na área são: Pereiro (*Aspidosperma pyriforme*); Aroeira (*Astronium urundeuva*); Imburana-cambão (*Bursera leptophloeos*); Pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*); Mandacaru (*Cereus* sp.); Jurema-preta (*Mimosa* sp.); Jericó (*Selaginella convoluta*); Imburana-de-cheiro (*Torresea cearensis*). Parte da vegetação local pode ser vista na fig. 2.

O clima é do tipo *Tropical Semi-Árido*, com chuvas de verão. O período chuvoso típico inicia-se em novembro com término em abril. A precipitação média anual é de 431,8 mm e a temperatura média anual é de 26 °C, sendo 20,7 °C a média mínima e 37,8 °C a média máxima. (INMET).

Com respeito aos solos, nos *Patamares Compridos e Baixas Vertentes* do relevo suave ondulado ocorrem os *Planossolos*, mal drenados, fertilidade natural

média e problemas de salinidade; *Topos e Altas Vertentes*, os solos *Brunos não Cálcicos*, rasos e fertilidade natural alta; *Topos e Altas Vertentes* do relevo ondulado ocorrem os *Podzólicos*, drenados e fertilidade natural média e as *Elevações Residuais* com os solos *Litólicos*, rasos, pedregosos e fertilidade natural média (CPRM, 2005).

A fazenda Buenos Aires foi escolhida como área experimental para realização da pesquisa por apresentar uma área preservada que possui todas as características de clima, geologia e vegetação típicos de caatinga hiperxerófila (fig. 1). Possui 820 hectares ao todo, estando localizada na latitude 7°57', e longitude 38°22'. O proprietário mantém 90% da propriedade sem a intervenção da agricultura, permitindo apenas que alguns animais (ovinos e bovinos) utilizem a vegetação nativa como alimentação, de forma sustentável. A propriedade é cercada e a retirada de madeira e outras formas de exploração de recursos são proibidas.



Figura 1. Imagem da área de caatinga preservada da Fazenda Buenos Aires, Serra Talhada – PE, 2010.

A propriedade abriga vertebrados de pequeno e médio porte, com registros da presença de lagartos, tatus, serpentes, sagüis, aves de rapina e carniceiras até mesmo onça parda (*Puma concolor*), confirmada por contato visual durante o experimento, provavelmente atraída pelo cheiro das carcaças, tendo inclusive destruído uma das armadilhas e consumido a carcaça do porco dentro da gaiola. A presença de raposas (*Cerdocyon thous*) também foi registrada nos arredores da propriedade.

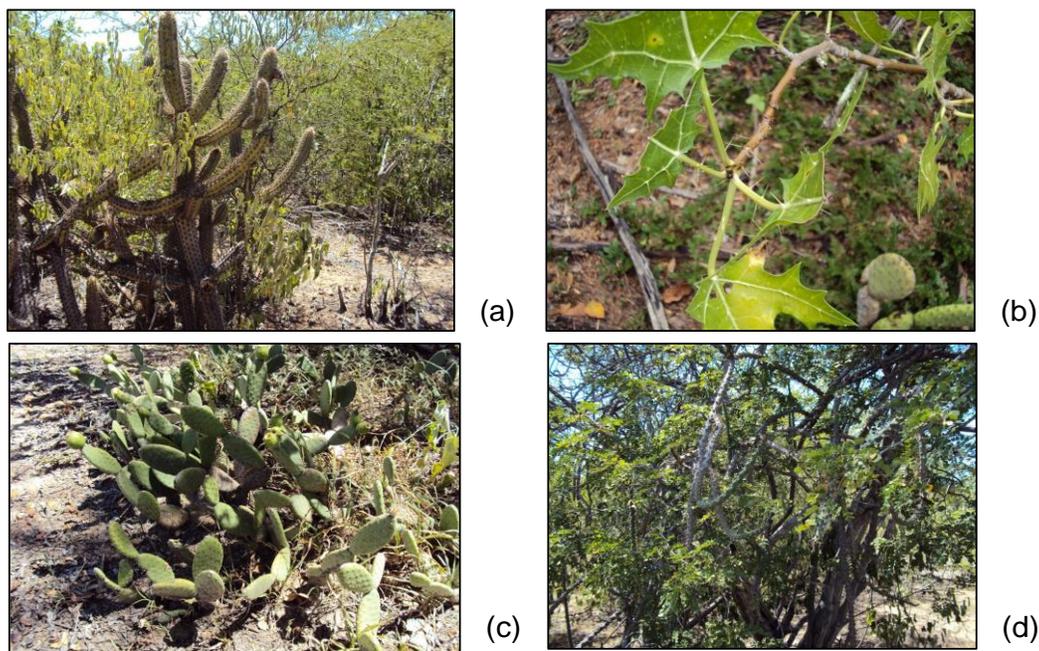


Figura 2. As imagens a, b, c, e d representam a vegetação predominante na área experimental em Serra Talhada – PE, 2010.

### Montagem do experimento e instalação das armadilhas

O experimento de campo foi conduzido de março e maio de 2010. Foram utilizados três porcos domésticos (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) como substrato, pesando aproximadamente 15 kg, mortos por contusão na região cefálica, de modo a simular morte violenta. Os porcos utilizados eram criados com a finalidade de abate, e o método obteve aprovação do Comitê de Ética para Uso de Animais Experimentais (protocolo nº 23076.030693/2009-23). Todos os animais possuíam a mesma idade, peso, cor e sexo (machos).

Os animais foram abatidos de forma seqüencial, com poucos dias de intervalo entre cada um, garantindo, porém, que todos os animais fossem sacrificados em condições idênticas, tanto de clima, maneira e local de abate. Os porcos foram colocados em gaiolas de metal (fig. 3 a e b) para evitar o ataque de animais carniceiros, como raposas, urubus e cães; as gaiolas possuíam abertura superior para facilitar o acesso à carcaça para captura direta de insetos, mas estas portinholas eram fechadas e amarradas ao fim das coletas.



Figura 3. Porco utilizado como substrato atrativo no experimento, dentro de uma gaiola de metal (fechada e aberta) para evitar o ataque de animais maiores. Serra Talhada – PE, 2010.

Ao redor da carcaça foram instaladas oito armadilhas de queda do tipo *pitfall* (fig. 5), visando capturar os coleópteros presentes nos arredores da carcaça, que consistiam em copos plásticos de 500 mL, enterrados ao nível do solo, contendo 200 mL de álcool 70% e para proteger da entrada de água de chuva ou insolação direta, uma cobertura plástica foi montada logo acima de cada armadilha. As armadilhas foram posicionadas a 1 m da carcaça e eqüidistantes 1 m entre si. Para comparar a fauna encontrada nas circunvizinhanças da carcaça, oito armadilhas idênticas às descritas acima foram montadas em um local controle (fig. 6), distante 1 km da carcaça, para captura da coleopterofauna local, sem o impacto da adição de um corpo em decomposição. De modo similar às carcaças, foram feitas três réplicas do controle e as coletas foram realizadas paralelamente. Os transectos traçados para este experimento estão esquematizados na figura 4.

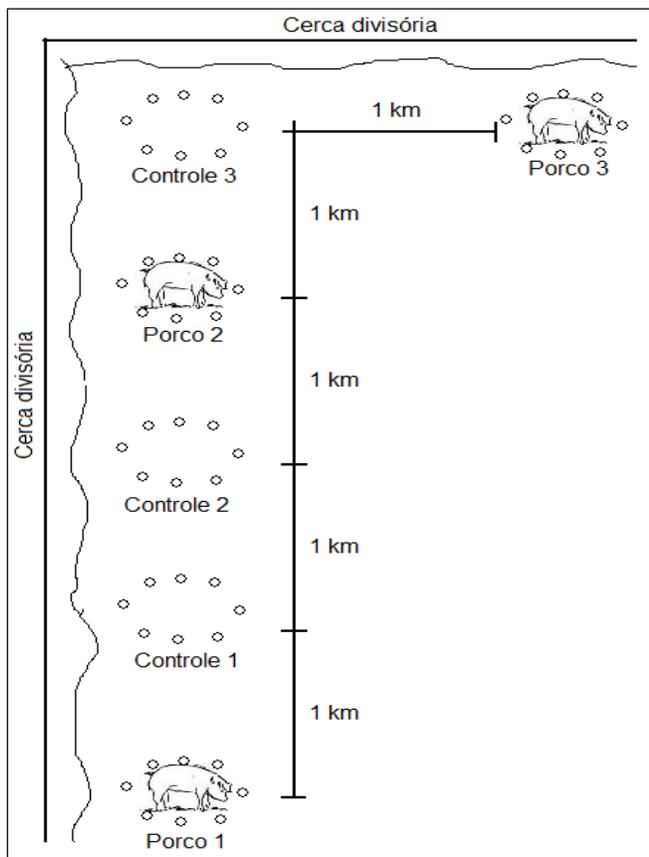


Figura 4. Esquema de montagem das armadilhas na área experimental, evidenciando as distâncias entre as mesmas. Serra Talhada – PE, 2010.



Figura 5. Armadilha de queda do tipo *Pitfall* montada para captura de coleópteros de hábitos terrestres. Serra Talhada – PE, 2010.



Figura 6. Armadilhas de queda do tipo *Pitfall* idênticas as usada na carcaça, em local controle sem iscas atrativas. Serra Talhada – PE, 2010.

Uma bandeja plástica foi colocada em um sulco abaixo do porco, utilizada para coletar os coleópteros que realmente estavam associados à carcaça. A bandeja foi disposta de maneira que a cabeça e a parte posterior do tronco do porco ficassem em contato direto com o solo, para garantir máxima atratividade por conta dos exsudatos e fluidos liberados pela carcaça (fig. 7).



Figura 7. Bandeja colocada abaixo porco, com finalidade coletar coleópteros associados diretamente à carcaça. Serra Talhada – PE, 2010.

## **Metodologia de coleta**

As coletas tiveram início 24 horas *post-mortem* e as primeiras ações no local eram as anotações das condições climáticas e observações da carcaça. Fotos e vídeos foram feitos diariamente, mostrando as principais características da carcaça no momento, para auxiliar a determinação da fase de decomposição. As armadilhas de solo eram então removidas do solo, o conteúdo passado por uma peneira e os insetos eram retirados com ajuda de pinças e acondicionados em potes plásticos com álcool 70% para conservação. O conteúdo de cada armadilha foi armazenado individualmente e etiquetados de acordo com data, dia pós-morte e tratamento. As armadilhas dos locais controles foram coletadas da mesma maneira.

A coleta direta era feita logo após as coletas das armadilhas. A parte superior da gaiola era aberta para facilitar o acesso direto à carcaça, utilizando pinças, os besouros adultos foram coletados e também armazenados em álcool 70%. As coletas diretas (ao longo de todo o corpo do porco) tiveram o tempo cronometrado em 20 minutos, em todos os dias de coleta, uma por dia, para garantir um esforço amostral constante e permitir análises estatísticas.

O último procedimento diário era a coleta da bandeja, que era retirada de baixo do porco como uma “gaveta” e os besouros adultos eram capturados com auxílio de pinças e armazenados em álcool. As larvas presentes, tanto na bandeja como na carcaça, eram transferidas para potes de criação contendo carne bovina moída e os besouros adultos emergidos foram identificados e armazenados em álcool 70%.

### **2. 4 Triagem e identificação do material**

Os coleópteros foram levados ao laboratório do Grupo de Pesquisa Insetos Necrófagos, na UFPE, onde foram separados por morfoespécies. Pelo menos três indivíduos de cada morfoespécie foram levados à Universidade Estadual da Paraíba, no Departamento de Parasitologia, para identificação com auxílio da especialista Dra. Carla de Lima Bicho. As chaves utilizadas foram: Arnett, 2002; Erwin et al., 2002; Booth et al., 1990; Almeida e Mise, 2009; Vaz-de-Mello, 2007; Leivas, 2009; Moura, 2010; Pereira, 2001.

Uma coleção de referência foi montada, utilizando os principais espécimes identificados ao menor nível taxonômico possível, alfinetados e etiquetados.

## 2.5 Análise dos dados

Para cada espécie amostrada, foi calculada a frequência de ocorrência (ou Constância) (FO) e dominância (D) segundo Palma (1975) *apud* Aguiar e Gaglianone (2008):  $FO = [\text{número de amostras com a espécie } i / \text{número de amostras}] \times 100$ . Se  $FO \geq 50\%$  a espécie é indicada como muito freqüente (*mf*), se  $FO < 50\%$  e  $\geq 25\%$ , a espécie é indicada como freqüente (*f*), se  $FO < 25\%$ , a espécie é indicada como pouco freqüente (*pf*). A dominância foi calculada como  $D = [\text{Abundância da espécie } i / \text{abundância total}] \times 100$ . Quando  $D \geq 5\%$  = espécie dominante (*d*), se  $D < 5\%$  e  $\geq 2,5\%$  = espécie acessória (*a*) e quando  $D < 2,5\%$  = espécie ocasional (*oc*). Esses índices analisados juntos podem ser usados para agrupar as famílias em três categorias (Ct): espécies comuns (Co), intermediárias (I) e raras (R). Estes cálculos foram também realizados em nível de ordem dos espécimes coletados.

Para se comparar os tratamentos Porco vs Controle, utilizando como variável a abundância, foi realizado no programa BioEstat 5.0 uma ANOVA um critério, com teste a *posteriori* de Tukey para se verificar onde existem as diferenças significativas (nível de significância 0.01, com dados transformados em log10, para normalização e homogeneização da distribuição).

Para se testar o efeito das fases de decomposição na abundância da população, foi feita uma ANOVA não-paramétrica (Kruskal-Wallis, com nível de significância 0.05) com teste a *posteriori* de Dunn, no programa BioEstat 5.0, para relacionar estas diferenças.

Foram feitas análises de agrupamento utilizando o índice de Bray-Curtis como medida de similaridade, utilizando o programa Primer 6, com a construção de um dendrograma, de modo a verificar as relações de similaridade entre as fases de decomposição, os tratamentos e as espécies coletadas.

Índices de diversidade foram calculados com a finalidade de comparar a riqueza de espécies entre os tratamentos (*pitfall* porco, *pitfall* controle, coleta ativa e bandeja) e entre as fases de decomposição. Os índices utilizados foram:

Shannon-Wiener, rodado no programa BioEstat 5.0, este mede o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido, ao acaso, de uma amostra com **S** espécies e **N** indivíduos. Quanto menor o valor do índice de Shannon-Wiener, menor o grau de incerteza e, portanto, a diversidade da amostra é baixa. A diversidade tende a ser mais alta quanto maior o valor do índice (Ricklefs, 2003). É calculado através da seguinte equação:

$$H' = - \sum p_i \text{Log } p_i$$

Onde:  $p_i$  é a proporção da espécie em relação ao número total de espécimes encontrados nos levantamentos realizados.

Diversidade de Margalef rodado no programa Primer 6, é uma medida utilizada em ecologia para estimar a biodiversidade de uma comunidade com base na distribuição numérica dos indivíduos das diferentes espécies em função do número total de indivíduos existentes na amostra analisada (Pinto-Coelho, 2000). É calculado através da seguinte equação:

$$d = \frac{s - 1}{\text{Log } N}$$

Onde:  $s$  é o número de espécies amostradas;  $N$  é o número total de indivíduos em todas as espécies.

Dominância de Berger-Parker, calculado no programa DivEs 2.0, Este índice de dominância foi proposto por Berger & Parker (1970). É um índice simples, porém eficiente. Considera a maior proporção da espécie com maior número de indivíduos (Pinto-Coelho, 2000). É calculada através da seguinte equação:

$$d = \frac{N_{\max}}{N_T}$$

Onde:  $N_{\max}$  é o número de indivíduos da espécie mais abundante e  $N_T$  é o número total de indivíduos na amostra.

Os resultados obtidos puderam ser comparados entre si, de modo a verificar por qual método estima-se a maior riqueza. Para estimar riqueza foram utilizados os testes não paramétricos: Chao1, Chao2, Jackknife de primeira ordem (Jack1), Jackknife de segunda ordem (Jack2) e Bootstrap no programa Primer6.

Chao1 – é igual à riqueza observada, somada ao quadrado do número de espécies singletons (espécies representadas por apenas um indivíduo nas

amostras), dividido pelo número de doubletons (espécies com apenas dois indivíduos nas amostras) (Colwell e Coddington, 1994).

$$S_{\text{chao1}} = S_{\text{obs}} + F_1^2 / 2F_2$$

Onde:

$S_{\text{obs}}$  = riqueza observada;

$F_1$  = número de espécies de singletons;

$F_2$  = número de doubletons.

Chao2 – utiliza a mesma equação de Chao1 adaptada para utilizar o número de espécies que ocorrem em uma unidade amostral (única) ou em duas unidades amostrais (duplicatas) (Colwell e Coddington, 1994).

$$S_{\text{chao1}} = S_{\text{obs}} + Q_1^2 / 2Q_2$$

Onde:

$S_{\text{obs}}$  = riqueza observada;

$Q_1$  = número de espécies de únicas;

$Q_2$  = número de duplicatas.

