



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ – UESC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE – PPGE CB

JEAN HENRIQUE IGNÁCIO SOUZA

**Comportamento de retorno (*homing*) do ouriço-preto (*Chaetomys subspinosus*,
Olfers 1818) após translocação**

ILHÉUS – BAHIA

2018

JEAN HENRIQUE IGNÁCIO SOUZA

**Comportamento de retorno (*homing*) do ouriço-preto (*Chaetomys subspinosus*,
Olfers 1818) após translocação**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação da Biodiversidade.

Área de concentração: Ecologia

Orientador: Prof. Dr. Gastón Andrés
Fernandez Giné

Co-orientadora: Profa. Dra. Deborah Faria

ILHÉUS – BAHIA

2018

S725 Souza, Jean Henrique Ignácio.
Comportamento de retorno (homing) do ouriço-preto (*Chato-
mys subspinosus* Olfers 1818) / Jean Henrique Ignácio Souza. –
Ilhéus : UESC, 2018.
34f. il.
Orientador : Gastón Andrés Fernandez Giné.
Co-orientadora : Deborah Faria.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa
Cruz. Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação
da Biodiversidade.
Inclui referências e apêndices.

1. Ouriço-preto – Comportamento. 2. Roedores – Comporta-
mento. 3. Mata atlântica. 4. Ecologia. I. Fernandez Giné, Gastón
Andrés. II. Faria, Deborah. III. Título.

CDD – 579.567

JEAN HENRIQUE IGNÁCIO SOUZA

**Comportamento de retorno (*homing*) do ouriço-preto (*Chaetomys subspinosus*,
Olfers 1818) após translocação**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação da Biodiversidade.

Ilhéus, 26 de março de 2018

Prof. Dr. Gastón Andrés Fernandez Giné

(orientador - Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC)

Profa. Dra. Camila Righetto Cassano

(Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC)

Prof. Dr. Marcelo Passamani

(Universidade Federal de Lavras – UFLA)

DEDICATÓRIA

Dedico o trabalho (e minha vida) aos meus pais Morgana de Lourdes Ignácio Souza e Luiz Alberto de Souza, por serem minha inspiração.

AGRADECIMENTOS

“[...] Não sei, talvez pode ser que eu não entenda mesmo

Sou cidade de papel, teu ego não me vê

Há muita vida lá fora agora, muita vida lá

Equilíbrio é paz, cabeça fresca

É o melhor que a vida trás

Pode ser que eu não entenda mesmo[...]”

Cynthia Luz

Agradeço à UESC pelo apoio logístico e financiamento de diárias para viabilização do trabalho de campo. Ao PPGECB, incluindo coordenação, docentes e discentes, pelo apoio logístico, experiência e conhecimentos adquiridos. Ao LEAC pela experiência, uso do espaço e equipamentos. Ao CNPq, CAPES e FAPESP pelo apoio e financiamento na compra de equipamentos de radiotelemetria e escalada (edital CNPq/CAPES Casadinho/Procad; projeto:552198/2011-0; FAPESP Research Program on Global Climate Change; projeto: 2014/16320-7, respectivamente). À CAPES pela bolsa de estudo concedida. Além disso, preciso agradecer a você Gastón, mesmo eu não passando uma boa impressão e nem mesmo sendo uma pessoa muito fácil de lidar o Sr. me ajudou a concluir o que eu não acreditava que conseguiria, sim eu não esperava que era capaz de chegar até aqui. Também agradeço o auxílio de minha Co-orientadora Deborah nas correções e puchões de orelha quando foi necessário. E claro a todos que de alguma forma me ajudaram, me escutando, dando conselhos, não é Leiza? Te aluguei “dmaiz”. Enfim, obrigado a todos que de alguma forma me ajudaram.

Obrigado.

“Se minhas imagens influenciarem mais pessoas a cuidar da natureza do nosso mundo eu terei feito a minha parte”

Darrem Jew

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Número de localizações de quatro ouriços-pretos, obtidas antes e após a translocação durante o estudo realizado em um fragmento de Mata Atlântica, município de Ilhéus, BA.

Tabela. 2. Estatística básica dos ângulos analisados dos três ouriços-pretos que retornaram, estudados em Ilhéus com ênfase nos dois indivíduos que tiveram seus valores do teste de espaçamento significativo.

Tabela. 3. Simulação de trajetórias para quatro ouriços-pretos, assumindo deslocamento aleatório utilizando 10.000 simulações.

Tabela 4. Caracterização da qualidade do abrigo, comparando as variáveis que mais correspondem às características das árvores usadas pelo ouriço-preto. Em relação ao tipo de abrigo: Baceiro: emaranhado de cipó; Palmeira: Folhas de palmeira; Dossel: Proteção do dossel; Exposto: Totalmente exposto. A visibilidade do animal (não visível). As obstruções: Lateral, inferior e superior, sendo I: Uma obstrução. II: Duas obstruções e III três obstruções. E em relação à altura da árvore (> 8 m).

Tabela 5. Resultado da seleção de modelos criados para explicar a diferença nas características entre o entre os abrigos usados e não usados, pré e pós translocação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Locais de captura e monitoramento de quatro ouriços (ID48, ID36, ID86 e ID66) monitorados em um fragmento de Mata Atlântica, localizado no município de Ilhéus, BA.

Figura 2. Fotos do ouriço-preto durante o monitoramento diurno após translocação. A. Observação do animal em repouso. B, C e D. Momentos em que foi observado o animal se deslocando. (Fotos: Jean H.)

Figura 3. Fotos dos ouriços preto observados nos respectivos abrigos durante o monitoramento. A. Exposto. B. Dossel. C. Baceiro. D. Palmeira. (Fotos: Jean H.)

Figura 4. Esquema dos parâmetros coletados diariamente durante a movimentação dos animais após a translocação.

Figura 5. Evolução da movimentação de quatro ouriços-pretos translocados a 500 m de seu local de origem, mostrando como a distância ao local de origem (R_n) variou ao longo do tempo e o exato momento em que alguns animais entraram nos limites de sua área de vida (linha vertical).

Figura 6. Trajetória e orientação do deslocamento de quatro ouriços-pretos em um fragmento de Mata Atlântica do município de Ilhéus (Bahia) após serem translocados a 500 m de seu local de origem. O polígono gradeado representa a área de origem (área de vida) de cada animal estimada pelo Mínimo Polígono Convexo (MPC100%). A linha com seta representa o sentido da trajetória de cada animal. Na parte interna do diagrama de orientação (círculos do lado direito da figura), a linha preta representa o ângulo relativo médio de toda a trajetória de cada animal. Na parte externa a linha vermelha e preta representa o intervalo de confiança (95%) dos ângulos relativos das trajetórias de cada animal. O valor zero representa a direção para o local de origem de cada animal (centro da área de vida) e cada ponto interno (pontos azul) representa o ângulo relativo da trajetória diária em relação ao local de origem (em graus).

Figura 7. Características das variáveis do abrigo da área de uso do ouriço-preto, usado e não usado (A) apresentando o polígono rosa para dados de árvores dos abrigos usados e azul não usado, e pré e pós translocação (B) apresentando o polígono azul para os dados de abrigos durante o pré-translocação e vermelho pós-translocação, dentro do mesmo fragmento a curta distância (~500) em relação aos dois componentes principais (PC1 e PC2) obtidos pela análise de componentes principais (PCA).

Sumário

LISTA DE TABELAS	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
Resumo.....	iv
Abstract	v
1.0. Introdução	1
1.0. Metodologia	4
1.1. Área de estudo.....	4
1.2. Captura, marcação e estimativa do centro da área de vida (local de origem)	6
1.3. Translocação e monitoramento de trajetórias pós-soltura	8
1.4. Caracterização e medidas dos abrigos.....	9
1.5. Parâmetros e análise de dados	10
<i>Trajatória após translocação</i>	10
<i>Seleção e uso diferencial de abrigos</i>	13
2.0. Resultados	13
<i>Trajatória após translocação</i>	13
<i>Seleção e uso diferencial de abrigos</i>	17
Discussão	20
Conclusões para o manejo de conservação	23
Conclusões gerais	23
Referências	25
Apêndices 1	31
Apêndice 2	32

Resumo

Estudos sobre o comportamento *homing*, definido como o comportamento de um indivíduo retornar ao seu local de origem, podem auxiliar ações conservacionistas, principalmente para aquelas espécies que sofrem algum grau de ameaça, como o caso do ouriço-preto, *Chaetomys subspinosus* Olfers, 1818. Esta espécie de roedor é estritamente arborícola e endêmica do bioma Mata Atlântica, com distribuição desde o sul do estado de Sergipe ao sul do Espírito Santo. As populações desta espécie habitam uma região geográfica bastante desmatada, com fragmentos geralmente pequenos e isolados, representando situações que exigem ações de manejo, como as translocações. Nesse contexto, estudamos se o comportamento de *homing* ocorre na espécie *C. subspinosus* e se tais animais são capazes de se orientar em direção a suas áreas de origem quando soltos a 500 m desta. Para tanto foram realizadas 147 horas de buscas para encontrar quatro indivíduos. Os animais foram marcado, soltos e monitorados por radiotelemetria diariamente durante aproximadamente um mês, para definição de sua área de vida pelo método de Mínimo Polígono Convexo (MPC100%), cujo centro foi definido como o local de origem do animal. Então, os animais foram recapturados e soltos a ~ 500 m de sua área de vida (área não-familiar). Foi acompanhada a trajetória dos animais durante 12 a 15 dias, coletando um ponto de localização por animal/dia, ou seja, a cada dia foi coletado um ponto de abrigo em que o animal se encontrava. No total, foram coletados e caracterizados 131 abrigos, sendo 47 de abrigos usados após a translocação. Três dos quatro indivíduos apresentaram comportamento de *homing* quando translocados a curta distância. Durante seu trajeto de retorno à área de vida inicial, os abrigos utilizados foram de baixa qualidade. O estudo mostrou que pelo menos dois dos quatro indivíduos monitorados não realizaram esse trajeto de forma aleatória, mas sim direcional para o local de origem. Foram identificadas algumas variáveis, como presença de cipós e a conexão entre as árvores como importantes características da vegetação que caracterizam as árvores nas quais os ouriços mais se abrigaram. Após terem sido translocados em ambientes não familiares os ouriços utilizaram abrigos que conferem uma menor proteção ao animal, deixando-os mais expostos às intempéries e a predadores.