Jackknife 1 – estima a riqueza total utilizando o número de espécies que ocorrem em apenas uma amostra (únicas), através da seguinte equação (Colwell e Coddington, 1994):

$$S_{\text{jack1}} = S_{\text{obs}} + Q_1 (m-1/m)$$

Onde:

$S_{\text{obs}}$  = riqueza observada;

$m$  = número de amostras;

$Q_1$  = número de únicas.

Jackknife 2 – estima a riqueza utilizando o número de únicas e de duplicatas, através da seguinte equação (Colwell e Coddington, 1994):

$$S_{\text{jack2}} = S_{\text{obs}} + [Q_1(2m - 3)/m] - [Q_2 (m - 2)^2/m (m-1)]$$

Onde:

$S_{\text{obs}}$  = riqueza observada;

$m$  = número de amostras;

$Q_1$  = número de únicas;

$Q_2$  = número de duplicatas.

Bootstrap – esse método se distingue dos outros porque não se baseia nas espécies raras para calcular a riqueza, ele utiliza os dados de todas as espécies coletadas (Colwell e Coddington, 1994):

$$S_{boot} = S_{obs} + \sum_{k=1}^{S_{boot}} (1 - p_k)^m$$

Onde:

$S_{obs}$  = riqueza observada;

$p_k$  = proporção de amostras que contêm a espécie “ $k$ ”.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Diversidade Geral

Ao longo do estudo, foram coletados no total 4.269 coleópteros adultos, pertencentes a 13 famílias e 56 morfoespécies, capturados em 865 unidades de armadilhas (pitfalls), distribuídas em dois tratamentos (porco VS controle), três réplicas e 18 coletas (ao longo de 26 dias para cada réplica), mais dois métodos de coleta nas carcaças (coleta ativa e bandejas), totalizando em todo experimento 973 unidades amostrais. Scarabaeidae foi a família mais abundante com 2.601 indivíduos, seguida por Trogidae (334), Carabidae (331), Cleridae (274), Dermestidae (247) e Histeridae com 213 exemplares. Estas famílias compreendem 93,5% dos exemplares coletados e na tabela 1 pode-se observar a abundância total de cada espécie, bem como as médias (entre as réplicas) e os desvios padrão daqueles que obtiveram abundância significativa para o respectivo tratamento.

Comparando-se de modo geral a abundância dos coleópteros capturados nas armadilhas de solo, observa-se que tanto o número de espécies ( $\chi^2 = 11,879$ ;  $p < 0,01$ ) quanto o número de indivíduos ( $\chi^2 = 1.596,711$ ;  $p < 0,001$ ) foram significativamente maiores nas proximidades da carcaça quando comparadas ao controle. Isto sugere que a deposição de uma carcaça em decomposição afeta diretamente a comunidade local de besouros, atraindo uma gama de necrófagos e predadores que participam em menor proporção de uma comunidade local sem este tipo de recurso. Nas regiões controle a população, principalmente composta por fitófagos, micófagos e predadores generalistas.

Araújo (2010), em levantamento bibliográfico feito com base nos estudos sobre Entomologia Forense no Norte e Nordeste, afirma que oito famílias de Coleoptera com importância forense possuem registros para estas regiões, Histeridae, Scarabaeidae, Carabidae, Dermestidae, Staphylinidae, Cleridae, Trogidae e Silphidae. A família Staphylinidae está sempre presente em diversos estudos com carcaças de animais em decomposição (Almeida e Mise, 2009; Carvalho et al., 2000; Carvalho e Linhares 2001; Mise et al., 2008; Monteiro-Filho e Penereiro, 1987; Souza e Linhares, 1997), pois são atraídos pela presença de larvas de moscas, que são presas fáceis para estes besouros (Marinoni et al., 2003). Nas

coletas feitas em Caatinga, a abundância de Staphylinidae foi bastante reduzida, embora besouros desta família estejam amplamente distribuídos em vários tipos de habitats, inclusive em paisagens de Caatinga (Pellegrini et al., 2009).

Mise et al. (2008), em estudo semelhante com carcaças de porcos, coletaram grande abundância de Silphidae e Staphylinidae, sendo esta última a família mais abundante, contrapondo os resultados obtidos na caatinga. Os dados sugerem que estes besouros não são abundantes na área amostrada, embora sua presença na caatinga seja confirmada por Iannuzzi et al. (2003), que coletaram espécimes de Staphylinidae com armadilhas de interceptação de vôo.

Mayer (2009) relatou uma alta abundância de Staphylinidae em experimento com carcaças de porcos em região de Mata Atlântica em Recife, PE. Foi a família mais abundante no experimento, indicando o registro desta família em outros biomas do Estado, embora representada neste experimento por apenas dois exemplares de espécies diferentes.

Em contraposição, indivíduos de famílias como Dermestidae, Trogidae e Scarabaeidae foram muito coletados, indicando que para a região de caatinga estas famílias ocorrem em abundância elevada, de forma agregada sobre o recurso, como prevê Hanski (1987). No caso de Silphidae, o registro desta família sobre carcaças é mais comum em regiões temperadas do que nos trópicos (Hanski, 1987). Entretanto, Mise et al. (2008) observaram alta frequência de silfídeos em Curitiba – PR, mesmo considerando-se que naquela localidade a temperatura média anual é 21 °C, clima relativamente semelhante a regiões mais frias.

Ainda na comparação das armadilhas do porco X *pitfalls* do controle, o cálculo do índice de diversidade de Shannon teve uma alta influência da espécie dominante, *D. verruciferum*, que, sozinha, representou 56,4% do total de besouros coletados durante todo o experimento em todos os métodos de coleta. Como a uniformidade foi maior no controle, a diversidade também foi maior, embora a riqueza e abundância sejam significativamente menores. O índice de Margalef neste caso foi maior para a área contendo o porco. O índice de dominância de Berger-Parcker foi significativamente maior no porco, provavelmente por conta da presença de *D. verruciferum*. Os resultados podem ser comparados na Tabela 2:

Tabela 1. Número total, média e desvio padrão ( $m \pm dp$ ) da abundância de indivíduos coletados por família sob diferentes métodos de coleta, na presença (Pitfall Porco, Coleta Ativa e Bandeja) e ausência (Pitfall Controle) de carcaça suína, em Serra Talhada – PE.

Família	Gênero/Morfoespécie	Pitfall Controle	Pitfall Porco	Coleta Ativa Carcaça	Bandeja
Scarabaeidae	<i>Ateuchus aff. carbonarius</i>		12 (4 ± 3)	24 (8 ± 3,6)	73 (24,3 ± 12,5)
	<i>Canthidium manni</i>		2		2
	<i>Canthon aff. maldonadoi</i>		1		
	<i>Canthon sp.2</i>		7 (1,3 ± 0,5)	3	
	<i>Coprophanaeus cyanescens</i>		14 (4,6 ± 7,2)		2
	<i>Deltochilum verruciferum</i>		1645 (548 ± 53,8)	29 (9,6 ± 1,5)	733 (244,3 ± 30,2)
	<i>Dichotomius nesus</i>		9 (3 ± 1,7)		14 (4,6 ± 3)
	<i>Dichotomius geminatus</i>		13 (4,3 ± 6,6)		1
	<i>Trichillum externepunctatum</i>		2	4	4
	<i>Canthon aff. mutabilis</i>		1		
	<i>Onthophagus raniculus</i>		1		
	<i>Coprophanaeus pertyi</i>			1	
	<i>Genieridium margaretae</i>	1			
Histeridae	<i>Atholus sp.1</i>		20 (6,6 ± 8)		
	<i>Atholus sp.2</i>		6 (2 ± 3,4)		2
	<i>Atholus sp.3</i>	1	3		
	<i>Euspilotus (Neosaprinus) sp.</i>		7 (2,3 ± 1,5)		
	<i>Euspilotus (Hesperosaprinus) sp.</i>	1	10 (3,3 ± 2,3)		4
	<i>Euspilotus sp.3</i>		2		1
	<i>Hololepta sp.</i>			1	
	<i>Omalodes (O.) punctistrius</i>	2			
	<i>Omalodes (O.) foveola</i>		3	1	
	<i>Omalodes (O.) planifrons</i>				1
	<i>Omalodes sp.4</i>	1	2		
<i>Phelister sp.</i>		15 (5 ± 1,7)			
<i>Xerosaprinus sp.</i>		116 (38,7 ± 37,7)	7 (3,5 ± 2,1)	7 (2,3 ± 4)	
Carabidae	<i>Arthrostictus speciosus</i>	54 (18 ± 21,6)	60 (20 ± 26,1)		1
	<i>Clivina sp.</i>				1
	<i>Galerita sp.</i>	26 (8,67 ± 10)	84 (28 ± 24,4)		12 (4 ± 2,6)
	<i>Harpalinae sp.</i>	3	3		
	<i>Scarites sp. 1</i>	17 (5,6 ± 2,5)	10 (3,3 ± 4,9)		
	<i>Scarites sp. 2</i>	3	1		
	<i>Tetracha sp.</i>	54 (18 ± 27,7)	8 (2,6 ± 2,3)		
	<i>Carabidae sp.1</i>		3		
	<i>Carabidae sp.2</i>	2	12 (4 ± 2,6)		
	<i>Carabidae sp.3</i>	3	7 (2,3 ± 2,5)		
	<i>Carabidae sp.4</i>		11 (3,6 ± 4)		
Curculionidae	<i>Curculionidae sp.1</i>	2	4		
	<i>Curculionidae sp.2</i>	2	2		
	<i>Scolytinae sp.1</i>	42 (14 ± 6,2)	42 (14 ± 5)		2
	<i>Scolytinae sp.2</i>		1		
	<i>Scolytinae sp.3</i>		2		
Geotrupidae	<i>Neothyreus sp.</i>	1			
	<i>Athyreus vavini</i>	2			
Staphylinidae	<i>Aleochara sp.</i>		1		
	<i>Xenopygus analis</i>		1		
Bostrichidae	<i>Bostrichidae sp.</i>			2	
Cerambycidae	<i>Cerambycidae sp.</i>		9 (3 ± 5,2)		
Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>		5 (1,6 ± 1,1)	222 (74 ± 22,5)	47 (15,6 ± 10,1)
Dermestidae	<i>Dermestes maculatus</i>		6 (2 ± 1,7)	147 (49 ± 4,3)	94 (31,3 ± 5,5)
Lymexylidae	<i>Lymexylidae sp.</i>			1	
Nitidulidae	<i>Nitidulidae sp.</i>	101 (33,7 ± 27)	11 (3,6 ± 3,7)		
Trogidae	<i>Omorgus suberosus</i>		226 (75,3 ± 26,1)	24 (8 ± 6)	84 (28 ± 14,7)

Tabela 2. Índices de diversidade para as coletas feitas com pitfalls, nos arredores do porco e nas regiões controle.

<b>Índices</b>	<b><i>Pitfalls</i> Porco</b>	<b><i>Pitfalls</i> Controle</b>
Riqueza de espécies (S)	47	18
Indivíduos (N)	2401	317
Margalef (DMg)	5,91	2,95
Berger-Parcker (BP)	28,58	12,19
Shannon (H')	0,63	0,85
Máxima Diversidade ( $H_{máx}$ )	1,74	1,74
Uniformidade de Shannon (E)	0,36	0,48

Estes resultados mostram que a diversidade de coleópteros neste experimento está associada ao número de espécies dominantes, embora claramente a abundância aumente após a adição de uma carcaça, recurso efêmero que atrai rapidamente uma gama de insetos necrófagos. A utilização de armadilhas em locais com ausência de carcaças, para fins de comparação (tratamento controle) não é habitual em experimentos com insetos necrófagos, portanto outros registros desta natureza são desconhecidos. A presença de uma espécie dominante pode interferir nas estimativas de riqueza de uma localidade, mas para regiões preservadas é comum que haja dominância de poucas espécies em detrimento de outras, raras.

No tratamento controle, a família mais abundante foi Carabidae, com um total de 162 espécimes coletados, porém a morfoespécie mais abundante foi Nitidulidae sp1, com 101 indivíduos. Espécimes desta família se alimentam basicamente de fungos, matéria vegetal, seiva, frutas em decomposição e algumas espécies estão associadas a carcaças animais também, frescas ou secas; em alguns grupos as larvas são predadoras (Arnett, 2002). Poucas espécies são atraídas por carcaças e restos animais e quando presentes são normalmente encontradas em estágios mais avançados de decomposição. No entanto, poucos trabalhos têm sido realizados para estabelecer o valor destes besouros para a entomologia forense. Como neste experimento nenhum exemplar da espécie mencionada foi encontrado na carcaça, nem nos seus arredores, provavelmente trata-se de uma espécie não necrófila.

Dentro da família Carabidae, as espécies mais abundantes foram *Tetracha* sp. e *Arthrostictus speciosus*, que obtiveram a mesma abundância, 54 espécimes cada, correspondendo juntas a 66,6% do total da família e a 34,0% do total coletado

no controle. Curculionidade também esteve freqüente nos controles, principalmente representada pela subfamília Scolytinae (fig. 8), que apresentou uma espécie cuja abundância representou 92,0% do total da família e 13,2% do total de coletas no controle.



Figura 8. Espécime de Scolytinae coletados em armadilhas de solo na região controle em área de caatinga de Serra Talhada – PE.

Na Tabela 4, podemos observar a freqüência das principais espécies capturadas, excetuando-se aquelas que obtiveram abundância muito baixa durante o experimento. As armadilhas de queda ao redor do porco só registraram duas espécies comuns, *D. verruciferum* e *O. suberosus*. Isto se deve ao fato de estas espécies terem habitats predominantemente de solo, o que favoreceu suas coletas em maior quantidade nestas armadilhas. Estas duas espécies também estiveram ausentes nas armadilhas da região controle, durante todo o experimento, pois ambas são consideradas necrófagas e foram atraídas diretamente pela carcaça.

Outras espécies também foram coletadas em maior abundância pelas armadilhas de solo nas carcaças e foram registradas como espécies intermediárias, como *Xerosaprinus* sp. (Histeridae), presente exclusivamente nas armadilhas da carcaça. Sua ausência no controle sugere necrofilia. Outras três espécies foram registradas em ambos os tratamentos, porém, observados em diferentes categorias entre estes tratamentos, como os carabídeos *Galerita* sp. e *Arthrostictus speciosus*, que são predadores de pequenos insetos, larvas e ovos, principalmente de Diptera (Hanski, 1987). Estas espécies foram consideradas intermediárias nas armadilhas

das carcaças, porém foram comuns nas armadilhas do controle, indicando que sua atividade predatória não depende exclusivamente das espécies que habitam as carcaças. O mesmo ocorreu com a espécie Scolytinae sp. 1, intermediária nas carcaças e comum nos controles, embora esta subfamília esteja associada a hábitos micófitos.

A espécie de Carabidae *Tetracha* sp. esteve presente em abundância expressiva no controle, sendo rara nas imediações da carcaça; esta espécie também é considerada predadora e sua distribuição nas armadilhas indica que a escolha de sua presa não depende daquelas espécies presentes em carcaças.

Como mencionado anteriormente, Nitidulidae sp. 1 foi bastante abundante nas coletas do controle, assim podemos ver na tabela de freqüências, considerada uma espécie comum neste tratamento e rara no tratamento porco. Esta família possui muitas espécies de hábitos necrófitos, porém, este resultado indica que não é o caso da espécie coletada.

Tabela 3. Categorias segundo Palma (1975) *apud* Aguiar e Gaglianone (2008) das principais espécies de Coleoptera registradas no Município de Serra Talhada, PE. Categorias: Co = comum; I = intermediária; R = rara.

Família	Espécie	Categoria	
		Pitfall Porco	Pitfall Controle
Scarabaeidae	<i>Ateuchus</i> aff. <i>carbonarius</i>	R	-
	<i>Coprophanaeus cyanescens</i>	R	-
	<i>Deltochilum verruciferum</i>	Co	-
	<i>Dichotomius nisus</i>	R	-
	<i>Dichotomius geminatus</i>	R	-
	<i>Trichillum externepunctatum</i>	R	-
Histeridae	<i>Atholus</i> sp.1	R	-
	<i>Atholus</i> sp.2	R	-
	<i>Euspilotus (Neosaprinus)</i> sp.	R	-
	<i>Euspilotus (Hesperosaprinus)</i> sp.	R	R
	<i>Phelister</i> sp.	R	-
	<i>Xerosaprinus</i> sp.	I	-
Carabidae	<i>Galerita</i> sp.	I	Co
	Harpalinae sp.	R	R
	<i>Tetracha</i> sp.	R	I
	<i>Scarites</i> sp. 1	R	R
	<i>Arthrostictus speciosus</i>	I	Co
Curculionidae	Scolytinae sp.1	I	Co
	Scolytinae sp.2	R	-
	Scolytinae sp.3	R	-
Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>	R	-
Dermestidae	<i>Dermestes maculatus</i>	R	-
Nitidulidae	Nitidulidae sp	R	Co
Trogidae	<i>Omorgus suberosus</i>	Co	-

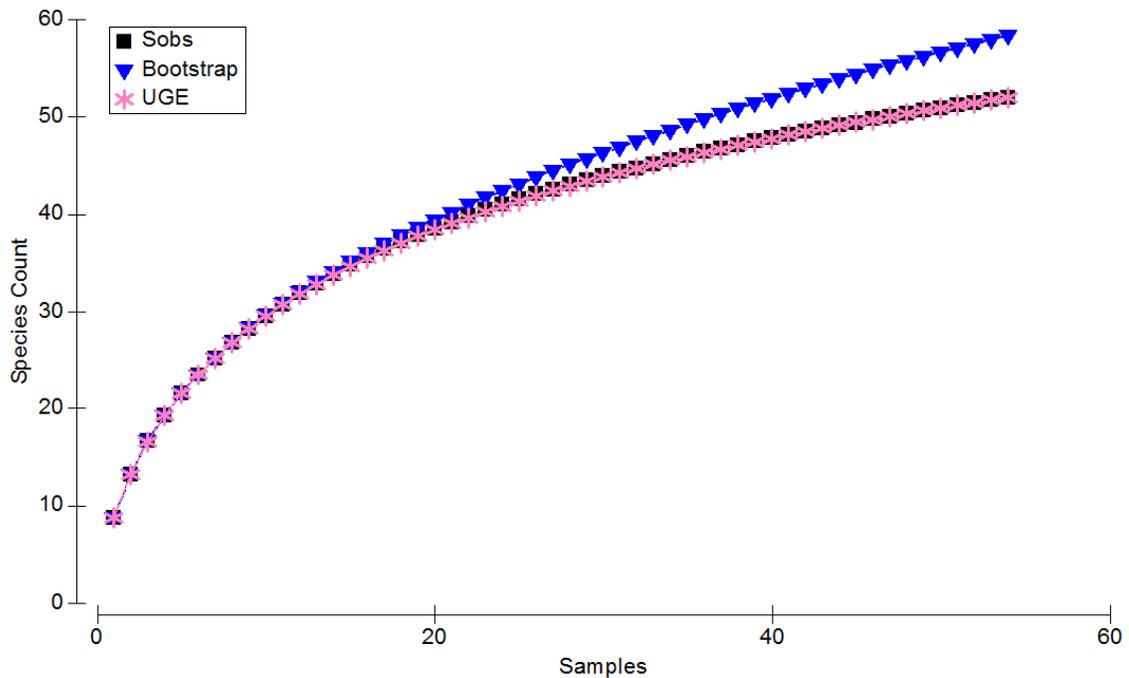


Figura 9. Curva de acumulação de espécies obtida através do programa Primer 6 mostrando a curva das espécies observadas, a curva do índice de Bootstrap e a curva do índice UGE.

Analisando-se a curva de acumulação de espécies (fig. 9), de acordo com os valores de estimativa de riqueza UGE (média dos índices Chao 1 e 2, Jackknife 1 e 2, Bootstrap e Michaelis-Menten), obtivemos uma estabilização da curva, com 52 espécies estimadas. Já observando a curva do índice de Bootstrap (que estimou 58,345 espécies), observamos que a curva não atinge o valor de espécies estimadas, porém, 90% das espécies foram coletadas.

Estes resultados mostram que a adição de uma carcaça pode estimar, satisfatoriamente, as espécies necrófilas presentes na caatinga, mostrando que quando há um recurso disponível, a atração é imediata. Uma grande quantidade de evidências experimentais e de campo tem indicado que o modelo de coexistência por agregação é o mecanismo mais importante na manutenção da diversidade em comunidades efêmeras, como a comunidade necrófaga compartilhando o recurso de uma carcaça (Hanski, 1981; Schorrock e Sevenster, 1995).

Com o passar dos dias, à medida que a carcaça sofre as transformações da decomposição, existe uma adição contínua de espécies que ainda são atraídas pelos restos mortais, até os estágios finais da decomposição, sendo necessários

mais dias de coleta além do fim da decomposição para uma possível estabilização da curva.

### Hábitos Alimentares das Famílias de Coleoptera Registradas

Considerando-se o hábito alimentar dos artrópodes presentes nas circunvizinhanças de uma carcaça, Hanski (1987) argumenta que necrófagos e predadores são as categorias alimentares mais freqüentes, visto que o número de presas é alto e concentrado e o valor nutricional de carcaças em decomposição é de vital importância para o desenvolvimento de espécies necrófagas.

Foram registrados coleópteros caracterizados por oito hábitos alimentares distintos; coprófagos, copro-necrófagos, fitófagos, micófagos, necrófagos, onívoros, predadores e saprófagos. Cada tratamento coletou uma diversidade distinta e método de coleta foi eficaz de maneira diferente em relação à abundância e riqueza das espécies pertencentes aos hábitos mencionados.

Os hábitos alimentares dos coleópteros coletados nesse estudo foram estabelecidos segundo Marinoni et al. (2003) e são descritos na tabela 6, bem como a proporção geral de indivíduos e espécies na tabela 7.

Tabela 4. Hábitos alimentares (Marinoni et al., 2003) dos principais taxa coletados no experimento de campo em Serra Talhada – PE.

Família	Espécie	Hábito alimentar
Scarabaeidae	<i>Ateuchus aff. carbonarius</i>	Copro-necrófago
	<i>Canthidium manni</i>	Coprófago
	<i>Canthon maldonadoi</i>	Copro-necrófago
	<b><i>Coprophanaeus cyanescens</i></b>	<b>Necrófago</b>
	<b><i>Deltachilum verruciferum</i></b>	<b>Necrófago</b>
	<i>Dichotomius nisus</i>	Coprófago
Histeridae	<i>Trichillum externepunctatum</i>	Coprófago
	<i>Euspilotus (Neosaprinus)</i>	Predador*
	<i>Euspilotus (Hesperosaprinus)</i>	Predador*
	<i>Omalodes (O.) planifrons</i>	Predador
	<i>Omalodes punctistrius</i>	Predador
	<i>Omalodes foveola</i>	Predador
	<i>Phelister</i> sp.	Predador*
<i>Xerosaprinus</i> sp.	Predador*	
Carabidae	<i>Galerita</i> sp.	Predador*
	Harpalinae sp.	Predador*
	<i>Tetracha</i> sp.	Predador*
	<i>Scarites</i> sp.	Predador*
Curculionidae	<i>Arthrostictus speciosus</i>	Predador
	Scolytinae sp.1	Micófago*
	Scolytinae sp.2	Micófago*
	Scolytinae sp.3	Micófago*
	Curculionidae sp.1	Fitófago*
Geotrupidae	Curculionidae sp.2	Fitófago*
	<i>Neoathyreus</i> sp.1	Não determinado
Cleridae	<i>Athyreus vavini</i>	Não determinado
	<b><i>Necrobia rufipes</i></b>	<b>Necrófago</b>

Dermestidae	<i>Dermestes maculatus</i>	Necrófago
Nitidulidae	Nitidulidae sp.1	Onívoro*
Trogidae	<i>Omorgus suberosus</i>	Necrófago

\* Hábito predominante no táxon.

Tabela 5. Proporção geral de espécies e indivíduos por hábito alimentar coletados em carcaças de suínos durante o experimento em região de Caatinga de Serra Talhada – PE.

Hábito (Marinoni et al., 2003)	Proporção de Riqueza		Proporção de Abundância	
	Nº Total	%	Nº Total	%
Copro-necrófago	4	7,14	120	2,81
Coprófago	4	7,14	48	1,12
Necrófago	5	8,92	3278	76,78
Onívoro	7	12,50	119	2,78
Predador	26	46,42	590	13,82
Micófago	4	7,14	90	2,11
Fitófago	4	7,14	21	0,49
Saprófago	2	3,57	3	0,07
Total	56		4269	

Predador foi o hábito associado a um maior número de espécies durante todo o experimento, representado por 26 espécies (46,4% do total), seguido de onívoros e necrófagos, que representaram 12,5% e 8,9% do total de espécies, respectivamente.

Quanto à abundância, o hábito necrófago esteve associado à maior proporção de indivíduos (76,8%), representados principalmente por *Deltochilum verruciferum*. Os predadores representaram 13,8% do total de indivíduos coletados. Mise et al. (2008), em seu estudo com carcaças de suínos coletaram um maior número de predadores 55,0% e onívoros 38,0%, e os necrófagos representaram apenas 1,3% de seu experimento.

Provavelmente a presença de uma espécie tão dominante, como no presente estudo, causou esta diferença em números de indivíduos. O ambiente escolhido para o estudo de Mise et al. (2008) foi diferente, em um remanescente de floresta ombrófila, totalmente diferente da caatinga, que é um bioma com altas temperaturas e poucos recursos hídricos, sendo a adição de uma carcaça (recurso efêmero) um atrativo mais eficaz para os necrófagos da região, pois a decomposição foi bem mais rápida do que no experimento citado acima, tendo, portanto uma explosão de abundância e agregação de espécies durante o consumo do recurso.

A Figura 10 nos mostra a proporção do número de espécies (riqueza) coletadas por hábito alimentar em cada metodologia de coleta, indicando que há

diferenças nesta proporção de acordo com o tratamento. No controle, há uma predominância na riqueza de espécies predadoras e a menor riqueza é de espécies micófagas. Há uma riqueza semelhante entre as espécies fitófagas, onívoras e saprófagas, sendo esta última coletada apenas neste tratamento. Espécies copro-necrófagas, coprófagas e necrófagas foram ausentes neste tipo de coleta, provavelmente pela distância que estas armadilhas estavam da carcaça.

Nas armadilhas do porco e na bandeja o número espécies predadoras também é maior, mas na coleta ativa este número é menor com relação ao número de espécies necrófagas, pois este método de coleta privilegia a captura de besouros com este hábito. As armadilhas do porco também apresentaram um maior número de espécies com hábitos alimentares diferentes registrados, estando ausentes apenas espécies saprófagas, isto se deve ao fato deste tipo de coleta ser pouco seletivo, capturando todo e qualquer coleóptero que estivesse a aproximadamente 1 metro da carcaça.

A coleta ativa, feita diretamente na carcaça, registrou espécies de seis hábitos alimentares diferentes, inclusive fitófagos, que são considerados acidentais, provavelmente porque as coletas diretas também eram feitas no solo próximo ao porco (10 a 20 cm da carcaça) e assim estas espécies poderiam estar apenas se locomovendo pela área não necessariamente atraídas ou interessadas pela carcaça.

A bandeja foi o método de coleta que registrou a menor diversidade de hábitos alimentares, cinco ao todo, deixando de coletar fitófagos, saprófagos e onívoros. Este método de coleta, por se localizar logo abaixo da carcaça, propicia a captura de besouros que realmente estavam associados a ela e possui fauna semelhante aquela encontrada na coleta ativa, que pode ser considerada complementar à bandeja.

Além dos predadores, micófagos foram os únicos coletados em todos os tratamentos também, provavelmente por consumirem fungos de qualquer natureza, inclusive aqueles que se desenvolvem na carcaça durante a fase de fermentação e nos ossos já secos.

Quando avaliamos a abundância dos indivíduos por hábito alimentar no lugar de riqueza de espécies, observamos uma discrepância nos métodos de coleta, como representado na figura 10. Nas armadilhas do controle, há um aumento na proporção de espécies onívoras e micófagas, que, em números de abundância, foram mais representativas; e uma diminuição significativa na proporção de fitófagos

e saprófagos, que embora apresentassem um maior número de espécies, estas foram pouco amostradas em número de indivíduos. A proporção de predadores permanece dominante e quase não há mudança na sua representatividade, tanto na riqueza de espécies quando no número total de indivíduos.

Na carcaça há a maior diferença na proporção, primeiramente nas armadilhas de queda ao redor do porco a abundância de indivíduos necrófagos aumenta significativamente, o mesmo acontece na coleta ativa e na bandeja, tendo esta última um aumento também, mesmo que sutil, na proporção de copro-necrófagos. O número de espécies de todos os outros hábitos diminuiu significativamente sua proporção nestes tratamentos. Isso acontece porque, mesmo existindo poucas espécies realmente necrófagas, estas ocorrem em grande abundância nas coletas das carcaças, assim, quando analisamos a riqueza de espécies, esta se apresenta menor que a riqueza de predadores, mas, quando analisamos a abundância do número de indivíduos, então vemos como estas espécies necrófagas são dominantes durante a decomposição.

O ciclo de vida de espécies necrófagas é curto quando comparado ao de coleópteros de outros hábitos alimentares, pois nestas espécies, como o principal alimento é um recurso efêmero (carcaças), a alimentação da larva deve ser proveitosa para garantir a sobrevivência do adulto e por isso estas espécies tendem a se agregar sobre a carcaça, aumentando a abundância (Hanski, 1986).

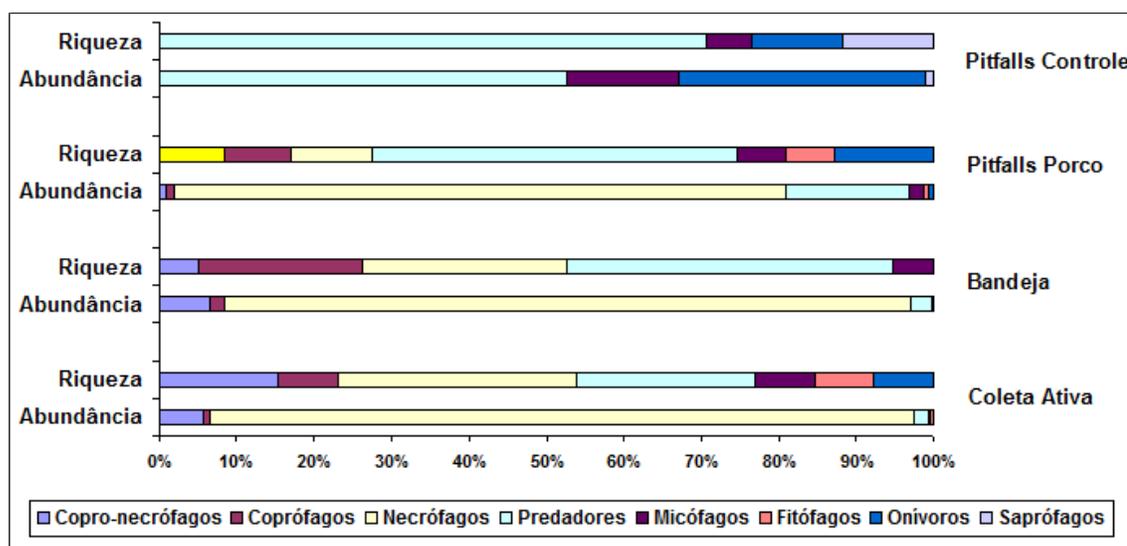


Figura 10. Riqueza de espécies e abundância de indivíduos por hábito alimentar em Coleoptera capturados por diferentes métodos de coleta em região de Caatinga de Serra Talhada – PE.

Analisando-se o MDS (Fig. 12) construído a partir do cálculo da distância Euclidiana, a fim de se avaliar as relações entre os diferentes métodos de coletas, levando em consideração a abundância das espécies por dia, observamos um agrupamento entre as coletas realizadas na carcaça (pitfalls, bandeja e coleta ativa), formando um grupo heterogêneo, com as amostras sobrepondo-se e formando um gradiente. Isto se deve ao fato destas coletas serem complementares entre si, pois os besouros que não eram coletados diretamente sobre a carcaça caíam na bandeja ou eram capturados também pelos pitfalls, por isso suas composições faunísticas são parecidas. Embora semelhantes, apenas a bandeja compartilha espécies com os outros dois métodos na carcaça, pois as coletas ativas e os pitfalls formam dois grupos separados, provavelmente por causa das espécies mais coletadas de forma ativa, *D. maculatus* e *N. rufipes*, quase inexistentes nos pitfalls por apresentarem indivíduos ágeis, dificilmente capturados em armadilhas de solo.

O outro grupo, homogêneo, formado pelas espécies coletadas nas armadilhas de solo no controle, apresentou uma fauna muito diferente daquela encontrada nas coletas da carcaça, mostrando não ter relação com tais amostras, evidenciando que a adição da carcaça atraiu uma gama diferente de besouros, em sua maioria necrófaga.