Palavras-chave: Comportamento de retorno, ecologia espacial, translocação, endêmico, espécie ameaçada.

Abstract

Studies on homing behavior, defined as the behavior of an individual returning to its place of origin, may help conservation actions, especially for those species that suffer some degree of threat, such as the-spined porcupine, *Chaetomys subspinosus* Olfers (1818). This rodent species is strictly arboreal and endemic to Atlantic Forest biome, with a geographic distribution ranging from the southern of Sergipe state to the south of the Espirito Santo. The populations of this species inhabit a highly deforested geographic region, with fragments usually small and isolated, representing situations that require management actions such as translocations. In this context, we investigated whether the homing behavior occurs in *C. subspinosus* species, and if these animals are able to navigate towards their areas of origin when released 500 m away. For this purpose, 147 hours of searching were performed to find four individuals. The animals were marked, released and monitored by radiotelemetry daily for approximately one month, to define their area of life by the Minimum Convex Polygon Method (MPC100%), whose center was defined as the place of origin of the animal. The animals were then recaptured and released ~ 500 m from their home range (non-family area). After translocation, the trajectory of each animal was followed for 12 to 15 days, collecting one location point per animal / day. In total, 131 shelters were collected and characterized, 47 of shelters being used after the translocation. Three of the four individuals presented homing behavior when translocated at short distance. During their journey back to initial home range, they made use of poor-quality shelters. The study showed that at least two of the four individuals monitored did not perform this route in a random way, but rather directional to the place of origin. Some variables, such as the presence of vines and the connection between trees, were identified as important characteristics of the vegetation that characterize the trees in which the spined porcupine sheltered. After being translocated in unfamiliar environments, the spined porcupine used shelters that give less protection to the animal, leaving them more exposed to the elements and predators.

Keywords: Homing, spatial ecology, translocation, endemic, threatened species.

1.0. Introdução

Entender o comportamento espacial e a capacidade de orientação ou navegação de uma determinada espécie animal permite prever sua movimentação e gera oportunidades para embasar o manejo conservacionista de uma espécie (Blisle et al. 2001; Cumming et al. 2012; MacArthur 1972). Particularmente, algumas espécies apresentam o comportamento de retornar para sua área de origem quando transportadas e soltas em um local não-familiar (ou quando realizam esse comportamento por seu próprio deslocamento, como espécies migratórias), conhecido como comportamento *homing* (Boles e Lodmann 2003; Hansson e Akesson 2014; Phillips et al. 1994). Neste caso, o animal se desloca por uma área não-familiar utilizando de sua capacidade de orientação/navegação para regressar a sua área de vida, quando não são animais migratórios, ou para áreas de nidificação, reprodutiva ou alimentação, em se tratando de espécies migratórias (Gillner e Mallot 1998; Jorge et al. 2012; Mittelstaedt e Mittelstaedt 1980). Retornar a um ambiente familiar, como a área de vida, supostamente é uma estratégia vantajosa para um animal, pois o indivíduo neste ambiente conhecido geralmente tem maiores chances de sobrevivência e reprodução (Morelle et al. 2014). Em ambiente familiar, a memória e cognição de um animal podem permitir uma maior habilidade de prever, evitar e escapar de predadores, encontrar parceiros ou bons abrigos, entre outros recursos (Fagan et al. 2013). Desta forma, o comportamento *homing* tem evoluído em diversas espécies marinhas (Creaser and Travis 1950; Cook 1969; Jorge et al. 2012) e terrestres, tais como répteis (Ellis-Quinn e Simon 1989; Guyer 1978; Gruber e Henle 2004; Hein e Witaker 1997; Krekorian 1977; Weintraub 1970), anfíbios (Phillips et al. 2002; Phillips and Borland 1995), aves (Wiltschoko and Wiltschoko 2005) e mamíferos (Danner and Fisher, 1977; Erickson et al. 1964; Henslow, 1974, Rogers 1986), incluindo roedores (Alyan and Jander 1994; Bovet 1960; Etienne et al. 1990; Fislser 1962; Griffio 1961).

Por outro lado, retornar a um local familiar pode ser desvantajoso caso tal ambiente de origem tenha sido alterado ou destruído (Blisle et al. 2001; Hinderle et al. 2015). Por esta razão, em geral não é desejável que um animal retorne ao seu local de origem quando este foi translocado (transportado para outra área) com intenção de suprir necessidades e objetivos conservacionistas, como por exemplo, a fim de retirar animais de área de conflito “animal-homem” e salvar indivíduos de habitats a serem suprimidos (Hinderle et al. 2015). Da mesma forma, não é desejável quando o objetivo

da translocação é suplementar populações pequenas, aumentar a variabilidade genética de populações endogâmicas ou reintroduzir uma espécie extinta localmente (Consorte-McCrea; Bernardo; Ruiz-Miranda, 2014; Marini e Marinho-Filho, 2006). A translocação, definida como o ato humano de deslocar um organismo de um lugar para o outro (IUCN 1995), tem sido uma prática conservacionista que vêm ganhando importância, principalmente para manejar espécies ameaçadas em biomas sobre forte pressão antrópica (Joenck et al. 2013). Neste contexto, entender se uma espécie ameaçada apresenta o comportamento de retornar ao seu local de origem após translocado, o chamado comportamento *homing*, é fundamental para ampliar as chances de sucesso do manejo de translocação e evitar riscos e custos desnecessários (Hinderle et al. 2015).

O ouriço-preto (*Chaetomys subspinosus* Olfers, 1818) é um roedor ameaçado (Catzefflis 2017; IUCN 2018; Machado et al. 2009) de médio porte (~1,6 kg; Eisenberg, 1978), estritamente arborícola (de Solto-Lima et al. 2010; Giné et al. 2012, 2015, Oliveira et al. 2015), florestal (Giné et al. 2015) e folívoro (de Solto-Lima et al. 2010; Giné et al. 2010). Por se alimentar apenas de folha a espécie apresenta um comportamento letárgico e com baixos níveis de atividade (Chiarello 1997; de Solto-lima et al. 2010; Giné 2009; Giné et al. 2010, 2012; Oliveira 2006; Zórtea e Brito 2010) (Figura 1). Adicionalmente, grande parte de sua pelagem não tem a capacidade de perfurar um agressor e não se destaca facilmente, como os pêlos aristiformes (“espinhos”) de outras espécies da família Erethizontidae, características que no seu conjunto tornam os ouriços mais susceptíveis à predação (Giné et al. 2015). Aparentemente por apresentar todas essas características, o animal se comporta de forma críptica no ambiente e em suas atividades de rotina (dentro de sua área de vida) raramente desce ao chão (Giné et al. 2012; 2015) ou é visto fora do ambiente florestal (Giné et al. 2015; Oliveira et al. 2015; Oliver e Santos, 1991). De hábitos solitários, os indivíduos descansam e defecam escondidos em locais onde ficam pouco visíveis (Giné et al. 2012). Até o momento, foram identificadas aproximadamente 27 espécies de plantas consumidas pelo ouriço-preto, sendo sua dieta concentrada em quatro espécies vegetais (*Albizia pedicellaris*, *Inga thibaudiana*, *Pera glabrata* e *Tapirira guianensis*) (de Solto-lima et al. 2010; Giné et al., 2010), das quais aparentemente os animais também obtêm todo seu suprimento hídrico (Giné et al. 2010). Estas são espécies de árvores pioneiras, intolerantes ao sombreamento e abundantes nos remanescente de Mata Atlântica do Sul da Bahia, sugerindo que a redução de recurso alimentar para o

ouriço-preto não é um problema quando florestas maduras são substituídas por florestas secundárias (Giné et al. 2010).