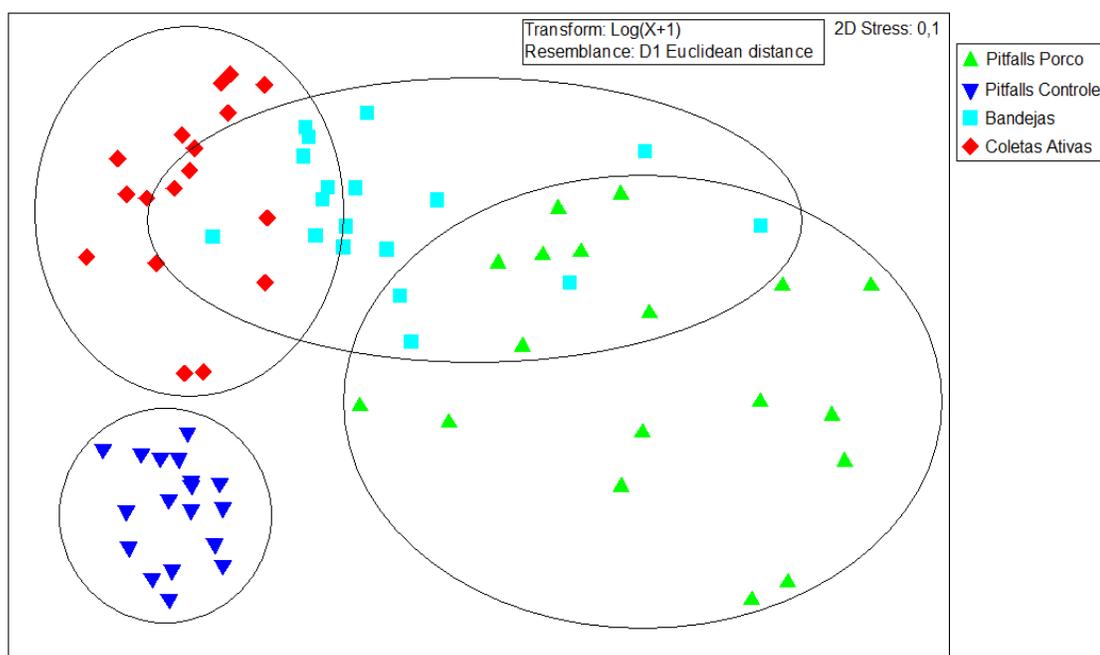


Figura 11. MDS construído a partir do cálculo da distância Euclidiana para as diferentes metodologias de coleta de Coleoptera, com e sem carcaça de suíno, em área de Caatinga de Serra Talhada – PE.

As principais famílias coletadas neste experimento, citadas também por vários autores (Almeida e Mise, 2009; Barbosa, et al., 2006; Bornemissza, 1957; Byrd e Castner, 2010; entre outros) como de importância para o estudo da ecologia de insetos necrófagos, estão descritas a seguir.

### **Scarabaeidae**

Família com cerca de 2.000 gêneros e 25.000 espécies, com 362 gêneros e 4.706 espécies na região Neotropical. Adultos e larvas podem ser detritívoros, saprófagos, herbívoros, necrófagos ou coprófagos. As larvas da maioria das espécies prejudiciais vivem no solo, alimentando-se de raízes, outros podem alimentar-se em madeira podre, carniça seca ou peles (Booth, 1990).

Exemplares desta família são comumente chamados de “rola-bosta” e caracterizam-se por usar fezes ou outros detritos orgânicos, carcaça e frutos em decomposição como recurso alimentar, tanto no estágio adulto como larval (Halffter e Matthews, 1966). Scarabaeidae são de grande importância para a ciclagem de nutrientes dos ecossistemas onde ocorrem, fazendo o papel de processadores de matéria orgânica em decomposição sendo, portanto, fundamentais na modelagem de ambientes terrestres (Halffter e Matthews, 1966).

A família Scarabaeidae foi a mais rica, contabilizando 16 espécies. A espécie mais abundante, não apenas da família, mas de todo o experimento, foi *Deltochilum (Calhyboma) verruciferum* (fig. 13 a), com 2.407 indivíduos (92,5% do total da família). A distribuição desta espécie foi constante durante todo o experimento. Esta espécie foi significativamente dominante, interferindo inclusive nas estimativas de riqueza e diversidade local. A espécie foi observada em associação direta à carcaça e na bandeja, nos pitfalls ao redor dos porcos, mas nenhum exemplar foi coletado no controle, mostrando a preferência pelo habitat necrófilo. A média de abundância da espécie dominante *D. verruciferum* por dia pós-morte, assim como os desvios padrão, estão representados pelo gráfico da fig. 14.

A família Scarabaeidae ocorreu exclusivamente nos tratamentos que envolviam a carcaça: armadilhas de queda, bandeja e coleta ativa. Foi a família de maior abundância no experimento, e está entre as de interesse forense, e foi a de maior riqueza também, representada por espécimes dos gêneros *Canthon*, *Coprophanaeus*, *Dichotomius*, *Deltochilum*, *Ateuchus*, *Canthidium*, *Trichillum* (fig. 13

e) e por exemplares não identificados de mais 6 espécies. Este número de espécies é relativamente baixo quando comparado a outras regiões tropicais, mas este padrão pode ser explicado pela insuficiência hídrica que a região apresenta, principalmente no período de baixas precipitações. O fato de a Caatinga ser um ambiente seco restringe o aparecimento dos indivíduos principalmente durante o dia, ficando expostos à desidratação. Além disso, a reduzida produção primária é incapaz de sustentar uma grande quantidade de mamíferos, que são os organismos que basicamente alimentam os escarabeíneos (Hernández, 2007).

Milhomem et al. (2003) coletaram em área de cerrado, utilizando armadilhas de interceptação de vôo e armadilhas de queda iscadas com fezes e fígado bovino, 6.879 indivíduos de 102 espécies de Scarabaeidae. Também no Cerrado, Vaz-de-Mello (1999) coletou, também utilizando armadilhas de solo iscadas com fezes e restos animais, além de uma armadilha de interceptação de vôo, varias espécies de Scarabaeidae, dentre elas espécies dos gêneros *Canthon*, *Coprophanæus* e *Deltochillum* nas armadilhas iscadas com restos animais.

A espécie *Ateuchus* aff. *carbonarius* (Fig. 13 b.) esteve presente, com 109 indivíduos no total, e espécies dos gêneros *Canthidium* e *Dichotomius*, representado pela espécie *D. nisus* (Fig. 13 c), também foram coletados, afirmando sua presença na Caatinga Pernambucana. Hernández (2007), em estudo com armadilhas iscadas na Caatinga Paraibana, capturou 918 indivíduos da subfamília Scarabaeinae, classificados em 20 espécies, pertencentes a 13 gêneros. A espécie mais abundante foi *Deltochillum verruciferum*, com 47% dos indivíduos coletados, assim como no presente experimento, que também observou esta espécie como dominante. Hernández (2007) também cita que *D. verruciferum* é uma espécie exclusiva da caatinga e que, além desta espécie, outras espécies coletadas também foram comuns, *Ateuchus carbonarius* (12%), *Canthidium manni* (10%), *Uroxys* sp.1 (8%), *Onthophagus hirculus* (5%) e *Dichotomius geminatus* (5%). Estes espécimes foram coletados com armadilhas de solo iscadas com carne de porco em decomposição, afirmando, assim, que estas espécies estão associadas à decomposição animal.

O gênero *Canthon* foi citado por Pessôa e Lane (1941) como associado ao processo de decomposição de tecidos animais. Também foi encontrado por Carvalho et al. (2001) associado a carcaças animais, em ambiente semelhante. Luederwaldt (1911) observou espécies de *Canthon* cavando túneis sob a carcaça,

para depois remover uma quantidade de carne, formando bolas e carregando-as com suas pernas traseiras para depois enterrá-las. Comportamento semelhante da espécie *Deltochilum verruciferum* foi observado, quando indivíduos cavavam túneis por baixo da carcaça e retiravam pequenos pedaços. Durante as caminhadas na área experimental, foram observados indivíduos desta espécie também se alimentando diretamente de pequenas carcaças de anfíbios, retirando pequenas porções do animal e, aparentemente, ingerindo-as.

Alguns autores também associam o gênero *Coprophanaeus* ao processo de decomposição de carcaças animais. Carvalho et al. (2001) encontraram a espécie *C. ensifer* sobre cadáveres animais e humanos. Pessôa e Lane (1941) citaram ainda indivíduos do gênero *Dichotomius* como associados aos processos de decomposição, o qual foi encontrado por Moura et al. (1997) associado à carcaça em área de floresta. Cruz e Vasconcelos (2006) observaram o gênero nas circunvizinhanças da carcaça, durante estudo semelhante realizado em Pernambuco. Barbosa et al. (2006) coletaram exemplares não identificados dessa família associados a carcaças de porcos domésticos, assim como Mise et al. (2008) e Souza (2006). Moura, Carvalho & Monteiro-Filho (1997) encontraram *C. cyanescens* (Fig. 13 d) associados a carcaças animais em área de floresta, mesma espécie encontrada neste experimento, podendo ser citada agora como associada a carcaças animais em área de Caatinga.

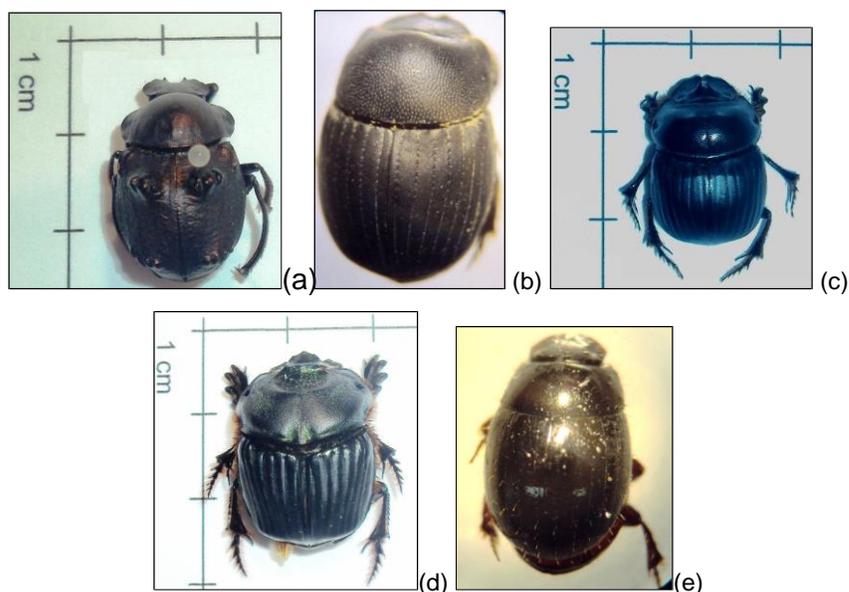


Figura 12. Espécimes de Sacarabaeidae coletados em região de Caatinga de Serra Talhada – PE. (a) - *Deltochillum (Calhyboma) verruciferum*; (b) - *Ateuchus aff. carbonarius*; (c) - *Dichotomius nisus*; (d) - *Coprophanaeus cyanescens* e (e) – *Trichillum externepunctatum*

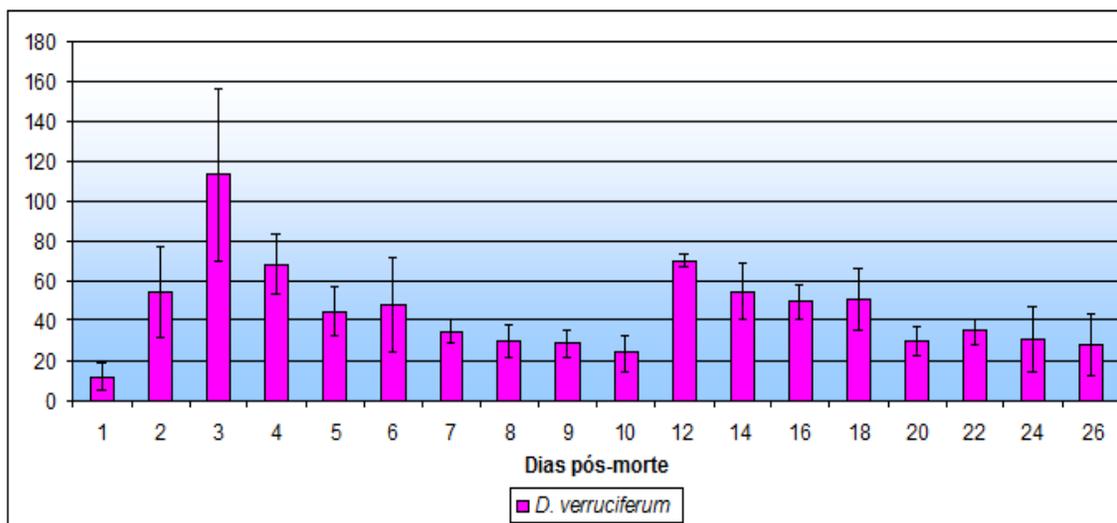


Figura 13. Média e desvio padrão da abundância da espécie *Deltochillum verruciferum* nos métodos de coleta das carcaças por dia pós-morte.

## Trogidae

Família com 5 gêneros e 300 espécies, sendo 3 gêneros e compreendendo 48 espécies na região Neotropical. Adultos e larvas estão entre os últimos habitantes de carcaças diversas, como peixes, anfíbios, reptéis, pássaros e mamíferos. Os besouros desta família são facilmente reconhecíveis, não somente pelo número

reduzido de urosternitos (cinco visíveis), mas, sobretudo pela cor e aspecto característico do corpo, que se apresenta quase sempre coberto de crosta terrosa e com élitros providos de tubérculos mais ou menos salientes, longitudinalmente dispostos (Costa Lima, 1952).

Foi a segunda família em abundância, representada por uma espécie do gênero *Omorgus* (fig. 15), que também foi uma espécie constante durante todo o experimento, estando presente em quase todos os dias de coleta, com um pico de abundância entre o fim da fase de putrefação e o início da fase de putrefação escura. Assim como *D. verruciferum*, esta espécie não esteve presente no controle, indicando sua preferência de habitat, sendo observada em associação direta com a carcaça e nas bandejas. A maior abundância de *O. suberosus* foi registrada nas armadilhas ao redor do porco, seguido das coletas na bandeja e na carcaça por último. A abundância da espécie *Omorgus suberosus* por dia pós-morte está representada pelo gráfico da fig. 16.

Na América inteira essa família está representada por 88 espécies incluídas em três gêneros, *Omorgus*, *Trox* e *Polynoncus* (Booth et al., 1990). Estes besouros se alimentam de animais mortos, nas tocas de pequenos mamíferos, ou em ninhos de pássaros, embora às vezes sejam atraídos por esterco e cogumelos (Booth et al., 1990). No trabalho de Scholtz (1990), indivíduos da espécie *Omorgus suberosus* (presente neste experimento) foram observados diretamente associados ao processo de decomposição animal.

Considerada comum nas armadilhas ao redor do porco e em todas as coletas envolvendo a carcaça, a família Trogidae tem reconhecido papel necrófago (Scholtz, 1990) e não ocorreu nas coletas da região controle. Isso acontece porque eles se alimentam dos exsudatos produzidos na decomposição do cadáver. Assim, a abundância foi maior no fim da fase de putrefação, estando presente até a fase seca, resultado também obtido em experimento semelhante de Oliveira-Costa (2005).

Esse grupo foi observado em carcaças por Luederwaldt (1911), bem como por Moura et al. (1997) e Mise et al. (2008). Moura et al. (1997) ressaltaram a alta frequência da família em Curitiba/PR, assim como Marchiori et al. (2000) em Itumbiara/GO, pois ocorreram na maioria das observações alimentando-se diretamente na carcaça, até os estágios finais da decomposição, o que também foi reportado nesse experimento. Cruz & Vasconcelos (2006), investigando a sucessão

entomológica em uma carcaça de suíno em fragmento de mata atlântica de Pernambuco, coletaram uma espécie não identificada da família, Marchiori et al. (2000) coletaram *Omorgus suberosus* e Mise et al. (2008) coletaram *Polynoncus* sp. e *Omorgus suberosus* associados a carcaças em decomposição em ambientes diferentes, indicando que esta espécie ocorre nos mais diversos habitats.

Nos Estados Unidos, utilizando carcaças de porcos, Tabor et al. (2004) coletaram espécimes da família Trogidae diretamente associados aos processos de decomposição, ocorrendo nos estágios finais.

Em observações feitas por Rosano-Hernández e Deloya (2002), espécimes de Trogidae foram encontrados associados à decomposição de carcaças de tartarugas marinhas (*Lepidochelys olivacea*) em uma praia de Oaxaca, México, onde a mortalidade de embriões e recém-nascidos é muito alta. Além de serem coletados em tartarugas mortas, foram também observados alimentando-se em ovos apodrecidos enterrados pelas tartarugas, revelando a importância de trogídeos do gênero *Omorgus* na limpeza dessas praias dos restos mortais das tartarugas.



Figura 14. Espécime de *Omorgus suberosus* coletado em experimento com carcaças de suínos em área de caatinga de Serra Talhada – PE.