A espécie é considerada endêmica do bioma da Mata Atlântica (Chiarello et al. 2008; Fonseca et al. 1996). Sua distribuição geográfica está limitada ao que resta de florestas entre o sul do estado de Sergipe e sul do Espírito Santo (Oliver e Santos 1991). A Mata Atlântica desta região já perdeu 82.3% da sua cobertura original (Ribeiro et al. 2009) e, nos últimos anos, as maiores taxas de supressão de vegetação florestal do bioma tem sido observadas na região sul do estado da Bahia (SOS Mata Atlântica 2017). Porém é esta região que provavelmente abriga as maiores populações do ouriço-preto (Oliver e Santos 1991). Além da conversão ilegal de habitat nativo em áreas agrícolas ou pastagem, a implementação de obras de infraestrutura no estado da Bahia, como a construção de portos, linhas de transmissão, ferroviária e rodovias, suprimindo as florestas remanescentes (Bahia 2010; Cerqueira 2002), também tem sido uma ameaça crescente. Por este motivo, durante o licenciamento de tais obras, podem ser acordadas condutas contendo protocolos para o resgate, translocação e monitoramento da fauna de áreas de vegetação a serem suprimidas (e.g. Ação Civil Pública - nº 1.14.001.000416/2017-23).

Embora existam diretrizes para execução e realização do manejo adequado de translocação (Rocha-Mendes et al. 2006), não é raro que a remoção da fauna seja feita através de afugentamento ou translocação de animais para áreas adjacentes do empreendimento (curtas distâncias). De fato, esta prática também é comum em pequenos empreendimentos ou supressões, dada a baixa fiscalização e baixo orçamento empregado em tais ações. Por um lado, translocar para um fragmento adjacente pode ajudar a manter a estrutura genética das populações, evitar a circulação de doenças para áreas distantes, e maximiza as chances de ser um local com características similares ao local de origem do animal. Contudo, existe o risco do animal voltar para a área de origem. O comportamento *homing* tem sido observado em roedores translocados (transportados intencionalmente para uma área não-familiar) das espécies *Rattus rattus* Linnaeus, 1758 (Griffo 1961) e *Microtus colifornicus* Peale, 1848 (Fisler 1962), mas muito pouco se sabe sobre a ocorrência desse comportamento no ouriço-preto.

Segundo a literatura, indivíduos de ouriço-preto que foram translocados, tanto a longas (~ 7 km; Chiarello et al. 1997, Zortéa e Brito 2010) como a curtas distâncias (~

400m; Barros 2012), aparentemente se adequaram bem ao local em que foram soltos, sugerindo que estes estabeleceram uma nova área de vida em tal local. De fato, a fácil adaptação de animais desta espécie a um novo local pode ser esperada, considerando que o seu alimento (folhas novas de árvores com estratégia “r”) é perene, comum e abundante nas florestas das regiões estudadas (Giné et al. 2010; de Souto Lima et al. 2010). Também, é esperado que os animais dessa espécie sejam mais tímidos em se aventurar por novas áreas do que outros porcos-espinhos, para evitar o risco de predação (Giné et al.2015). Logo, não é esperado uma dispersão a longas distâncias ou mesmo o retorno ao seu local de origem após a translocação. Por outro lado, poucos animais até o momento foram translocados (< 4) em estudos comportamentais (Barros 2012, Chiarello et al 1997, Zortéa e Brito 2010), estes não foram especificamente desenhados para avaliar o efeito da translocação, e somente um foi realizada a translocação a curta distância (Barros 2012). Sendo assim, é insipiente ainda o conhecimento sobre a ocorrência ou não do comportamento *homing* nesta espécie.

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar se o ouriço-preto apresenta o comportamento *homing* quando solto a curta-distância (~500 m) de sua área de vida ou se este tende a estabelecer uma nova área de vida no local de soltura. Adicionalmente, foi avaliado se os animais, após serem soltos em área não-familiar (aqui definido como fora de sua área de vida), encontram abrigos de qualidade similar àquela encontrada em suas áreas de vida, minimizando riscos durante os momentos que se seguem após sua translocação.

Metodologia

1.1. Área de estudo

O estudo foi conduzido em um fragmento florestal de Mata Atlântica de aproximadamente 52 ha localizada próximo ao distrito de Olivença, município de Ilhéus (14° 55' a 14° 56' S, 39° 0' a 39° 1'O) (Figura 1). Esta área está inserida na microrregião Ilhéus-Itabuna (Cacaueira) localizado na mesorregião Sul Baiana (Rocha 2008; IBGE 1990). O clima é tropical úmido e quente sem estação de seca definida (Mori et al. 1983), com precipitações variando de 1.200 a 1.800 mm (Mori et al. 1983) e podendo chegar a 2.300 mm em alguns locais (Rocha 2008). A temperatura anual média varia entre 21°C e 24°C, com clima mais quente nos meses de dezembro a março

(Rocha 2008). A vegetação é classificada por Gouvea et al. (1976) como mata hidrófila sul-bahiana (também conhecida como Perenifólia Latifoliada Higrófila Hileana Bahiana) (Jardim 2003), caracterizada por um dossel alto, perene, estratificada e abundante em espécies de epífitas, samambaias, trepadeiras e herbáceas (Amorim et al. 2008; Vinha et al. 1976). Essa vegetação é reconhecida por exibir o maior nível de riqueza, diversidade e endemismo de plantas no bioma (Amorim et al. 2008; Thomas et al. 1998; Câmara 2005). Além disso, inúmeras espécies de plantas endêmicas são encontradas na região, como por exemplo, aquelas inseridas nos gêneros *Brodriguesia*, *Arapatiella*, *Anomochloa* (Rocha 2008) e a piaçava (*Attalea funifera* Martius) que já foi considerada economicamente importante, mas que se encontra ameaçada de extinção (Loftus 2013). Em geral, as florestas do sul da Bahia detêm árvores com troncos que só se ramificam no alto da floresta (Mori et al. 1983). Essas florestas exibem uma heterogeneidade ligada ao tipo de solo (Pardini 2001, apud E. Mariano, comun. pess) com predominância aos tipos latossolos, alissolos e argissolos no município de Ilhéus (Faria-Filho e Araujo 2003).

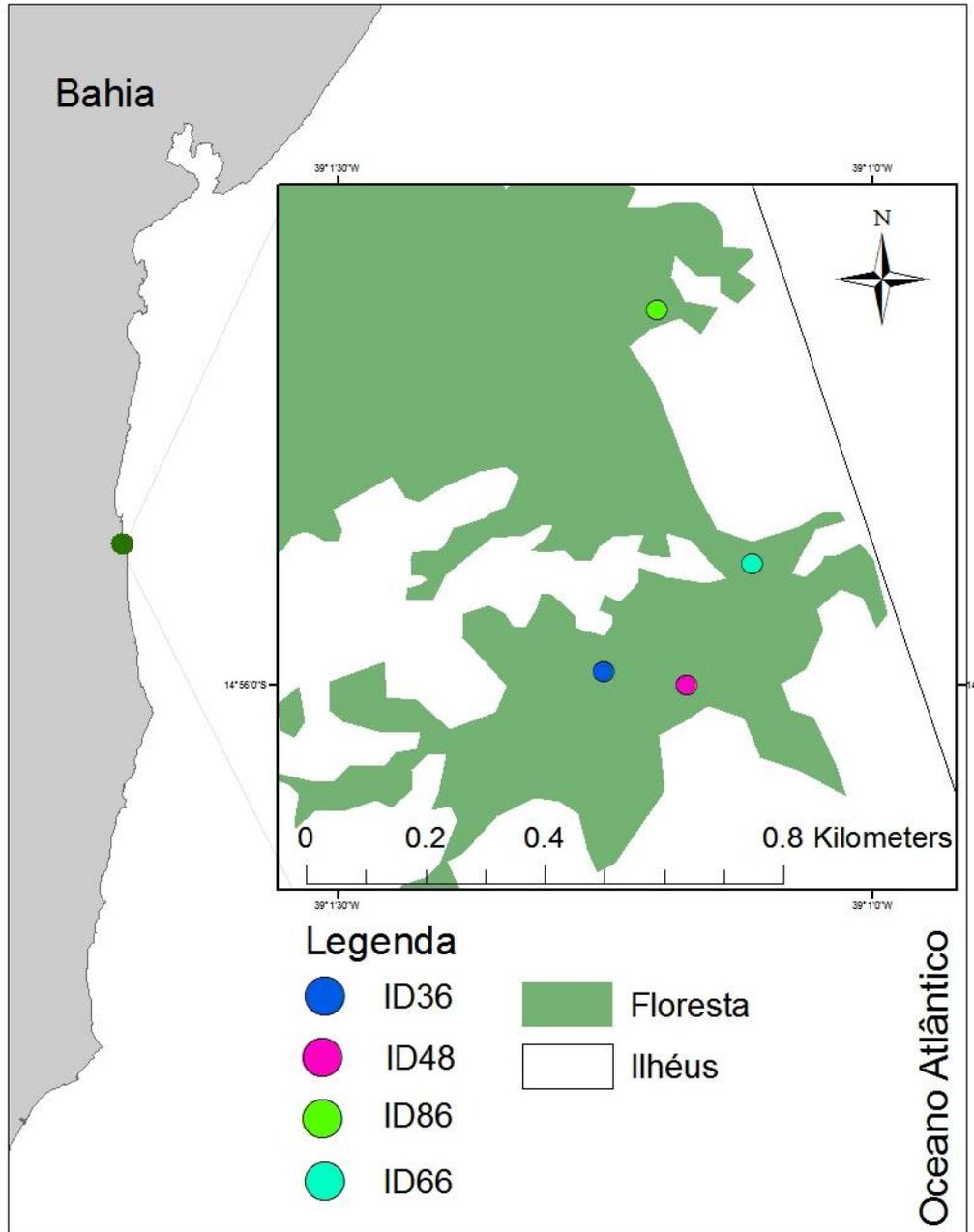


Figura 1. Locais de captura e monitoramento de quatro ouriços (ID48, ID36, ID86 e ID66) monitorados em um fragmento de Mata Atlântica, localizado no município de Ilhéus-BA.