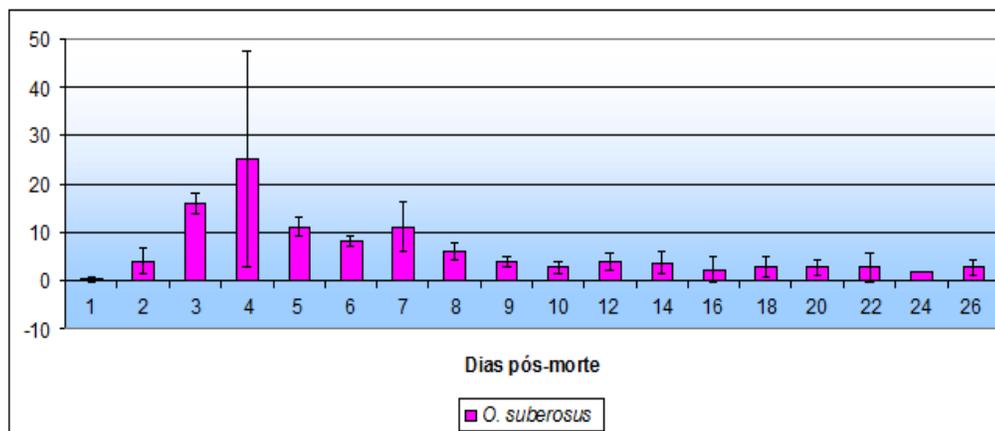


Figura 15. Média e desvio padrão da abundância da espécie *Omorgus suberosus* nos métodos de coleta das carcaças por dia pós-morte.

### Carabidae

Família com cerca de 1.500 gêneros e 30.000 espécies, com 336 gêneros e espécies na Região Neotropical. Geralmente são achados embaixo de rochas, folhas, troncos, cascas e restos. Tanto a larva como o adulto escondem-se durante o dia e se alimentam a noite, preferindo andar ao invés de voar (Booth et al., 1990). Podem se alimentar de pequenos besouros, afídeos, larvas e ovos de outros insetos, nematódeos e material vegetal e animal, inclusive carcaças. São na sua maioria predadores vorazes e são generalistas na escolha das presas, utilizando seu olfato apurado a busca pelas mesmas e atacando com suas fortes mandíbulas até imobilizar ou dilacerar a sua presa (Lövei e Sunderland, 1996).

São besouros que variam de 1,0 mm a 80,0 mm, de cor marrom/preta, ou algumas vezes azul ou verde metálico. Tem cabeça pequena com fortes mandíbulas e antenas (geralmente filiformes) inseridas entre os olhos e as mandíbulas. As pernas são adaptadas para correr e possuem pelo menos seis esternitos abdominais visíveis, sendo o primeiro completamente dividido pelas coxas posteriores. Os élitros possuem, geralmente, estrias e pontuações e as asas membranosas podem ser curtas, pois muitas espécies desta família não voam, mas são ótimos corredores no solo (Booth et al., 1990).

Considerada por vários autores como predominantemente predadora, foi a terceira família em abundância representada por seis espécies. Essa família também foi abundante nas coletas controle, mostrando que, como predadores, eles tendem a ser generalistas quanto à presa, não estando relacionados diretamente à fauna

necrófaga. A abundância das espécies *Galerita* sp. e *Arthrostictus speciosus* por dia pós-morte está representada pelo gráfico da fig. 18.

De acordo com a classificação de Palma (1975) *apud* Aguiar e Gaglianone (2008), esta família apresentou, nas coletas do controle, duas espécies comuns, *Galerita* sp (fig. 17 a) e *Arthrostictus speciosus* (fig. 17 b), e uma espécie intermediária, *Tetracha* sp (fig. 17 c), todas as outras foram consideradas raras neste tratamento. Nas armadilhas do porco, não houve espécies comuns e apenas duas intermediárias, as mesmas consideradas comuns no controle.

Carvalho et al. (2000) coletaram espécimes desta família no Instituto Médico-Legal de Campinas – SP, associados a cadáveres humanos. Tüzün (2010) coletou espécimes de Carabidae em experimento com armadilhas iscadas com vísceras de diversos animais. Mise et al. (2008) coletaram a família em associação com carcaças de suínos. Todos os trabalhos citados obtiveram uma baixa abundância de carabídeos e a falta de identificação não permite dizer se as espécies encontradas neste experimento condizem com as espécies encontradas por outros autores.

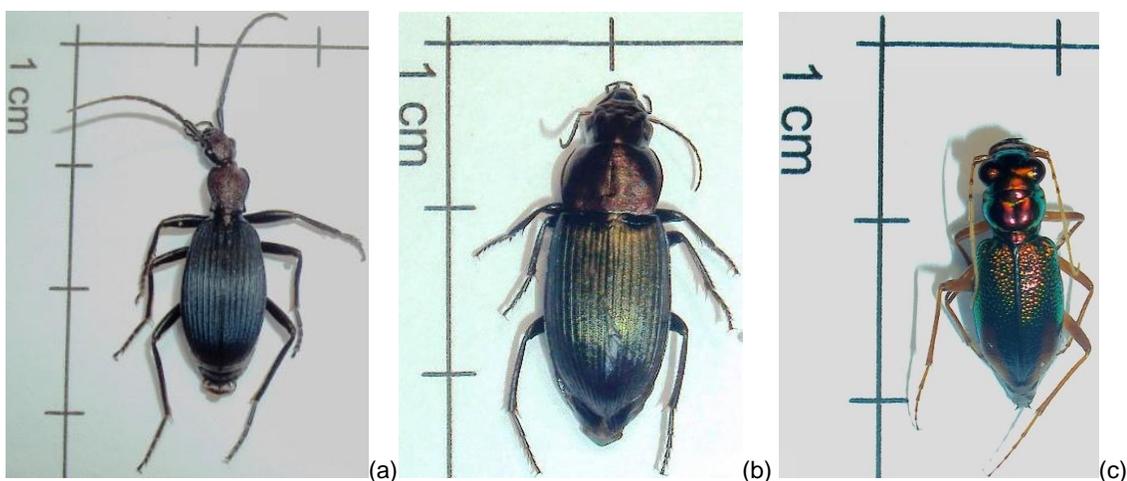


Figura 16. Espécimes da família Carabidae coletados durante o experimento com carcaças de suínos em área de caatinga de Serra Talhada – PE. a – *Galerita* sp; b – *Arthrostictus speciosus* e c – *Tetracha* sp.

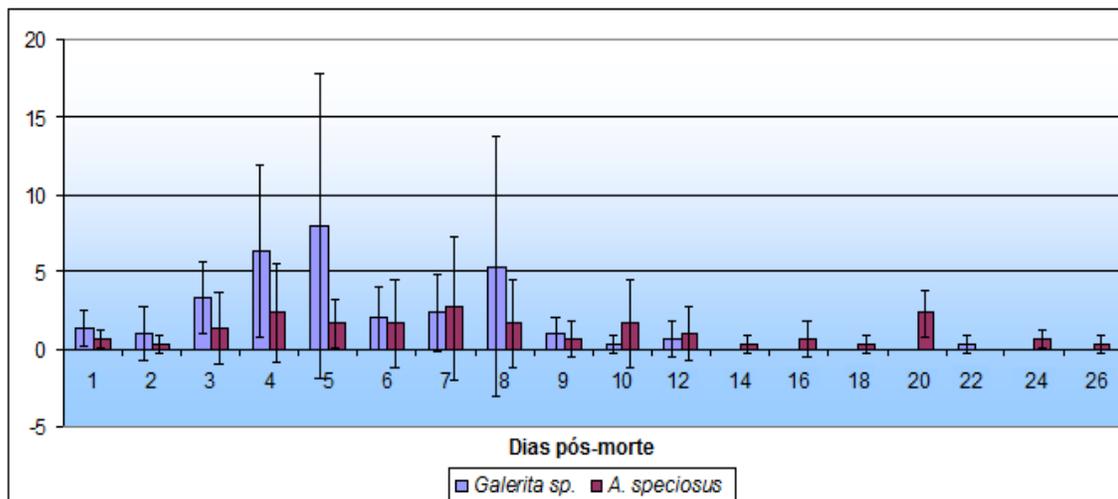


Figura 17. Média e desvio padrão da abundância das espécies *Galerita* sp. e *Arthroctictus speciosus* nos métodos de coleta das carcaças por dia pós-morte.

## Cleridae

Família com cerca de 150 gêneros e 4.000 espécies, com 61 gêneros e 886 espécies na Região Neotropical (Booth et al., 1990). Eles atacam insetos, especialmente besouros da madeira. Os adultos são muito ativos, especialmente durante o dia e são freqüentemente encontrados em flores, folhagens e troncos de árvores. *Necrobia ruficollis* e *Necrobia rufipes* ocorrem em carcaças e produtos de origem animal. *Necrobia rufipes* (fig. 19) também está associada com carnes armazenadas, tais como peixe seco, pele, ossos de animais mortos, algumas sementes oleaginosas e produtos armazenados, principalmente aqueles com altos índices de proteína, sendo também encontrados em rações animais (Gredilha et al., 2005).

São pequenos (3,5 a 7,0 mm) e pilosos, especialmente no tórax. Os besouros da espécie *Necrobia rufipes*, única coletada neste experimento, possuem coloração inteiramente verde azulada e cobertos por pêlos negros e amarelados e pernas avermelhadas. Sarmiento & Alzuet *apud* Oliveira-Costa (2008) indicaram um ciclo biológico de 30 dias em média, sendo 17 em estagio larval e 13 entre pré-pupa e pupa, compreendendo seis estágios larvais, pupa e adulto.

Representada pela espécie *N. rufipes*, obteve abundância 274 indivíduos, representando 7% do total coletado em todo experimento e tem importância para ecologia de insetos necrófagos, pois se alimentam diretamente na carcaça e a abundância torna-se maior nas fases avançadas da decomposição. Foram muito

representativas nos estágios secos da carcaça, preferindo as partes internas dos ossos e onde não havia mais tecidos úmidos. Acompanhando as preferências dos necrófagos, esta espécie não foi encontrada no controle, mas em associação com as carcaças e nas bandejas em grande abundância. Poucas larvas de *Necrobia rufipes* foram observadas, e sua visualização foi dificultada por seu tamanho diminuto e cor que se confundiam com o substrato. Tanto adultos como larvas habitaram a carcaça no mesmo período. A abundância da família por dia pós-morte está representada pelo gráfico da fig. 20.

No experimento de Almeida e Mise (2009) foi a quarta família em ordem de abundância, com 132 indivíduos, representada principalmente por *Necrobia rufipes*, que correspondeu a 90,9% dos exemplares de Cleridae coletados. No presente experimento, esta foi a única espécie de Cleridae coletada e também foi a quarta família em abundância, com 274 indivíduos. Tabor et al. (2004) coletaram três espécies de Cleridae, incluindo *N. rufipes*, em carcaças de porcos nos Estados Unidos, durante o verão e a primavera e nos estágios finais da decomposição.

Souza & Linhares (1997) coletaram adultos de *N. rufipes* nos estágios de putrefação, putrefação escura, e fermentação durante um ano, em carcaça de *Sus scrofa*, em Campinas, Brasil. Wolff (2001) coletou espécimes de *N. rufipes* associados aos estágios mais seco da decomposição na Colômbia. Centeno (2002), na Argentina e Ianaconne (2003), no Peru, encontraram *N. rufipes* desde a putrefação ativa até os restos secos de carcaças de porcos, assim como os resultados obtidos neste experimento, quando a presença desta espécie foi mais significativa a partir do 6º dia pós-morte e se manteve constante até o final da decomposição.



Figura 18. Espécime de *Necrobia rufipes* coletado em experimento com carcaças de suínos em área de caatinga de Serra Talhada – PE.

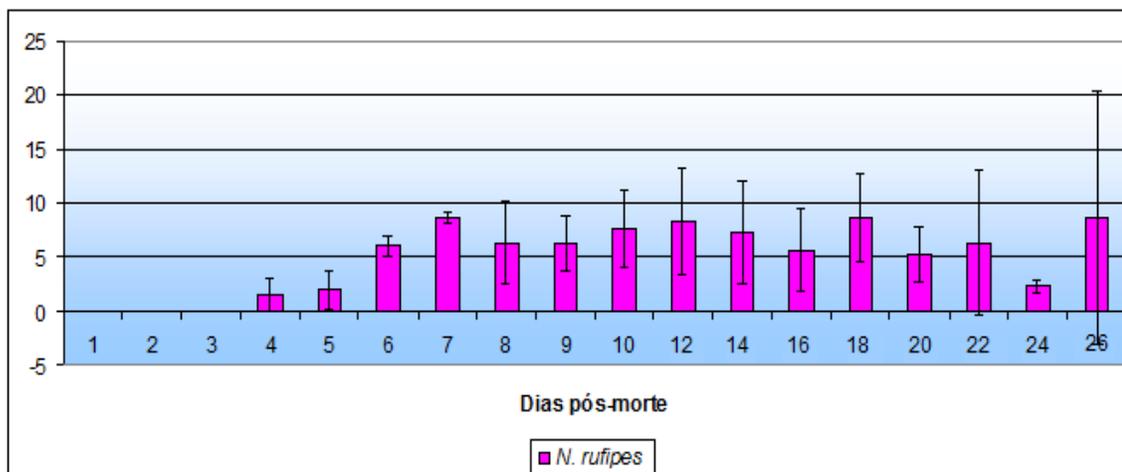


Figura 19. Média e desvio padrão da abundância da espécie *Necrobia rufipes* nos métodos de coleta das carcaças por dia pós-morte.

## Dermeestidae

Família com cerca de 45 gêneros e 850 espécies, com 20 gêneros e 248 espécies para a região neotropical (Booth et al., 1990). Também conhecidos como besouros do couro, eles são primariamente carniceiros que se alimentam em pele seca e outros restos animais como lã, penas e couro. Eles também podem se alimentar em carpetes, seda, carnes secas e insetos mortos. Alguns são pragas de produtos armazenados, como grãos, sementes e cereais. São muito utilizados na limpeza de ossadas, pois consomem todo tecido mole deixando apenas os ossos limpos, sendo assim úteis em coleções osteológicas.

São besouros pequenos com o corpo coberto de pequenos pelos e suas larvas também são muito pilosas. Possuem corpo alongado, moderadamente convexo, de cor parda enegrecida com pilosidades amareladas (Booth et al., 1990). A espécie *Dermestes maculatus* (fig. 21) possui a margem dos élitros denteada, com o ápice produzindo um espinho.

Também representada, neste estudo, por uma só espécie, *D. maculatus*, cujo total de indivíduos coletados representou 6,25% do total de coleópteros capturados e não esteve presente no controle. É necrófago e se alimenta principalmente de partes mais secas da carcaça, o que foi observado neste experimento.

*Dermestes maculatus* também esteve presente na fase larval, ocupando a carcaça a partir do 10º dia pós-morte. As larvas foram coletadas na bandeja e por

coleta direta, tendo pouca abundância nas armadilhas ao redor da carcaça, provavelmente por serem pequenas e ágeis para serem capturadas por armadilhas de solo. A abundância da espécie *D. maculatus* por dia pós-morte está representada pelo gráfico da fig. 22.

Thyssen (2000) encontrou exemplares do gênero *Dermestes* associados à decomposição de carcaça de suínos em diferentes biomas, com abundância semelhante a este experimento. Souza (2008) coletou *D. maculatus* nos estágios finais de decomposição, como no presente experimento, onde esta espécie apareceu somente quando a carcaça já estava bem seca. Tabor et al. (2004) encontrou espécimes do gênero *Dermestes* associados a carcaças de suínos nos Estados Unidos, nas fase mais secas da decomposição, ocorrendo simultaneamente com *N. rufipes* (Cleridae), que também foi constatado neste experimento.

Carvalho et al. (2000) encontraram *D. maculatus* associados a carcaças de suínos e cadáveres humanos no IML em Campinas – SP, indicando que esta espécie pode ter utilidade médico-legal e como freqüenta restos já secos e esqueletizados, possuindo uma constância padronizada nos últimos estágios da decomposição, poderá também constituir uma ferramenta útil para a Entomologia Forense.



Figura 20. Espécime de *Dermestes maculatus* coletado em experimento com carcaças de suínos em área de caatinga de Serra Talhada –PE.

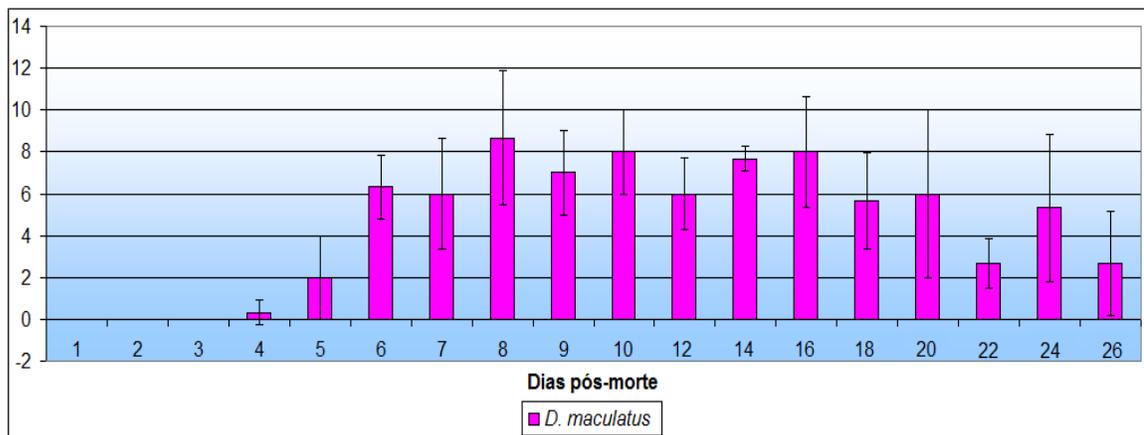


Figura 21. Abundância da família Dermestidae nos métodos de coletas das carcaças por dia pós-morte.