1.2. Captura, marcação e estimativa do centro da área de vida (local de origem)

Foram realizadas 147 horas de busca ativa em fragmentos florestais do distrito de Olivença do município de Ilhéus durante as quais foram localizados quatro indivíduos de ouriços-pretos em um dos fragmentos, sendo um macho (ID66) e três

fêmeas (ID36, ID48 e ID86) (Tabela 1; Figura 2). As buscas foram feitas no período diurno, acompanhadas por uma pessoa nativa da região, caminhando e inspecionando a vegetação do dossel das florestas até o chão, especialmente procurando em potenciais abrigos já descritos para a espécie (Giné et al. 2012; Oliveira et al. 2015; ver Sessão 2.4. deste trabalho sobre os abrigos). Uma vez localizado o animal, a árvore que o mesmo se encontrava foi marcada com uma fita e o indivíduo capturado manualmente. Este foi conduzido ao solo por uma pessoa experiente, seguindo metodologia descrita em Giné et al. (2010). Com auxílio de um médico veterinário os animais foram imobilizados (detalhes em Giné et al., 2010) e marcados com um rádio-colar VHF (modelo 080; *Telonics Inc.*, Mesa, Arizona). Os animais marcados foram soltos imediatamente no mesmo local.

Após a soltura no mesmo local da captura (área original), os animais foram acompanhados quase que diariamente durante 30 dias, obtendo um total de 84 pontos de localizações, sendo 21 pontos por animal (Tabela 1). Para localizar os animais foi utilizado um receptor (TR4; *Telonics Inc.*, Mesa, Arizona) acoplado a uma antena de rádio telemetria de ondas de rádio (VHF), seguindo o sinal mais forte até o encontro do animal. Uma vez encontrado, a localização do animal foi tomada e registrada utilizando um aparelho GPS (*Global Position System*, marca Garmin, modelo GPSMAP 64s). Os pontos de localização obtidos foram usados para estimar o ponto central da área de uso de cada animal (média da latitude e longitude dos pontos coletados), o qual foi definido como referência para o local (ponto) de origem de cada animal. Por fim, a área de vida de cada animal amostrado foi estimada usando o método Mínimo Polígono Convexo (MPC100%, Mohr, 1947), a fim de delimitar sua área de origem e familiar.

Tabela 1. Número de localizações de quatro ouriços-pretos, obtidas antes e após a translocação durante o estudo realizado em um fragmento de Mata Atlântica, município de Ilhéus, BA.

Período	Sexo	Peso (Kg)	Número de localizações	Período de monitoramento
Pré-translocação				
ID36	Fêmea	1,850	21	05/07/2017 a 07/08/2017
ID48	Fêmea	2,100	21	29/06/2017 a 07/08/2017
ID66	Macho	1,800	21	06/07/2017 a 07/08/2017
ID86	Fêmea	1,600	21	29/06/2017 a 07/08/2017
Pós-translocação				
ID36	Fêmea	1,750	12	01/09/2017 a 20/09/2017
ID48	Fêmea	2,100	14	30/08/2017 a 20/09/2017
ID66	Macho	1,800	10	02/09/2017 a 20/09/2017
ID86	Fêmea	1,600	11	03/09/2017 a 20/09/2017

1.3. Translocação e monitoramento de trajetórias pós-soltura

Após definida a área e ponto de origem dos animais, foi selecionado o local para o qual o animal seria translocado e solto. Para isso, através do programa ArcGIS versão 10.3, foi delimitada uma área circular (*buffer*) de 500 m de raio ao redor do ponto de origem (ponto central definido a partir da área de origem). A linha limite do *buffer* foi transformada em uma sequência de pontos e então um ponto foi selecionado aleatoriamente. Previamente foram descartados todos os pontos alocados em locais de “não-habitat” para a espécie, tais como casas, áreas abertas (incluindo áreas desmatadas queimadas ou de agricultura) e estradas (veja habitats da espécie em Giné et al. 2015). Uma vez selecionado o ponto de soltura de cada animal, estes foram recapturados e transportados imediatamente por meio de uma gaiola de madeira em direção ao ponto (~ 500 m de seu local de origem), e em seguida foram soltos. Os quatro animais foram translocados sequencialmente, em dias distintos (Tabela 1), e foi previamente sorteada a ordem em que os animais entraram nesta fase do experimento. Durante a soltura, foi utilizado um mecanismo para evitar um possível viés causado pelo operador na orientação inicial dos animais. Na prática, após deixar o animal descansar dentro da gaiola de transporte por 1 hora, as quatro paredes da gaiola foram levantadas simultaneamente através de uma corda acoplada a um sistema de roldanas acionadas por um operador localizado a 10 m do animal, um esquema similar àqueles realizados em outros estudos (Forero-Medina e Vieira 2009; Prevedello et al 2010).

Para verificar o comportamento espacial dos animais após translocação, a localização destes foi obtida em período diurno, diariamente, durante 10 a 12 dias após a translocação, tempo que foi percebido ser suficiente para conhecer se eles tiveram uma imediata tendência de voltar ao seu local de origem ou não. No total, foram obtidas 10 a 12 localizações por animal (Tabela 1) (Figura 2). Após este período, os animais não orientados (animais que não voltaram ao ponto de captura) foram devolvidos ao seu local de origem.



Figura 2. Fotos do ouriço-preto durante o monitoramento diurno após translocação. A. Observação do animal em repouso. B, C e D. Momentos em que foi observado o animal se deslocando. (Fotos: Jean H.)

Todas as atividades desta pesquisa foram realizadas com a autorização do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio; nº 27021-6) e da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA: nº 019/16), bem como respeitando os protocolos da Sociedade Americana de Mastozoologistas (Sikes et al. 2011) e sobre os cuidados de um médico veterinário.

1.4. Caracterização e medidas dos abrigos

Foram coletadas e registradas as características das árvores e abrigos onde os animais foram encontrados, seguindo método descrito por Barros (2012) e Giné (2009). Tais características foram: área basal (calculada a partir da circunferência à altura do peito ($\pm 1,3\text{m}$; CAP); altura da árvore e da primeira bifurcação (medidas com clinômetro e anulando o fator declividade seguindo Silva e Neto, 1979); número de cipós na árvore (contando apenas aqueles que atravessavam a altura de 1,3 m e que possuíam > 1 cm de diâmetro); grau de infestação de cipós na copa (porcentagem de cipós cobrindo a área externa da copa); número de árvores conectadas (árvores adultas fisicamente conectadas com a árvore ocupada pelo animal, contabilizando apenas aquelas com $\text{CAP} \geq 30$ cm), e tipo de abrigo utilizado pelo animal (bromélia, emaranhado de cipós, folhas de palmeiras e vegetação densa da copa, caso nenhuma

obstrução de vegetação foi observada a menos de 1 metro do animal, este foi considerado “exposto”). Adicionalmente, foi registrada a altura do animal (com clinômetro), sua visibilidade (visível ou não), e a ocorrência de obstruções de vegetação acima (superior), ao lado (laterais) e abaixo do animal (inferior), considerando para isso a distância até aproximadamente 1 metro do animal.

Os tipos de abrigos foram classificados quanto a sua qualidade, de acordo com a quantidade de obstruções (superior; superior e lateral; superior, lateral e inferior), a visibilidade do animal (não visível) e as maiores alturas que o animal foi encontrado (>8 m) (Figura 3). Foram considerados os abrigos de maior qualidade, aqueles com maior número de obstruções, maior número de vezes em que o animal foi não visualizado e que permitiam os animais ficarem em maiores alturas.

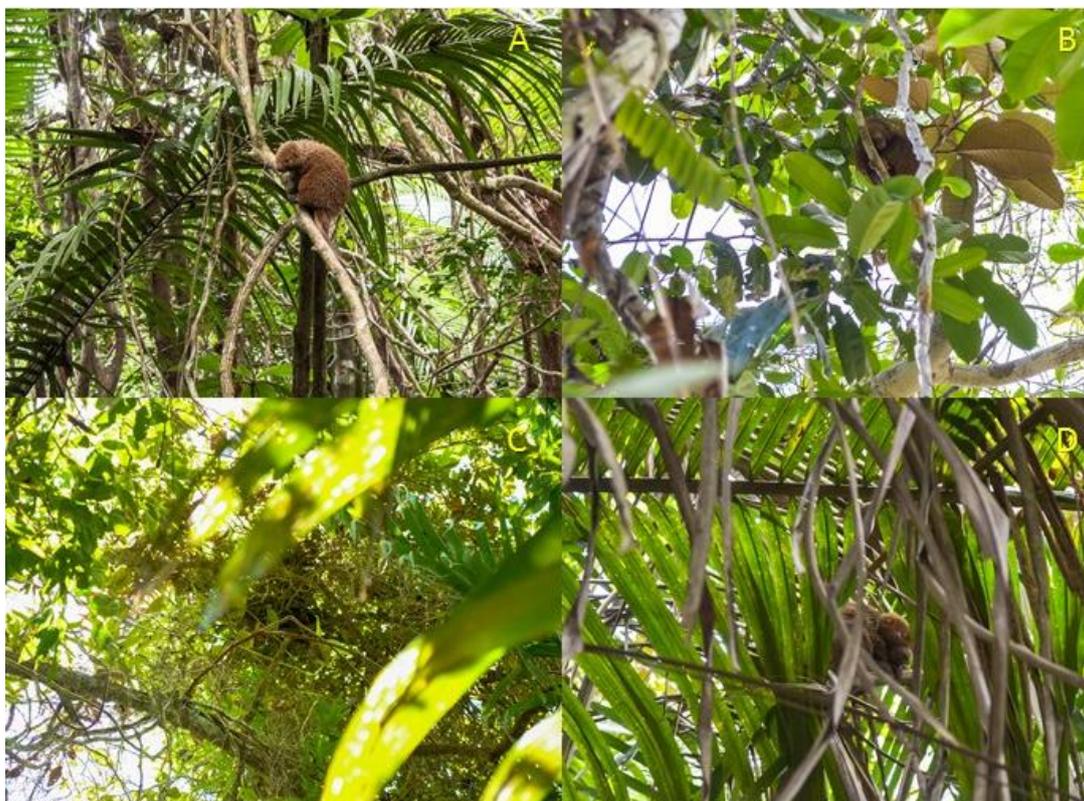


Figura 3. Fotos dos ouriços preto observados nos respectivos abrigos durante o monitoramento. A. Exposto. B. Dossel. C. Baceiro. D. Palmeira. (Fotos: Jean H.)

1.5. Parâmetros e análise de dados

Trajétoria após translocação

Baseado nos pontos de localização coletados diariamente durante a movimentação dos animais após a translocação, foram estimados os seguintes parâmetros de suas trajetórias: distância do animal ao local de origem (R_n); ângulo absoluto (em graus) da trajetória diária em relação ao local de origem (β) e; distância diária percorrida (DDP) (que é baseado na somatória das distâncias entre os pontos diários). Para isso, foi utilizado os pacotes `adehabitatHR` e `moveHMM` do programa R (Figura 4).

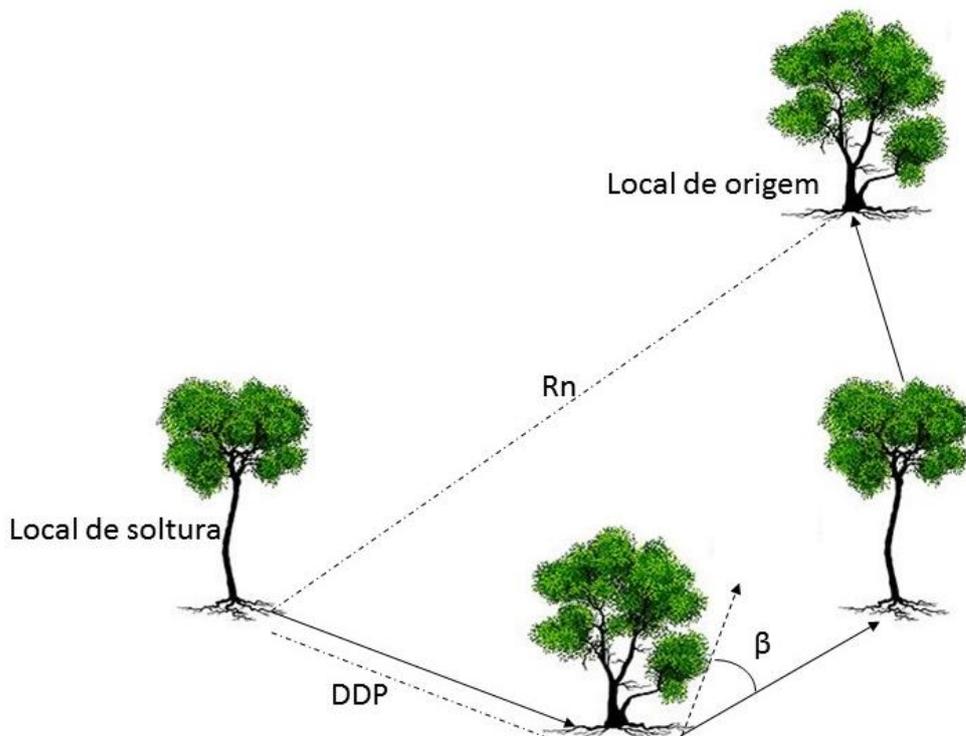


Figura 4. Esquema dos parâmetros coletados diariamente durante a movimentação dos animais após a translocação.

Primeiramente, foi plotada a trajetória do animal em mapa a fim de mostrar sua trajetória do local de soltura após translocação em relação ao ponto de origem (centro da área de vida MPC), bem como, foi avaliada a evolução da variável R_n ao longo do tempo. A evolução da R_n permite avaliar se o animal regressou ao local de origem ($R_n \sim \text{zero}$) a partir do ponto que foi solto ($R_n \sim 500\text{m}$), bem como, se este estabilizou sua área vida ao longo do tempo ($R_n \sim \text{constante}$).

Posteriormente, foi avaliado se houve diferença da média dos ângulos relativos (β), tomados por cada animal diariamente, em relação ao ângulo do seu ponto de origem (zero) utilizando o programa Oriana. Então, foi utilizado este programa para testar a uniformidade dos dados, a fim de identificar a probabilidade de estar havendo uma direcionalidade no movimento. Para isso realizamos o teste de *Rao's spacing test* (U), que é baseado na ideia da distribuição uniforme, em que os ângulos observados estarão espaçados em aproximadamente $360/n$ (n é o número de ângulos obtidos) caso não haja uma direcionalidade no movimento (hipótese nula), pelo contrário, admite-se que o movimento foi direcional.

A fim de avaliar qual a chance dos animais regressarem ao ponto de origem ao acaso, foi estimada a probabilidade dos animais alcançarem a área de origem (área de vida) deslocando-se aleatoriamente. Para isso foram simuladas 10000 trajetórias aleatórias (*correlated random walk*) para cada animal, utilizando um similar esforço da trajetória observada para cada indivíduo e foi aleatorizado os demais parâmetros da trajetória (ângulos relativos de virada e tamanho de passos). Foi utilizado um mapa digital (*shape*) de vegetação florestal (habitat) para informar a área por onde o animal pode se alocar ou não no final de cada passo. Na prática, o processo se deu da seguinte forma. A partir do ponto de soltura, foi aleatorizado um primeiro passo (com parâmetros aleatórios definidos dentro de distribuições estimadas). Se o ponto no extremo do passo da trajetória (vértice) fosse alocado fora do habitat (floresta), automaticamente um novo passo foi aleatorizado iterativamente até este ser aceito, ou seja, alocado dentro do habitat florestal. Em seguida, um novo passo a partir do novo ponto foi aleatorizado e assim sucessivamente, até completar o número de passos estipulados (número de passos da trajetória original do animal), ou até atingir a área de origem (área de vida). Desta forma foi estimada a probabilidade da trajetória alcançar a área de vida. As simulações foram feitas com o programa R, usando o pacote *spatstat* (programação disponível no Apêndice). Para simular tamanhos de passos aleatórios, foi utilizado um parâmetro escalar estimado através de uma função construída para tal finalidade (por Dr. Pavel Dodonov), a qual se assemelha a função *simmm.crw*, do pacote *adehabitatLT* do programa R. Esta função simulou uma distribuição qui-quadrado e multiplicou por um parâmetro h , que foi definido como a variância dos tamanhos de passo originais. A partir desta distribuição, um tamanho de passo foi aleatoriamente obtido. Para aleatorizar os ângulos de virada foi utilizada a função *est.rho* para o parâmetro de concentração da estimativa

(dispersão dos dados) usando uma distribuição normal *wrapped*, e a função *circ.mean* para a direção média.