### Histeridae

Família com cerca de 200 gêneros e 3.000 espécies, com 139 gêneros e 1.407 espécies para a região neotropical (Booth et al., 1990). São principalmente predadores de larvas (de corpo mole) e ovos de insetos, particularmente Diptera. A maioria ocorre em carcaças, fezes, matéria vegetal em decomposição e fungos. Alguns vivem sob cascas de árvores ou em galerias construídas por insetos pragas de madeira, onde eles predam outros organismos. Muitas espécies são comuns nos primeiros estágios de decomposição da carcaça. Outros podem ser mirmecófilos ou termitófilos (Booth et al., 1990).

A família Histeridae, representada por 12 espécies obteve uma abundância de 213 indivíduos, estando como quinta família em abundância. Foram bastante coletados nas carcaças, sendo raros nas regiões controle. Estiveram constantes durante o experimento, porém não na fase inicial da decomposição. Poucos exemplares foram coletados no controle, que em comparação com a abundância geral de histerídeos mostrou uma grande diferença entre os exemplares coletados nas carcaças. Espécimes do gênero mais abundante, *Xerosaprinus*, foram coletados também diretamente sobre a carcaça e nas bandejas, indicando uma atividade necrófila. A abundância da espécie *Xerosaprinus* sp. por dia pós-morte está representada pelo gráfico da fig. 24.

Essa família está representada neste experimento pelos gêneros *Atholus* (fig. 23 a), *Hololepta*, *Phelister*, *Euspilotus* (fig. 23 b), *Omalodes* e *Xerosaprinus* (fig. 23 c). Cruz e Vasconcelos (2006) coletaram exemplares não identificados dessa família

em experimentos utilizando carcaças de porcos em Pernambuco. Espécimes adultos também foram encontrados por Souza e Linhares (1997), em mais de um estágio de decomposição da carcaça, assim como observado no presente estudo. Em corpos expostos a presença de espécies de Histeridae é bastante comum. No Brasil foram coletadas espécies dos gêneros *Euspilotus*, *Hister*, *Saprinus*, *Omalodes* e *Phelister* (Almeida e Mise, 2009).

O gênero *Omalodes* foi encontrado associado a carcaças animais, tanto em floresta como em ambiente urbano, por Carvalho et al. (2001). Wolff et al. (2001), em Medellín, Colômbia, usando *Sus scrofa* como substrato, encontraram espécimes de Histeridae nas fases de decomposição coliquativa e esqueletização. Foram encontrados também por Centeno et al. (2002), na Argentina, associados a carcaças cobertas e descobertas. Adultos foram encontrados por Iannacone (2003), em Callao, Peru, durante as fases coliquativa e esqueletização de um suíno, mostrando a importância dessa família não só no Brasil.

Em Campinas, SP, Monteiro-Filho e Penereiro (1987) e Carvalho e Linhares (2001) encontraram espécies não identificadas da família em carcaças de ratos e porcos. Carvalho et al. (2000) encontraram *Euspilotus* e *Omalodes* em área de floresta em Campinas – SP, em condições semelhantes a este experimento, corroborando os resultados obtidos. Portanto, espécies do gênero *Euspilotus* e *Omalodes* são encontradas em outros estudos do Brasil associados a carcaças.

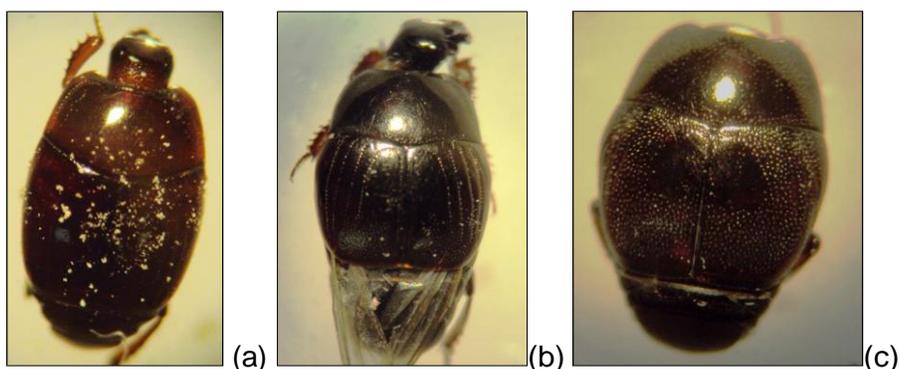


Figura 22. Espécimes da família Histeridae coletados durante o experimento com carcaças de suínos em área de caatinga de Serra Talhada – PE. a – *Atholus* sp; b – *Euspilotus* sp e c – *Xerosaprinus* sp.

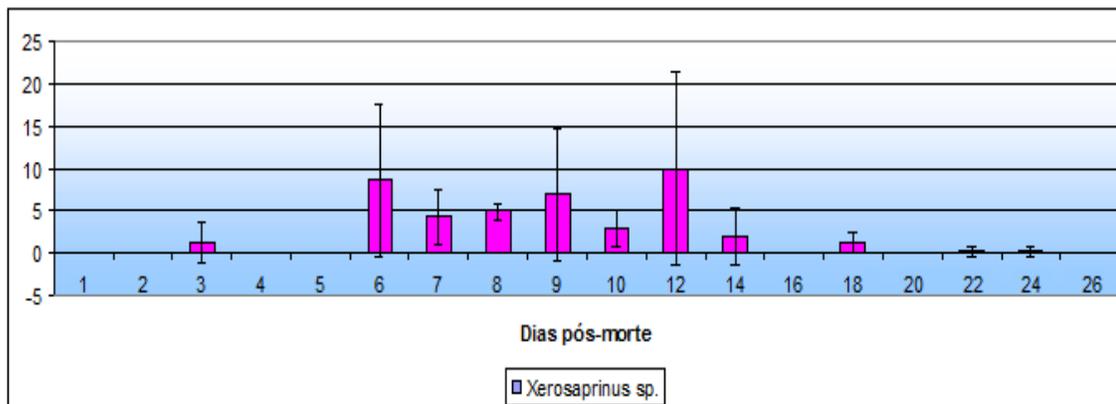


Figura 23. Média e desvio padrão da abundância da espécie *Xerosaprinus* sp. nos métodos de coleta das carcaças por dia pós-morte.

### Diversidade de Coleoptera ao Longo das Fases de Decomposição

A decomposição é um processo contínuo e complexo e suas fases são amplamente utilizadas como marcadores para auxiliar na determinação do Intervalo Pós-Morte. No entanto, estas fases não devem ser consideradas como momentos claramente distinguíveis, mas como uma seqüência de fenômenos que se combinam numa progressão ininterrupta, até que a matéria orgânica seja completamente destruída (Ronchi et al. 1989 *apud* Correa, 2010).

O número de estágios observados varia de acordo com a classificação utilizada. As fases de decomposição utilizadas neste experimento foram baseadas naquelas propostas por Bornemissza (1957), que separa a decomposição em cinco estágios, abaixo descritos, bem como as ocorrências de Coleoptera por fase:

**1- Estágio de decomposição inicial** (fig. 25). Duração de dois dias para o experimento com carcaças de porcos na Caatinga. Carcaça apresentando-se fresca externamente e em decomposição interna, propícia para a atividade de bactérias, protozoários e nematódeos, presentes no animal antes da morte. Nas primeiras 24 horas pós-morte foram coletados 44 coleópteros e após 48 horas um total de 181 indivíduos foram coletados, totalizando 225 indivíduos na fase inicial da decomposição, sendo 12 Carabidae, 198 *D. verruciferum*, 13 *Omorgus suberosus* e dois Histeridae. Vale salientar que nenhum besouro foi coletado de forma ativa na carcaça, apenas nas armadilhas de solo e na bandeja.



Figura 24. Carcaça de *Sus scrofa* em estágio inicial da decomposição numa área de caatinga do município de Serra Talhada –PE.

**2- Estágio de putrefação** (fig. 26). Duração de dois dias para o experimento com carcaças de porcos na Caatinga, iniciando 72 horas após a morte. Carcaça acumulando gases produzidos internamente, acompanhado por odor de putrefação fresca e inchamento do cadáver. Esta fase acumulou 754 indivíduos em todos os métodos de coletas. Nas armadilhas de solo, os mais abundantes foram Carabidae (36 indivíduos), 161 *D. verruciferum*, 10 *C. cyanescens* e 74 *Omorgus suberosus*. A bandeja foi o método que acumulou mais indivíduos, sendo os mais expressivos: 379 *D. verruciferum*, 48 *Omorgus suberosus*, 14 *A. aff. carbonarius* e 9 *Galerita* sp. As coletas ativas nas carcaças também apresentaram alguns indivíduos de *D. verruciferum* (três), além de dois *Omorgus suberosus*, cinco *N. rufipes* e um *D. maculatus*.



Figura 25. Carcaça de *Sus scrofa* em estágio de Putrefação da decomposição numa área de caatinga do município de Serra Talhada – PE.

**3- Estágio de putrefação escura** (fig. 27). Duração de três dias para o experimento com carcaças de porcos na Caatinga, iniciando-se 120 horas pós-morte. Carcaça rompendo-se com escape de gases, consistência cremosa com partes expostas pretas. Odor de putrefação muito forte. As coletas totalizaram 728 coleópteros, distribuídos da seguinte maneira: nas armadilhas de solo foram 62 Carabidae (37 eram indivíduos da espécie *Galerita* sp.), 331 Scarabaeidae (sendo 315 da espécie *D. verruciferum*), 52 Histeridae (sendo 39 da espécie *Xerosaprinus* sp.), 64 *Omorgus suberosus* e três *D. maculatus*. A bandeja acumulou 98 indivíduos, sendo 56 *D. verruciferum*, quatro *D. nisus*, 15 *A. aff. carbonarius*, 16 *Omorgus suberosus*, cinco *N. rufipes* e dois *D. maculatus*. A coleta ativa capturou um grande número de besouros, totalizando 118 indivíduos, sendo os mais expressivos: *A. aff. carbonarius* (14 indivíduos), *N. rufipes* (45 indivíduos) e *D. maculatus* (38 indivíduos).



Figura 26. Carcaça de *Sus scrofa* em estágio de Putrefação Escura da decomposição numa área de caatinga do município de Serra Talhada – PE.

**4- Estágio de fermentação** (fig. 28). Duração de quatro dias para o experimento com carcaças de porcos na Caatinga, iniciando após 192 horas da morte. Carcaça secando por fora com alguns restos frescos. Superfície ventral da carcaça coberta por fungo, sugerindo a ocorrência de fermentação, que nomeia a fase. Esta fase acumulou 852 coleópteros, sendo os mais abundantes nas armadilhas de solo: *D. verruciferum* (395 indivíduos), *Xerosaprinus* sp. (72 indivíduos), *Omorgus suberosus* (47 indivíduos) e *Galerita* sp. (22 indivíduos). Nas bandejas, os mais abundantes foram *D. verruciferum*, *D. maculatus*, *A. aff. carbonarius* e *N. rufipes*, com 47, 32, 19 e 11 indivíduos respectivamente. Na coleta ativa sobre a carcaça, a espécie mais abundante foi *N. rufipes*, com 74 indivíduos, seguida de *D. maculatus*, com 57 indivíduos e *D. verruciferum*, com 12 indivíduos.



Figura 27. Carcaça de *Sus scrofa* em estágio de Fermentação da decomposição numa área de caatinga do município de Serra Talhada – PE.

**5- Estágio seco** (fig. 29). Duração de sete dias para o experimento com carcaças de porcos na Caatinga, iniciando 288 horas pós-morte. Carcaça quase seca, diminuindo a velocidade de decomposição. Esta fase foi a mais longa e atraiu um total de 1.249 coleópteros, sendo também a mais abundante. Nas armadilhas de queda, apenas *D. verruciferum* e *Omorgus suberosus* apresentaram abundância elevada, sendo 723 e 41 indivíduos respectivamente. Nas bandejas, *D. verruciferum* acumulou 104 indivíduos, seguido de *D. maculatus* (60 indivíduos), *N. rufipes* (31 indivíduos) e *A. aff. carbonarius* (25 indivíduos). Nas coletas ativas, apenas *N. rufipes* e *D. maculatus* foram representativas, com 98 e 51 indivíduos respectivamente.



Figura 28. Carcaça de *Sus scrofa* em estágio Seco da decomposição numa área de caatinga do município de Serra Talhada –PE.

Na Caatinga, a decomposição atingiu o início de sua última fase (Seca) a partir do 14<sup>o</sup> dia pós-morte, tendo sua finalização total no 26<sup>o</sup> dia, quando não havia mais tecidos úmidos e apenas ossos e couro seco estavam presentes. Apesar da rápida perda de água pela carcaça, não houve mumificação total, como em alguns experimentos em regiões mais secas, ou como em regiões mais frias, quando as carcaças não atingiram sua completa decomposição.

Quanto à abundância, somando-se todas as metodologias de coleta, a fase seca foi a que mais acumulou indivíduos, seguida da fase de fermentação. Individualizando as metodologias, a única coleta que obteve maior abundância na fase de putrefação no lugar da fase seca, foi a metodologia da bandeja. As proporções de abundância em cada metodologia de acordo com as fases de decomposição encontram-se na fig. 30.

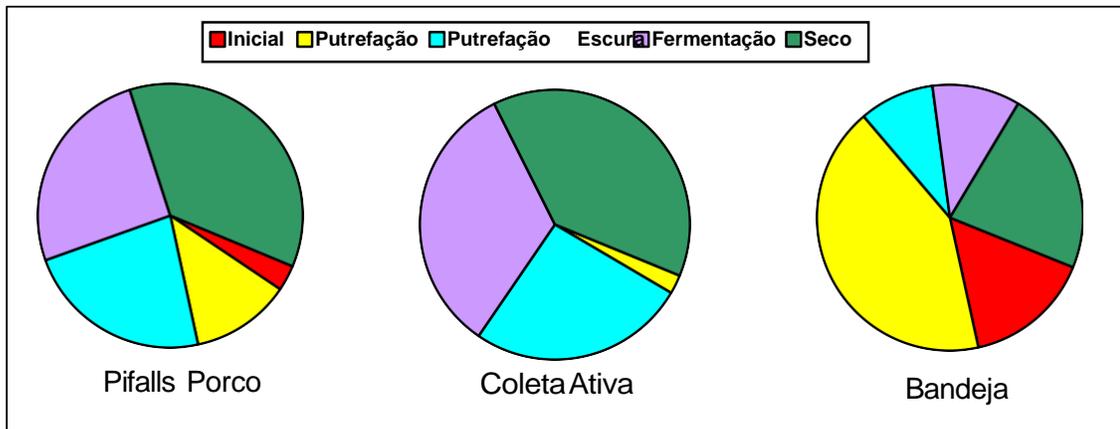


Figura 29. Gráfico demonstrativo das abundâncias de Coleoptera em cada metodologia de coleta por fase de decomposição.

Fávero *apud* Martins (2009) argumenta que não há exclusivismo de insetos em cada fase da putrefação, argumentando que a necrofagia é preferencial em várias espécies, mas se o cadáver falta, o inseto recorre a outras substâncias em decomposição, excrementos, matérias animais e vegetais. Logo, se a escolha varia até nisso, quanto mais nas várias fases da decomposição, que são contínuas e onde a matéria-prima é a mesma.

A distribuição das espécies na carcaça durante as fases de decomposição não obedece a uma sucessão clara, havendo sobreposição de espécies e hábitos alimentares. Espécies predadoras estiveram presentes em todas as fases da decomposição, enquanto *Deltochilum verruciferum*, necrófago, esteve presente também em todas as fases da decomposição. Já *Dermestes maculatus* e *Necrobia rufipes* estiveram presentes apenas nas fases mais avançadas da decomposição, preferindo as partes mais secas da carcaça.

Avaliando a similaridade das fases de decomposição, foi construído um dendrograma utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis (fig. 31), mostrando que a fase inicial é a que possui a composição faunística mais diferenciada, aparecendo como grupo externo. A maior similaridade existe entre as fases de Putrefação Escura e Fermentação, pois suas comunidades se sobrepõem, principalmente na presença de necrófagos como *D. maculatus* e *N. rufipes*, presentes em maior abundância entre estas duas fases.