Seleção e uso diferencial de abrigos

Por fim, com o intuito de saber se houve seleção diferencial dos animais durante suas atividades de rotina (dentro de suas áreas de vida) por alguma característica presente nas árvores usadas como abrigo, bem como se houve alguma diferença nas características das árvores usadas pelos animais antes e após a translocação, foi feita primeiramente uma análise de Componentes Principais (PCA). Após isso, caso os componentes oriundos dessa análise sejam diferente, foi utilizado o teste de PERMANOVA para saber se a diferença foi realmente significativa. Em seguida, os dois primeiros eixos da PCA que mais explicam a variação dos dados foram usados em um Modelo linear generalizado (GLM) com distribuição binomial para saber quais eixos contribuíram para explicar a seleção diferencial de árvores usadas como abrigo e não usadas, bem como entre as árvores usadas como abrigos antes e após a translocação. Esses dados foram codificados como uma variável binária: 0 para abrigos que foram usados e 1 para aqueles abrigos não usados (disponíveis), assim como para comparar abrigos pré e pós-translocação (0 para abrigos pré translocação e 1 para abrigos pós translocação). Já em relação ao tipo de abrigo e a qualidade do mesmo foi realizado um teste de qui-quadrado, para saber se houve diferença nos tipos de abrigos usados, sendo emaranhado de cipós (Baceiro), folhas de palmeira (Palmeira), proteção do dossel (Dossel), bromélia (Bromélia) e totalmente exposto (Exposto), pelos animais antes e após a translocação e se houve mudança no uso de árvores com abrigos de qualidade após translocação.

Resultados

Trajetória após translocação

O gráfico de evolução do parâmetro R_n (Figura 5) ao longo do tempo indicou que três dos quatro indivíduos (ID48, ID66 e ID36) retornaram a sua área de origem (área de vida) entre 6 e 11 dias, sendo que dois deles (ID48 e ID36) chegaram no ponto de origem (valores de R_n próximos a zero) em menos de 12 dias. Por outro lado, tal resultado indica que o indivíduo ID86 não retornou a sua área de origem no período de 12 dias. A curva deste animal foi estabilizada no terceiro dia (aproximadamente a 385 metros do local de origem) sugerindo que o animal se estabeleceu em uma nova área a

partir desse momento, pois não houve uma relevante aproximação ou distanciamento ao seu local de origem após o terceiro dia. O deslocamento dos animais ID36 e ID66, os quais retornaram ao local de origem, não foi totalmente direcional, uma vez que são observados picos no gráfico de evolução, sugerindo movimentos de ida e volta antes de chegar a seu local de origem.

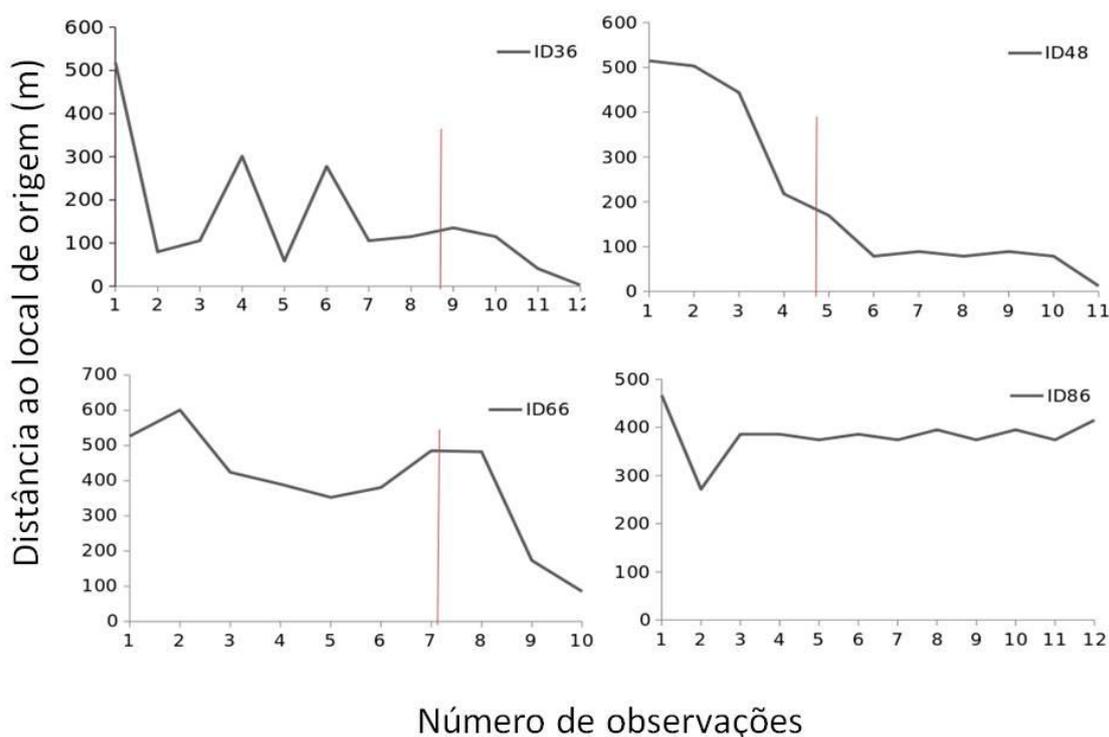


Figura 5. Evolução da movimentação de quatro ouriços-pretos translocados a 500 m de seu local de origem, mostrando como a distância ao local de origem (R_n) variou ao longo do tempo e o exato momento em que alguns animais entraram nos limites de sua área de vida (linha vertical).

A trajetória feita pelos animais durante o deslocamento é apresentada na Figura 6. É possível identificar que o animal ID86 permaneceu em uma área próxima à borda da floresta durante o período estudado, não retornando a sua área de origem. Entre os animais que retornaram, com exceção do animal ID36, os demais (ID48 e ID66) predominantemente repousaram durante o dia em locais próximos a borda da floresta (ver vértices da trajetória), com as trajetórias nitidamente acompanhando em alguns momentos o contorno deste habitat. Ainda, foi observado (Figura 6) que o deslocamento do animal ID66 não se limitou às áreas de floresta, atravessando uma distância de aproximadamente 150 m, os quais 90 m foram de área aberta recém queimada e 60 m de

área aberta de plantio de abacaxi. Entretanto, o repouso foi sempre realizado em área florestal. Os indivíduos percorreram um total de 2.452,0 m (ID36; 204 ± 164 m/dia), 1.989,0 m (ID48; 180 ± 143 m/dia), 1.957,0 m (ID66; 194 ± 161 m/dia) e 1.365,0 m (ID86; 113 ± 123 m/dia) após a translocação.

Os diagramas de orientação (Figura 6) indicaram que o ângulo relativo médio dos indivíduos ID48 ($1,535^\circ$), ID36 ($357,842^\circ$), ID66 ($349,341^\circ$) e ID86 ($291,643^\circ$) ao seu local de origem foi estatisticamente igual a zero, uma vez que o intervalo de confiança (IC 95%) dos ângulos relativos médios incluiu o valor zero. Em outras palavras, este resultado indica que estes indivíduos em geral se orientaram e navegaram diariamente para o seu local de origem. Mesmo os ângulos do indivíduo que não retornou ao local de origem (ID86) indica que seus deslocamentos foram predominantemente direcionado ao seu local de origem.