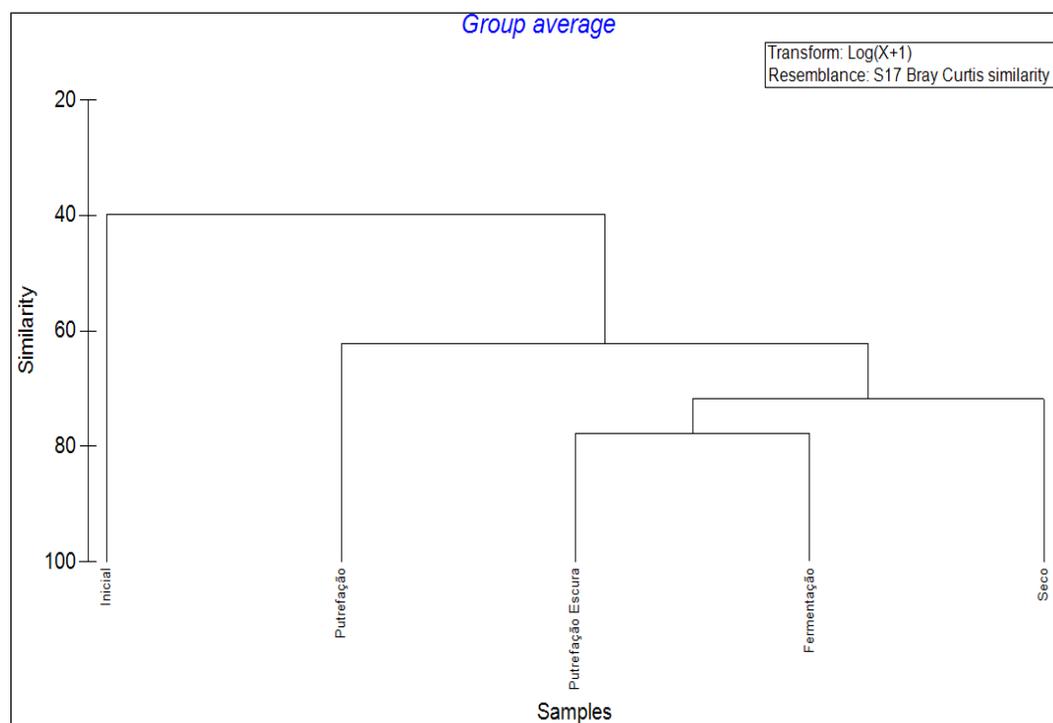


Figura 30. Dendrograma construído através do índice de Bray-Curtis, mostrando as relações de similaridade entre as fases de decomposição.

Foram calculados os índices de diversidade de Shannon e Simpson para cada fase da decomposição, a fim de se avaliar a riqueza de cada etapa e verificar se uma fase é mais diversa que a outra. Os resultados podem ser observados na tabela 9.

Tabela 6. Índices de Diversidade de Shannon-Wiener, Simpson, Máxima diversidade, Homogeneidade e Heterogeneidade para as fases de decomposição de *Sus scrofa* em uma região de Caatinga de Serra Talhada – PE.

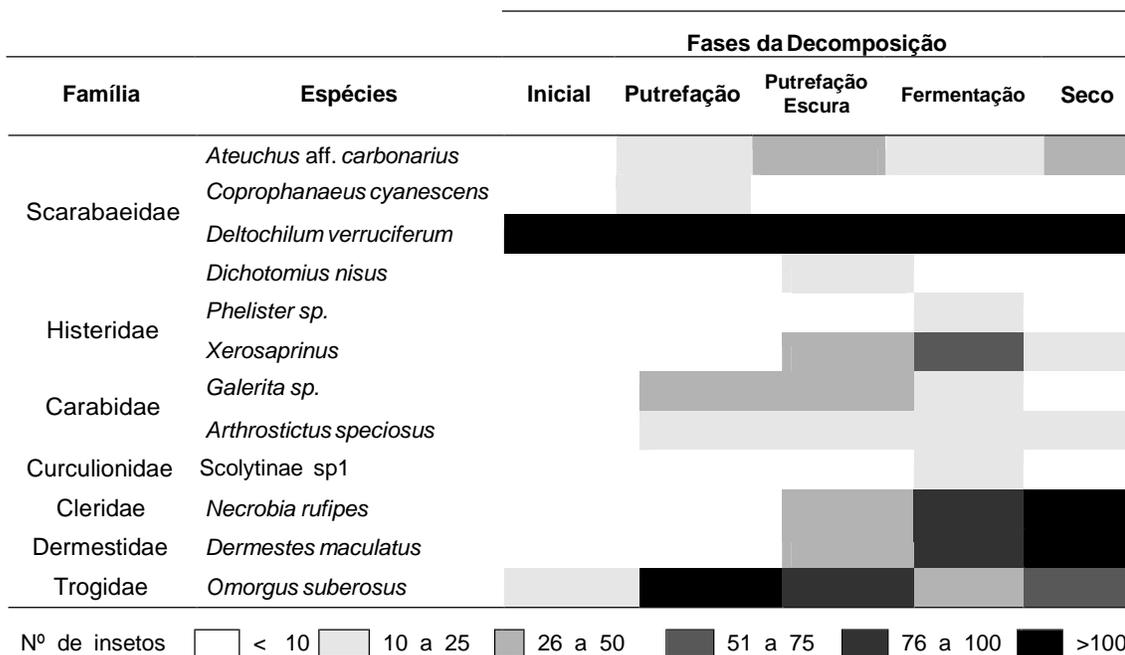
Índices	Inicial	Putrefação			
		Putrefação	Escura	Fermentação	Seco
Indivíduos	235	773	819	898	1417
Riqueza de espécies	12	25	35	30	39
Índice de Shannon-Wiener	0,3252	0,5024	0,9020	0,8179	0,7129
Máxima diversidade ( $H_{m\acute{a}x}$ )	1,7482	1,7482	1,7482	1,7482	1,7482
Homogeneidade	0,1860	0,2874	0,5160	0,4679	0,4078
Heterogeneidade	0,8140	0,7126	0,4840	0,5321	0,5922
Índice de Diversidade de Simpson	0,2854	0,4784	0,7541	0,7128	0,6294

De acordo com os resultados, a fase com maior diversidade é a fase de putrefação escura (0,9020), seguida da fase de fermentação (0,8179). Isso se deve ao fato da fase de putrefação escura atrair uma maior abundância de besouros por conta da liquefação de tecidos e odor muito forte, e a carcaça estando em contato direto com o solo, permite que os exsudatos se espalhassem ao redor da carcaça, atraindo uma diversidade maior de coleópteros. A fase de fermentação possui uma diversidade maior também pelo fato de ser a fase logo subsequente à fase de putrefação escura e suas respectivas faunas se sobrepõem, embora a riqueza observada diminua, o número total de indivíduos permanece semelhante. A menor diversidade foi observada na fase inicial da decomposição, quando a ação de bactérias na carcaça ainda é limitada e o odor de putrefação está ausente. Geralmente, nesta fase da decomposição, os primeiros insetos a chegar, atraídos pelo cheiro do sangue fresco, são dípteros muscóides e formigas (Hymenoptera, Formicidae) (Arnaldos et al., 2004). Neste experimento, os primeiros besouros chegaram ainda na fase inicial da decomposição, porém já no final da mesma, quando a carcaça já entrava nos processos de putrefação.

O índice de Simpson, que derivado de índices heterogêneos que medem os pesos das espécies abundantes mais comuns em uma comunidade (Ricklefs, 2003), mostrou resultados não diferentes daqueles obtidos com o índice de Shannon-Wiener. As fases de putrefação escura e fermentação continuam com o maior valor de diversidade e a fase inicial como sendo a de menor diversidade.

O padrão de colonização pode ser observado na tabela 10, onde podemos verificar a dominância clara da espécie *D. verruciferum* em todas as fases da decomposição. Ainda em Scarabaeidae, *Ateuchus* aff. *carbonarius* apresenta um padrão de recolonização, com uma abundância inicial baixa, aumentando gradativamente até a fase de putrefação escura, diminuindo na fase de fermentação e aumentando novamente na fase seca. Isto se deve ao fato da fase seca ser mais demorada e se fosse desdobrada em dias, a tabela mostraria uma diminuição gradativa da abundância ao logo desta fase. As outras espécies mostraram abundância baixa e constante durante as fases.

Tabela 7. Ocorrência de Coleoptera associados à carcaça de suíno em região de Caatinga de Serra Talhada – PE, de acordo com a fase de decomposição (Bornemissza, 1957). Cores mais escuras indicam maior abundância.



### Importância Forense das Espécies Registradas

Byrd e Castner (2010) consideram como sendo as famílias de importância forense: Staphylinidae, Carabidae, Scarabaeidae, Trogidae, Cleridae, Dermestidae, Nitidulidae, Histeridae, Hydrophilidae, Tenebrionidae, Leiodidae e Silphidae. Os coleópteros considerados como importantes neste estudo foram os reconhecidamente necrófagos, aqueles citados em literatura como sendo de importância forense e os que obtiveram abundância elevada nas coletas: Scarabaeidae, Carabidae, Trogidae, Cleridae, Dermestidae e Histeridae.

Ressaltando sua importância em procedimentos médico-legais, a fauna de Coleoptera tem sido reportada sobre cadáveres humanos em diversos países. Carvalho et al. (2000) coletaram coleópteros das espécies *N. rufipes* (Cleridae) e *D. maculatus* (Dermestidae) em cadáveres humanos no Instituto de Medicina Legal de Campinas, de 1993 a 1998. Além destas espécies, algumas das famílias Cantharidae, Carabidae e Cerambycidae também estiveram presentes em corpos humanos no IML. Uma espécie do gênero *Deltochillum* também foi coletada no IML.

no mesmo período. Destas espécies, neste experimento, estiveram presentes na carcaça a família Carabidae e o gênero *Deltochillum*, além, claro, das conhecidamente necrófagas *N. rufipes* e *D. maculatus*.

Rodriguez e Bass (1983), em experimento com cadáveres humanos no Tennessee, observaram que alguns coleópteros que se estabeleceram durante o estágios iniciais de decomposição, foram aumentando em número durante a decomposição ativa e muitas vezes são bastante evidentes nestas fases. Alguns predadores, como Staphylinidae, foram observados durante o estágio inchado e tornam-se mais evidentes durante a putrefação, juntamente com outros, como os Histeridae. Além dos predadores, necrófagos também foram evidentes, aumentando em números enquanto os processos de putrefação continuam. Por fim, nos estágios mais avançados, as larvas de Diptera terão retirado a maior parte da carne do corpo, deixando apenas a pele e cartilagem (Rodriguez e Bass, 1983).

Com o corpo reduzido a pele, cartilagens e ossos, os dípteros deixam de ser predominantes. Vários grupos de Coleoptera os substituirão, e as espécies mais comuns pertencem as famílias Dermestidae e Cleridae. Estes chegam durante os últimos estágios da decomposição e rapidamente tornam-se predominantes como adultos e larvas. Sua alimentação remove o restante dos tecidos secos, carne e cartilagem dos ossos e a raspagem de suas mandíbulas deixa os ossos com uma aparência limpa, polida. Em habitats húmidos (pântanos, florestas, etc), os besouros normalmente não são bem sucedidos. Eles são substituídos no processo por outros grupos de artrópodes (Rodriguez e Bass, 1983).

Kulshrestha e Satpathy (2001) coletaram coleópteros na Índia em humano que faleceu a 20 °C e umidade de 46%, em outubro de 1998. Estavam presentes nos restos de uma mulher que foram encontrados em área de floresta e apenas ossos foram recuperados. As evidências entomológicas coletadas nos restos mortais foram representadas por duas famílias de Coleoptera: adultos, pupas e larvas de *Dermestes maculatus* (Dermestidae) e adultos de *Necrobia rufipes* (Cleridae). Através da observação dos estágios de maturidade destas espécies encontradas, os autores calcularam um IPM de 4 meses e 13 dias para o esqueleto descoberto. Os autores também relatam que adultos de *N. rufipes* podem ser encontrados nos estágios iniciais da decomposição, mas as larvas só são observadas nos estágios finais e que esta espécie difere dos demais Cleridae por apresentar hábitos

necrófagos, enquanto as outras espécies desta família apresentam hábitos predadores.

Byrd e Castner (2010) citam que *Dermestes maculatus* são considerados de importância forense, associados a cadáveres humanos e que um grande número destes besouros pode reduzir um corpo humano em esqueleto em apenas 24 dias, sozinhos. Em casos que envolvem decomposição muito avançada ou mumificação de restos humanos, o tecido da pele, muitas vezes permanece intacto. Porém, os tecidos restantes podem conter, frequentemente, orifícios que são muitas vezes confundidos com ferimentos de tiros. As larvas desta espécie, se alimentando normalmente, produzem buracos simetricamente redondos que são de tamanho uniforme, no entanto, eles também produzem aberturas curvas com bordas irregulares, que se assemelham a lacerações e escoriações, confundindo o perito que encontra restos mortais em avançada decomposição.

Schroeder et al. (2002), durante a investigação do caso de uma ossada encontrada dentro de um apartamento fechado, encontraram evidências entomológicas que puderam ajudar na estimativa do tempo de morte daquela pessoa. O estado de decomposição do cadáver sugeria, a primeira vista, que a morte teria acontecido há vários anos, porém, o homem, um senhor de 66 anos, teria sido visto vivo apenas 5 meses antes. Os peritos encontraram evidências entomológicas no local. Alguns pupários de Diptera e uma enorme quantidade de exúvias de larvas de *D. maculatus* ao redor do cadáver, bem como sobre o mesmo. Adultos e larvas vivas foram encontrados ao redor e dentro de cavidades nos ossos, estas que são reconhecíveis pelo formato de onda e por apresentarem bordas arredondadas, típicas do processo de alimentação desta espécie.

Neste caso, o cadáver sofreu uma rápida mumificação por causa do calor emitido por um aquecedor ligado e a baixa umidade do apartamento fechado, dando plenas condições a *D. maculatus* para seu desenvolvimento. Os machos desta espécie liberam um feromônio que atrai rapidamente centenas de fêmeas. Os adultos então produzem muitos ovos que eclodem em alguns dias, colonizando rapidamente o cadáver, indicando um curto ciclo de vida. Assim, a quantidade de evidências da presença de *D. maculatus* sugeriu que o cadáver mumificado foi consumido mais rápido do que se estivesse livre da colonização, podendo gerar erros no cálculo do IPM, quando este não se baseia nas evidências entomológicas (Schroeder et al., 2002).

Neste estudo, ambas as espécies acima mencionadas foram encontradas em situações semelhantes, apenas nas partes mais secas da carcaça, como ossos e couro, que secaram rapidamente devido às condições extremas que a Caatinga oferece. Os primeiros adultos de *D. maculatus* e *N. rufipes* foram observados no 4º dia pós-morte, porém suas larvas (em grande maioria pertencentes a *D. maculatus*) só foram observadas a partir do 10º dia pós-morte, indicando um ciclo de oviposição e eclosão muito rápido, podendo ser uma resposta ao clima semi-árido da Caatinga. Muitas exúvias de Dermestes foram encontradas na carcaça e na bandeja, indicando que as larvas passam por vários ciclos ainda na carcaça. Algumas larvas de *D. maculatus* foram coletadas ainda vivas para criação, e as que foram obtidas no último dia de coleta transformaram-se em pupas após 15 dias e os adultos eclodiram cerca de 10 dias depois. Estudos sobre a biologia de dermestídeos são necessários para maior conhecimento de seu ciclo de vida em temperaturas acima de 30°C.

Rodriguez & Bass (1983) encontraram Histeridae na fase inchada e no começo da fase coliquativa em cadáveres humanos, coincidindo com o pico populacional da família no presente estudo. Byrd & Castner (2010) relatam que espécies do gênero *Hister* (Histeridae) foram encontrados em cadáveres humanos associados desde a fase de inchamento (putrefação) até os estágios finais da decomposição, alimentando-se da carcaça, de larvas e ovos de outros insetos, principalmente Diptera. Booth et al. (1990) afirmam que histerídeos são predadores vorazes e podem causar uma diminuição efetiva na abundância de larvas de Diptera numa carcaça, alterando a velocidade da decomposição e podendo causar erros de estimativas.

Goff (2000), no Hawaii, relatou o caso de uma mulher encontrada morta num canavial, com o corpo em estado avançado de decomposição, e em meio às espécies encontradas ao redor do cadáver, registrou exemplares adultos da família Scarabaeidae, que só ocorre em regiões de mata. Depois de coletar os animais, ele confirmou que realmente aquela espécie não ocorria em canaviais, então evidenciando que o corpo havia sido deslocado da cena do crime.

Oliveira-Costa (2005) encontrou besouros da espécie *Omorgus suberosus* (Trogidae) associado a cadáveres humanos no IML-RJ, indicando que, além de ser reconhecidamente necrófaga, esta espécie pode estar presente em casos médico-legais, sendo coletados desde o início das fases de decomposição, mas,

principalmente, nas fases onde os líquido putrefatos estão mais abundantes, como da putrefação escura. Abbot (1937) encontrou espécies de Trogidae alimentando-se em cadáver humano nos estágios mais avançados da decomposição, atraídos pelos restos secos. Este gênero foi encontrado neste estudo, associado diretamente a carcaça e alimentando-se por cima, por baixo e na bandeja e o pico de abundância desta espécie foi justamente no início da fase de putrefação escura, corroborando os resultados encontrados por outros autores.