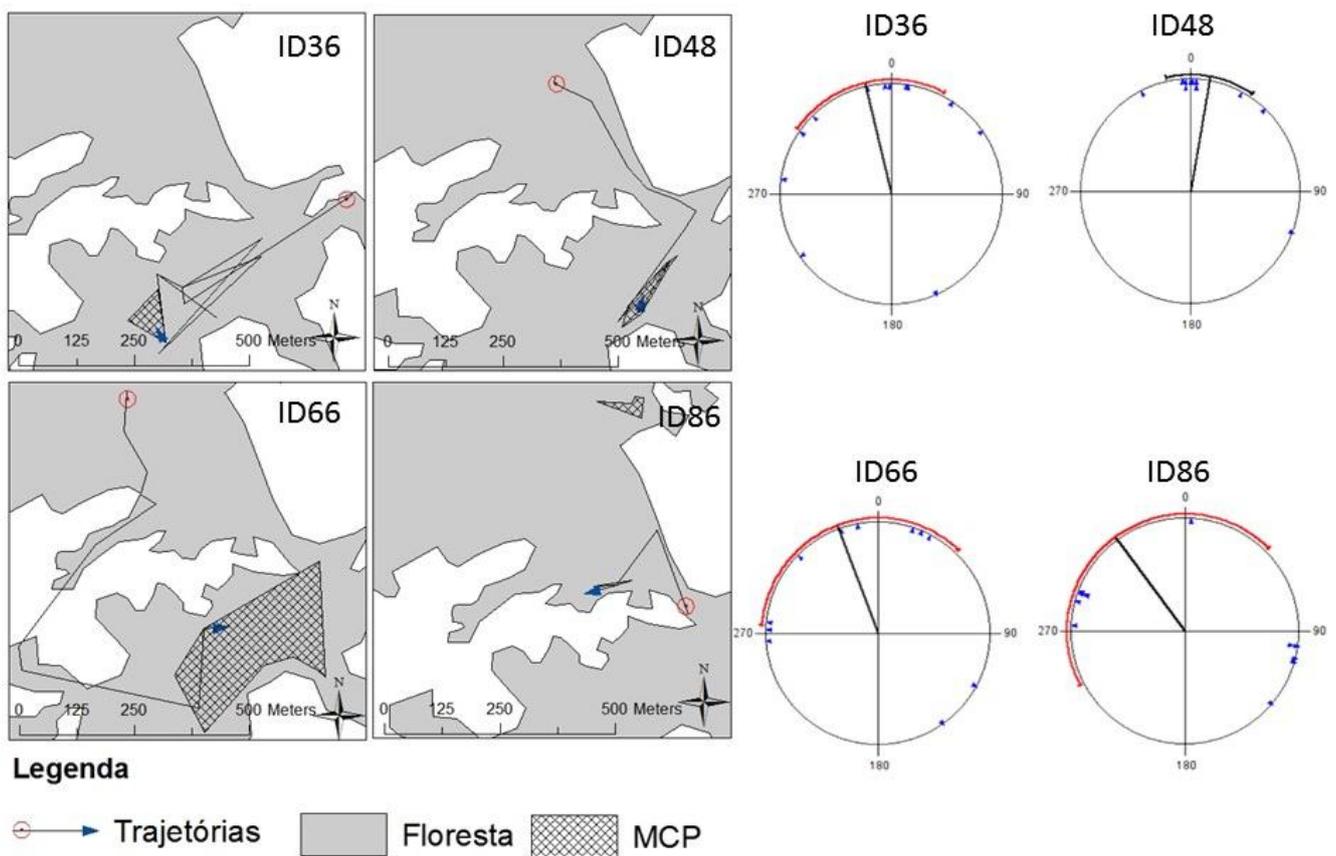


Figura 6. Trajetória e orientação do deslocamento de quatro ouriços-pretos em um fragmento de Mata Atlântica do município de Ilhéus (Bahia) após serem transportados e soltos a 500 m de seu local de origem. O polígono gradeado representa a área de origem (área de vida) de cada animal estimada pelo Mínimo Polígono Convexo (MPC100%). A linha com seta representa o sentido da trajetória de cada animal. Na parte interna do diagrama de orientação (círculos do lado direito da figura), a linha preta representa o ângulo relativo médio de toda a trajetória de cada animal. Na parte externa a linha vermelha e preta representa o intervalo de confiança (95%) dos ângulos

relativos das trajetórias de cada animal. O valor zero representa a direção para o local de origem de cada animal (centro da área de vida) e cada ponto interno (pontos azul) representa o ângulo relativo da direção diária tomada em relação ao local de origem (em graus).

O teste de espaçamento de Rao (*Rao's Spacing Test*) indicou que os ângulos médios de virada dos indivíduos ID48 e ID86 foram estatisticamente diferentes do esperado se a sua distribuição fosse uniforme (Tabela 2), sugerindo uma significativa orientação no deslocamento realizado por estes animais. Ou seja, tanto o animal que voltou para o local de origem (ID48), como aquele que não voltou (ID86; Tabela 2) tiveram movimentos bastante direcionais (independente se foi para o local de origem ou não). Por outro lado, o animal ID66 e ID36 apresentaram ângulos de virada relativos não diferentes da distribuição uniforme.

Tabela. 2. Estatística básica dos ângulos analisados dos três ouriços-pretos que retornaram, estudados em Ilhéus com ênfase nos dois indivíduos que tiveram seus valores do teste de espaçamento significativo.

Variável	ID36	ID48	ID66
Número de observações	12	11	11
Média	357,84°	1,53°	3349,34°
Vetor Médio (r)	0,54	0,843	0,404
Variância Circular	0,460	0,157	0,596
Rao's Spacing Test (U)	134	225	151
Rao's Spacing Test (p)	>0,05	< 0.01	>0,05

A simulação de trajetórias aleatórias mostrou uma probabilidade baixa (<0.02) que dois indivíduos (ID48 e ID66) (Tabela 3) tenham retornado a sua área de origem fazendo deslocamentos aleatórios, indicando, portanto, um deslocamento orientado. Por outro lado, para o ID36 as chances de retornar a área de vida fazendo movimentos aleatórios foi de 0.056, uma chance ainda baixa, mas que estatisticamente pode ser considerado plausível que este animal tenha retornado ao local de origem por ter feito deslocamentos aleatórios.

Tabela. 3. Simulação de trajetórias para quatro ouriços-pretos, assumindo deslocamento aleatório utilizando 10.000 simulações.

ID	Não retornou (%)	Retornou (%)	P
36	94,4	5,6	0,056
48	98,8	1,2	0,012
66	98,8	1,2	0,012
86	99,0	1,0	0,010

Seleção e uso diferencial de abrigos

Os ouriços utilizaram predominantemente os abrigos diurnos do tipo emaranhados de cipós (45,45%) e folhas de palmeira (45,45%), seguido de bromélia (4,5 %) e totalmente exposto (4,5 %) ($x^2 = 11,435$; $gl = 4$; $p < 0,005$). Além de ser muito utilizado pelos ouriços, os emaranhados de cipós esconderam melhor os animais com a baixa taxa de visualização e apresentaram uma quantidade maior de obstruções em relação aos outros abrigos (Tabela 4). O uso predominante dos emaranhados de cipós foi observado para o animal pré e pós translocado ($x^2 = 29,6$; $gl = 4$; $p < 0,005$) (Tabela 4). Não houve diferença no tipo de abrigo mais utilizado entre o animal pré e pós translocado ($x^2 = 6,1$; $gl = 4$; $p > 0,05$).

Tabela 4. Caracterização da qualidade dos tipos de abrigo usados pelo ouriço-preto antes e após a translocação. Os tipo de abrigo foram: baceiro (emaranhado de cipó); palmeira (protegido por folhas de palmeira); dossel (protegido por folhas da copa de árvores); exposto (sem proteção evidente). As características avaliadas foram: número de vezes que o animal não estava visível (não visível), número de abrigos com uma, duas e três obstrução (máximo 3: lateral, inferior e superior), e altura da árvore (número de arvores a cima de 8 m), resultando na média (média das características avaliadas), do desvio padrão (DP) e a porcentagem (%).

	N de Obstruções			Não-visível	Altura	Total	Média	DP	%
	III	II	I						
Pré-translocado									
Baceiro	44	17	8	11	4	84	16,8	15,927	58,333
Palmeira	1	28	12	2	8	51	10,2	10,917	35,416
Bromélia	0	0	1	1	0	2	0,4	0,5477	1,3888
Dossel	0	1	2	1	0	4	0,8	0,8366	2,7777
Exposto	0	0	3	0	0	3	0,6	1,3416	2,0833
Total	45	46	26	15	12	144			
Pós-translocado									
Baceiro	11	6	2	13	8	40	8	4,3011	27,777
Palmeira	1	14	4	5	5	29	5,8	4,8682	20,138
Bromélia	0	3	2	3	12	20	4	4,6368	13,888
Dossel	0	0	3	0	3	6	1,2	1,6431	4,1666
Exposto	0	0	1	2	1	4	0,8	0,8366	2,7777
Total	12	23	12	23	29	99		$x^2=29,6153$; $df=4$; $p<0,005$	

Na análise de Componentes Principais (PCA), o primeiro (42,86) e segundo (22,28) eixos explicaram juntos 65,14% da variação entre as características dos abrigos dos animais. É possível visualizar na figura 4 que esses componentes em ordenação no espaço, associada às variáveis analisadas, indicou uma possível seleção de árvores com

maior quantidade e grau de infestação de cipós para o repouso diurno durante suas rotinas realizadas dentro de suas áreas de vida, ou seja, antes de serem translocados (Figura 7.A). Na análise de seleção dos modelos GLM o eixo PC1 foi aquele que melhor explicou a diferença no uso das árvores, tanto a diferença entre as usadas e não-usadas, como a diferença entre aquelas usadas antes e após a translocação. (Tabela 5).

Tabela 5. Resultado da seleção de modelos criados para explicar a diferença nas características entre o entre os abrigos usados e não usados, pré e pós translocação.

Usado vs não-usado	dAICc	Df	Weight
PC1	0	2	0.74
PC1 + PC2	2.1	3	0.26
Modelo nulo	24.5	1	<0.001
PC2	26.4	2	<0.001

Pré vs pós translocação			
PC1	0	3	0.71
PC1+PC2	1.8	2	0.29
Modelo nulo	17.5	1	<0.001
PC2	19.2	2	<0.001

Utilizando os componentes, resultado da PCA, na Análise Avançada de Dados multivariados (PERMANOVA), foi observado que há uma diferença significativa ($p = 0.0001$) entre os abrigos que foram usados e não usado sendo os mais usados os emaranhados de cipós (Baceiro) e os locais cobertos por folhas de palmeira (Folhas de Palmeira). Dessa mesma forma, ao comparar as características das árvores usadas como abrigo diurno pelos animais, antes e após a translocação, os resultados indicaram que os ouriços após a translocação utilizaram árvores com uma quantidade e porcentagem menor de cipós para se abrigar do que usavam dentro de sua área de vida (Tabela 5) (Figura 7.B). Assim como as análises realizadas para os indivíduos comparando o usado com o não usado foi usado dois componentes (PC1 e PC2) que juntos explicam 62,3% da variação entre as características dos abrigos. Não muito diferente, análise de GLM também mostrou que o eixo PC1 foi o que explica melhor a seleção de árvores dentro da área de vida, ou seja, os animais preferem abrigos mais infestados de cipós.