De acordo com os estudos feitos em cadáveres humanos, as espécies que podem ser úteis em investigações criminais são *N. rufipes* e *D. maculatus*, pois apresentam uma colonização previsível e estão presentes em diferentes biomas e climas. Estudos sobre o desenvolvimento, comportamento e biologia destas espécies poderiam auxiliar na elucidação de casos onde a decomposição do cadáver esteja em estágio avançado, impossibilitando a determinação do IPM por outros métodos. Neste experimento, estas duas espécies apresentaram um padrão de colonização semelhante, além de sua abundância e a ocorrência nos diferentes métodos de coleta.

#### 4 CONCLUSÕES

- A adição de uma carcaça em decomposição afeta a população local de besouros, aumentando a abundância e riqueza de espécies ao redor da carcaça e a ela associados diretamente. Há uma predominância de necrófagos em abundância e predadores em riqueza de espécies na comunidade necrófila.
- *Deltochilum verruciferum* é a espécie dominante em carcaças em decomposição na Caatinga. Pode ter importância para a Entomologia Forense, pois só possui registros em áreas de Caatinga e pode ser indicativa de local de morte.
- *Necrobia rufipes* e *Dermestes maculatus* são necrófagos e de interesse forense por possuírem padrão temporal de colonização previsível, ocorrendo somente nos tecidos mais secos da carcaça e tendo seu pico de abundância na fase seca. Podem ser bons indicativos de Intervalo Pós-morte quando apenas ossos são encontrados.
- A decomposição foi muito rápida na Caatinga, onde as carcaças foram reduzidas a ossos em apenas 26 dias.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbott, C. E. The necrophilous habitat in Coleoptera. **Bulletin of the Brooklyn Entomological Society**. 32: 202-204. 1937.

Ab´Sáber, A. N. O domínio morfoclimático semi-árido das Caatingas brasileiras. **Geomorfologia**. 43: 1-39. 1974.

Aguiar, W. M.; Gaglianone M. C. Comunidade de Abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em Remanescentes de Mata Estacional Semidecidual sobre Tabuleiro no Estado do Rio de Janeiro. **Neotropical Entomology**. 37(2): 118-125. 2008.

Almeida. L. M.; Mise, K. M. Diagnosis and key of the main families and species of South American Coleoptera of forensic importance. **Revista Brasileira de Entomologia**. 53(2): 227–244. 2009.

Amendt, J.; Campobasso, C. P.; Goff, M. L.; Grassberger, M. **Current Concepts in Forensic Entomology**. 1 ed. Springer, 377p. 2010.

Andrade-Lima, D. Present-day forest refuges in Northeastern Brazil. In: Biological diversification in the tropics (G.T. Prance, ed.). **Columbia University Press**, New York. p. 245-251. 1982.

Araújo, M. S. C. **Dípteros e Coleópteros de Interesse Forense na Região Norte e Nordeste do Brasil: Estado da Arte e Desafios para a Consolidação da Entomologia Forense**. 61 p. Monografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE. 2010.

Arnaldos, M. I.; García, M. D.; Romera, E.; Presa, J.J.; Luna, A. Estimation of postmortem interval in real cases based on experimentally obtained entomological evidence. **Forensic Science International**. 149: 57–65. 2004.

Arnett, R. H. **American Beetles**. CRC Press, 881 p. 2002.

Barbosa, R. R. et al. Coleópteros de interesse forense no Rio de Janeiro. **XXI Congresso Brasileiro de Entomologia**. Recife, PE. Meio Digital. 2006.

Benecke, M. A brief history of forensic entomology. **Forensic Science International**. 120 (1): 2-14. 2001.

Berger, W.H.; Parker, F. L. Diversity of Planktonic Foraminifera in Deep-Sea sediments. **Science**. 168: 1345-1347. 1970.

Bornemissza, G. F. An analysis of arthropod succession in carrion and the effect of its decomposition on the soil fauna. **Australian Journal of Zoology**. 5: 1-12. 1957.

Booth, R. G.; Cox, M. L.; Madge, R. B. **IIE guides to insects of importance to man: 3. Coleoptera**. International Institute of Entomology / The Natural History Museum. 384 p. 1990.

Borror, D. J.; DeLong, D. M. **Introduction to the Study of Insects**. 7 ed. Cengage Learning. 864 p. 2010.

Brandão, C. R. F.; Yamamoto, C.I. Invertebrados da Caatinga. In: Silva, J.M.C.; Tabarelli, M.; Fonseca, M.T.; Lins, L.V. **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília – MMA. UFPE. Cap. 3, p. 135-141. 2003.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Brasília: INMET. Disponível em: <[HTTP://www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)>. Acesso em: 28 out. 2010.

Brasil. Ministério das Minas e Energia. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea – Estado de Pernambuco: Diagnóstico do Município de Serra Talhada**. Recife: CPRM, 17 p. 2005.

Byrd, L. H.; Castner, J. L. **Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations**. 2 ed. CRC Press. 705 p. 2010.

Carvalho, L. M. L.; Linhares, A. X.. Seasonality of insect succession and pig carcass decomposition in a natural forest area in southeastern Brazil. **Journal of Forensic Sciences**. 46: 604-608. 2001.

Carvalho, L. M. L.; Thyssen, P. J.; Linhares, A. X.; Palhares, F. A. B. A checklist of Arthropods associated with pig carrion and human corpses in southeastern Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. 95(1): 135-138. 2000.

Carvalho, L. M. L.; Thyssen, P. J.; Goff, M. L.; Linhares, A. X. Observations on the succession patterns of necrophagous insects on a pig carcass in a urban area of southeastern Brazil. **International Journal of Forensic Medicine and Toxicology**. 5(1):33-39. 2004.

Catts, E. P.; Goff, M. L. Forensic entomology in criminal investigations. **Annual Review of Entomology**. 27: 253–272. 1992.

Centeno, N.; Maldonado, M.; Oliva, A. Seasonal patterns of arthropods occurring on sheltered and unsheltered pig carcasses in Buenos Aires province (Argentina). **Forensic Science International**. 126: 63-70. 2002.

Colwell, R. K.; Coddington, J. A. Estimating the extent of terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philosophical Transactions of the Royal Society**. 345:101–118. 1994.

Cornaby, B. W. Carrion reduction by animals in contrasting tropical habitats. **Biotropica**. 6: 51-63. 1974.

Corrêa, R. C. **Análise da fauna de Coleoptera (Insecta) associada a carcaças enterradas de coelhos, *Oryctolagus cuniculus* (L., 1758) (Lagomorpha, Leporidae), em Curitiba, Paraná**. 61 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR. 2010.

Costa-Lima, A. **Insetos do Brasil**. Escola Nacional de Agronomia. 7º Tomo. 372 p. 1952.

Cruz, T. M.; Vasconcelos, S. D. Entomofauna de solo associada à decomposição de carcaça de suíno em um fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco, Brasil. **Biociências**. 14(2): 193-201. 2006.

Early, M.; Goff, M.L. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of Oahu, Hawaiian Islands, USA. **Journal of Medical Entomology**. 23: 520-531. 1986.

Erwin, T. L. **The Ground-Beetles of Central America (Carabidae), Part II: Notiophilini, Loricerini, and Carabini**. Smithsonian Contribution to Zoology, n. 501. Smithsonian Institution Press. 40 p. 1991.

Fichter, G. S. Necrophily Vs. Necrophagy. **The Ohio Journal of Science**. 49 (5): 201-204. 1949.

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

Goff, M. L. Estimation of postmortem interval using arthropod development and successional pattern. **Forensic Science International**. 5: 82–94. 1993.

Goff, M. L. Comparison of insect species associated with decomposing remains recovered inside dwellings and outdoors on the island of Oahu, Hawaii. **Journal of Forensic Sciences**. 36(3): 748-753. 1991.

Gredilha, R. et al. Ocorrência de *Oryzaephilus surinamensis* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Cucujidae) e *Necrobia rufipes* DeGeer, 1775 (Coleoptera: Cleridae) infestando rações de animais domésticos. **Entomologia Y Vectores**. 12(1): 95-103. 2005.

Gullan, P. J.; Cranston, P. S. **The Insects: an outline of entomology**. 4 ed. Wiley-Blackwell Science. 584 p. 2010.

Halffter, G.; Matthews, E. G. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae. **Folia Entomologica Mexicana**. 312(1): 12-14. 1966.

Hanski, I. Nutritional ecology of dung and carrion feeding insects. In: Slansky, F.; Rodriguez, J. G. **Nutritional ecology of insects, mites and spiders**. Wiley-Interscience. Cap. 28, p. 837-884. 1987.

Hernández, M. I. M. Besouros Escarabeíneos (*Coleoptera: Scarabaeidae*) da Caatinga Paraibana, Brasil. **Oecologia Brasiliensis**. 11 (3): 356-364. 2007.

Iannacone, J. Artropodofauna de importancia forense en un cadáver de cerdo en el Callao, Perú. **Revista Brasileira de Zoologia**. 20: 85–90. 2003.

Iannuzzi, L. et al. Padrões locais de diversidade de Coleoptera (Insecta) em vegetação de caatinga. In: Leal, I. R.; Tabarelli, M.; Silva, J. M. C. **Ecologia e conservação da caatinga**. Editora Universitária da UFPE. Cap. 8, p.367-389. 2003.

Juncá, F. A.; Funch, L.; Rocha, W. **Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina**. Ministério do Meio Ambiente. 411 p. 2005.

Kocárek, P. Decomposition and Coleoptera succession on exposed carrion of small mammal in Opava, the Czech Republic. **European Journal of Soil Biology**. 39: 31-45. 2003.

Kulshrestha, P.; Chandra, H. Time since death - An entomological study on corpses. **American Journal of Forensic Medical Pathology**. 8(3): 233-238. 1987.

Kulshrestha, P.; Satpathy, D. K. Use of beetles in forensic entomology. **Forensic Science International**. 120: 15-17. 2001.

Leal, I. R.; Tabarelli, M.; Silva, J. M. C. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil. 822 p. 2003.

Leivas, F. W. T. **Estudo dos gêneros Neotropicais de Omalodini Kryzhanovskij, 1972 (Coleoptera, Histeridae, Histerinae)**. 91 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná. Curitiba – PR. 2009.

Lövei L. G.; Sunderland, K. D. Ecology and Behavior of Ground Beetles (*Coleoptera: Carabidae*). **Annual Review of Entomology**. 41: 231-56. 1996.

Luederwaldt, G. Os insectos necrophagos paulistas. **Revista do Museu Paulista**. 8: 414-433. 1911.

Marchiori, C. H. et al. Artrópodes associados com carcaça de suíno em Itumbiara, sul de Goiás. **Arquivos do Instituto de Biologia**. 67(2): 167-170. 2000.

Marinoni, R. C.; Ganho, N. G.; Monné, M. L.; Mermudes, J. R. M. **Hábitos Alimentares em Coleoptera (Insecta)**. Holos. 63p. 2003.

Martins, E. **Análise dos processos de decomposição e sucessão ecológica em carcaças de suíno (*Sus scrofa* L.) mortos por disparo de arma de fogo e overdose de cocaína e protocolo de procedimento diante de corpo de delito**. 134 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu-SP. 2009.

Mayer, A. C. G. **Comunidade de artrópodes de solo (com ênfase em Insecta: Coleoptera) nas circunvizinhanças de uma carcaça animal em um fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco**. 42 p. Monografia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE. 2009.

Midgley, J. M.; Richards C. S.; Villet, M. H. The Utility of Coleoptera in Forensic Investigations. In: Amendt, J.; Campobasso, C. P.; Goff, M. L.; Grassberger, M. **Current Concepts in Forensic Entomology**. Springer. Cap. 4, p. 57-68. 2010.

Milhomem, M. S.; Vaz-de-Mello, F. Z.; Diniz, I. R. Técnicas de coleta de besouros copronecrófagos no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 38(11): 1249-1256. 2003.

Mise, K. M.; Martins, C. B. C.; Köb, E. L.; Almeida, L. M. Longer decomposition process and the influence on Coleoptera fauna associated with carcasses. **Brazilian Journal of Biology**. 68(4): 907-908. 2008.

Moura, D. P. **Revisão das espécies brasileiras de *Omalodes* (*Omalodes*) Erichson, 1834 (Coleoptera, Histeridae)**. 127 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR. 2010.

Moura, M. O.; Carvalho C. J. B.; Monteiro-Filho, E. L. A. A preliminary analysis of insects of medico-legal importance in Curitiba, state of Paraná. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. 92: 269-274. 1997.

Monteiro-Filho, E. L. A.; Penereiro, J. L. Estudo de decomposição e sucessão sobre uma carcaça animal numa área do estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**. 47: 289-295. 1987.

Oliveira, E. A. **Coleópteros de uma Ilha Estuarina da Lagoa dos Patos, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil**. 66 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR. 2006.

Oliveira-Costa, J. **Entomologia forense: quando os insetos são vestígios**. 2 ed. Millennium. 420p. 2008.

Oliveira-Costa, J. **Levantamento da entomofauna cadavérica com vistas à formação de um banco de dados de aplicação nas investigações de morte violenta na região metropolitana do Rio de Janeiro**. 133 p. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, Rio de Janeiro-RJ. 2005.

Pellegrini et al. Distribuição espacial da família Staphylinidae em cavernas do território brasileiro. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal-RN. p. 4209-4214. 2009.

Pereira, R. V. S. P.; Almeida, L. M. Chaves para a identificação dos principais Coleoptera (Insecta) associados com produtos armazenados. **Revista Brasileira de Zoologia**. 18 (1): 271-283. 2001.

Pessôa, S. B.; Lane, F. Coleópteros de interesse médico-legal. **Arquivo de Zoologia de Estado de São Paulo**. 2: 389-504. 1941.

Pinto-Coelho, R. M. **Fundamentos em Ecologia**. Artmed Editora, Porto Alegre, RS, Brasil. 252 p. 2000.

Prado, D. As caatingas da América do Sul. In: Leal, I. R.; Tabarelli, M.; Silva, J. M. C. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora Universitária da UFPE. Cap. 1. p. 3-73. 2003.

Reis, A. C. Clima da Caatinga. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 48: 325-335. 1976.

- Ricklefs, R. E. **A Economia da Natureza**. 5 ed. Guanabara Koogan SA. 534p. 2003.
- Rodriguez, W. C.; Bass, W. M. Insect activity and its relationship to decay rates of human cadavers in east Tennessee. **Journal of Forensic Sciences**. 28(2): 423-432. 1983.
- Rosano-Hernández, M. C.; Deloya, C. Interacción entre Trogidos (Coleoptera: Trogidae) y tortugas marinas (Reptilia: Cheloniidae) en el Pacifico Mexicano. **Acta Zoologica Mexicana**. 87: 29-46. 2002.
- Scholtz, C. H. Revision of the Trogidae of the South America (Coleoptera: Scarabaeoidea). **Journal of Nature History**. 24: 1391-1456. 1990.
- Schroeder, H.; Klotzbach, H.; Oesterhelweg, L.; Püschel, P. Larder beetles (Coleoptera, Dermestidae) as an accelerating factor for decomposition of a human corpse. **Forensic Science International**. 127: 231-236. 2002.
- Shorrocks, B.; Sevenster, J. G. Explaining local species diversity. **Proceedings of the Royal Society of London – serie B**. 260: 305 - 309. 1995.
- Smith, K. G. V. **A Manual of Forensic Entomology**. Cornell University Press, Ithaca. 205 p. 1986.
- Souza, A. M.; Linhares, A. X. Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in southeastern Brazil: relative abundance and seasonality. **Medical and Veterinary Entomology**. 11(1): 8-12. 1997.
- Souza, A. S. B.; Kirst, F. D.; Krüger, R. F. Insects of forensic importance from Rio Grande do Sul state in southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**. 52(4): 641-646. 2008.
- Souza, A. F. B. Entomofauna associada à carcaça de coelho *Oryctolagus cuniculus* L, em Pelotas, RS, Brasil. **Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Zoologia**, Londrina-PR. 2006.

Tabor, K. L.; Fell, R. D.; Brewster, C. C. Insect fauna visiting carrion in Southwest Virginia. **Forensic Science International**. 150: 73–80. 2005.

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

Tüzün, A.; Dabiri, F.; Yüksel, S. Preliminary study and Identification of insects' species of forensic importance in Urmia, Iran. **African Journal of Biotechnology**. 9(24): 3649-3658. 2010.

Vaz-de-Mello, F. Z. **Gêneros e subgêneros da subfamília Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) das Américas (versão 2.0 Português)**. Portal, Arizona. 2007.

Vaz-De-Mello, F. Z. Scarabaeidae s. str. (Coleoptera: Scarabaeoidea) de um fragmento de Floresta Amazônica no estado do Acre, Brasil. 1. Taxocenose. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. 28 (3): 439-446. 1999.

Wolff, M.; Uribe, A.; Ortiz, A.; Duque, P. A. preliminary study of forensic entomology in Medellín, Colombia. **Forensic Science International**. 120: 53-59. 2001.