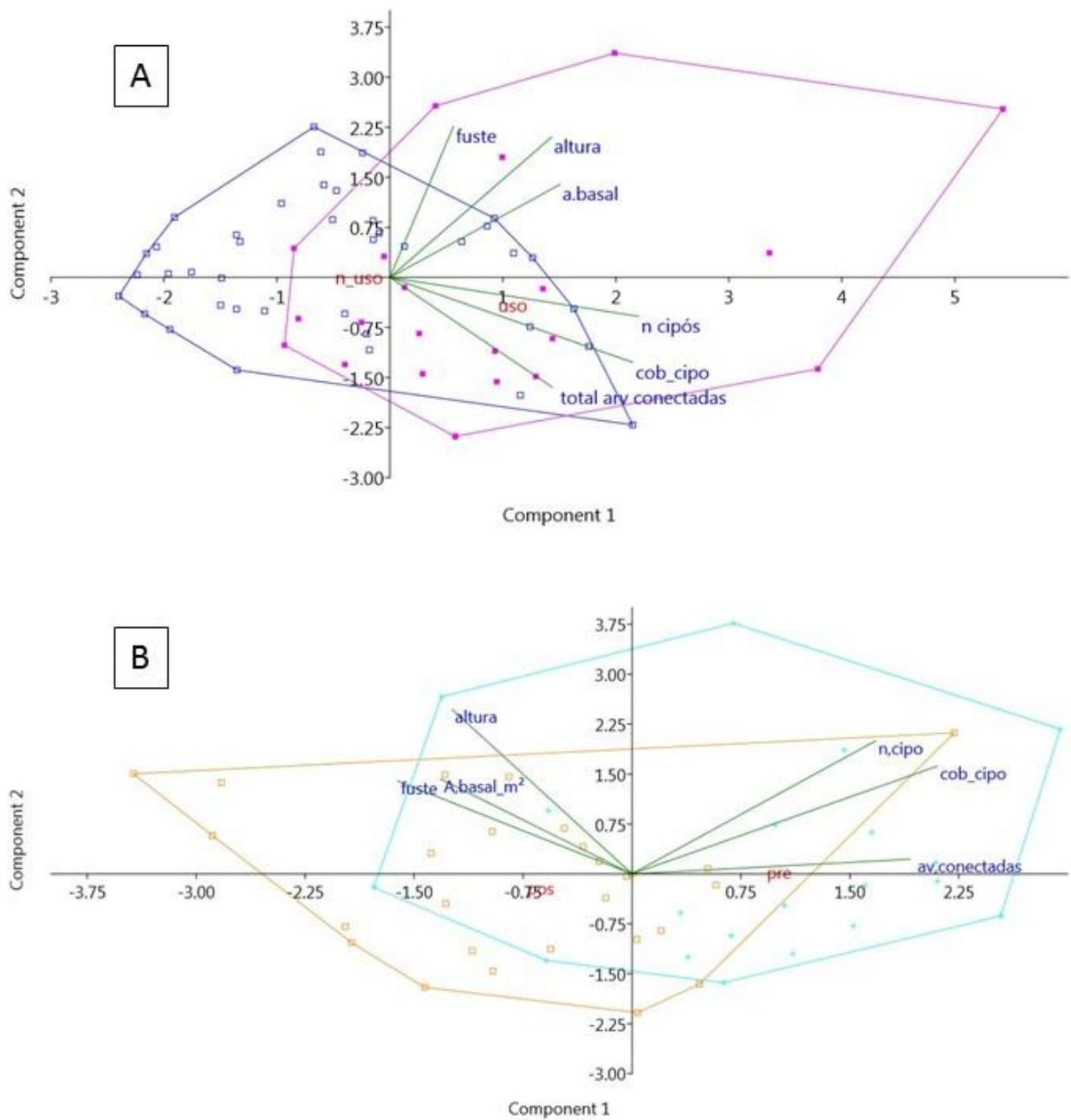


Figura 7. Resultados da análise de componentes principais (PCA) mostrando a separação no eixo 1 e 2 das características dos abrigo usado vs não usado pelo ouriço-preto (A), bem como, usado pelos ouriços-preto antes vs após a translocação (B). Em A, o polígono rosa incluem os abrigos usados e o polígono azul os abrigos não-usados. Em B, o polígono azul representa os abrigos usados antes da translocação e o amarelo representa os abrigos usados após a translocação.

Discussão

Este é o primeiro estudo que mostra que os ouriços-pretos podem apresentar um comportamento *homing* após serem translocados a uma curta distância (500 m) de suas áreas de vida, sendo capazes de se orientar para retornar as suas áreas de origem. Os resultados indicam que ao menos 2 animais (1 macho e 1 fêmea) exibiram incontestavelmente o comportamento *homing* e realizaram uma trajetória orientada para regressar a sua área de vida. Por outro lado, o presente estudo sugere também que alguns animais podem não retornar e não descarta a possibilidade de que estes podem se fixar em um novo local com sucesso, estabelecendo uma nova área de vida. Tal situação pode ter ocorrido com o animal ID86 e tem sido sugerida em outros estudos (Barros 2012; Chiarello et al. 1997; Zortéa e Brito 2010). Adicionalmente, foi observado que após a translocação, os animais utilizam abrigos de pior qualidade, ou seja com menor número de cipós, sugerindo que estes ficam mais expostos ao risco de predação após soltos em áreas não-familiares.

Algumas questões durante o estudo do movimento devem ser respondidas ou questionadas (Nathan et al. 2008). Essas questões estão relacionadas ao “porque” (estado interno do indivíduo, por exemplo a necessidade de se alimentar (fisiológico) ou fuga de predadores (neurológico)), “para onde” (capacidade de navegação, por exemplo localizar determinado alimento, abrigo ou parceiro sexual) e “como” (capacidade do movimento, por exemplo voar ou caminhar) se mover. Além disso, um quarto fator que pode influenciar na movimentação são os fatores externos ao indivíduo (Nathan et al. 2008).

Foi observado no período de monitoramento que três indivíduos apresentaram um deslocamento direcionado à sua área familiar já nos primeiros dias de acompanhamento pós-translocação. Particularmente, a orientação inicial dos ouriços-pretos foi mais rapidamente direcionada ao local de origem do que aquela apresentada por outras espécies animais (incluindo roedores) translocadas previamente em área não-familiar. Isto porque os ouriços mostraram no segundo ou terceiro dia uma orientação voltada à área original, enquanto que alguns roedores estudados por Alyan and Jander 1994; como *Mus musculus*, *Rattus norvegicus*, *Mesocricetus auratus* e *Meiores ungliculates* e outros animais como os esquilos (Bovet 1984: *Tamiasciurus hudsonicus*), javalis Selvagens (Lozan 1980) e cães translocados (Mfiller 1965) não seguem de imediato uma real direção para área de origem pós-soltura. Não se sabe ao certo como o

ouriço se orienta tão rapidamente ao local de origem. Trabalhos realizados com outros roedores mostram uma orientação na forma visual (Etienne et al. 1990; Alyan and Jander 1994; Kimble e Whishow 1994), química (Arens 2003), por meio da estrutura do ambiente (Alyan and Jander 1994; Etienne et al. 1990) ou pelo campo magnético (Mather 1885). Além disto, Alyan and Jander (1994) mostrou que até mesmo em roedores hipocampectomizados (retirada do hipocampo, região associada a navegação e orientação em mamíferos) a navegação visual foi observada. Contudo, é possível que a percepção do ouriço e sua orientação seja principalmente complementada pelo faro, assim como é observado no porco espinho *Erethizom dorsatum* (Foresman 2012; LI et al. 1997; March e Golebiowski 2014).

Apesar de observar que a orientação de todos os indivíduos foi voltada para área de origem, apenas três dos quatro indivíduos efetivamente retornaram, e para dois deles se tem certeza de ter sido por movimento orientado. Aparentemente esta capacidade de orientação e retorno ao local de origem está pouco relacionada ao sexo, visto que tanto fêmeas ($n = 1$) quanto machos ($n = 1$) apresentaram tal habilidade de fazer movimentos orientados. De fato, poucos são os estudos que mostram esta relação entre o sexo do animal com o retorno a área de origem. Há apenas evidências dessa relação a respeito da velocidade de retorno ser diferente entre os sexos para algumas espécies, sendo atribuída esta questão à territorialidade e agressividade do animal (Sato et al. 1997; Hayashida et al. 2013; Oliver et al. 1998). Outro fator interno que pode ser relacionado ao comportamento de retorno é a idade do animal, sendo que aparentemente no presente estudo o indivíduo que não retornou era mais jovem que os demais. Não é possível afirmar com segurança este fato, mas a cauda do indivíduo apresentava mais pêlos, o que pode ser um sinal de jovialidade na espécie (Giné, comun. pessoal). Indivíduos mais jovens pode ter maior flexibilidade em se estabelecer em um novo local. Na literatura já descrita, a maioria dos trabalhos encontrados relacionando a idade com o *homing* são para espécies migratórias, como por exemplo juvenis de elefante marinho (Oliver et al. 1998) e de pombos (Edrich e Keelon 1977) que retornaram ao local de origem. Porém, a literatura apresenta apenas dados para espécie migratórias em relação a idade com o comportamento de retorno.

No nosso estudo assumimos que os animais estavam em um ambiente semelhante, pois foram soltos no mesmo fragmento. Entretanto, não descartamos a ideia de que diferenças nas características da vegetação encontrada pelos animais dentro dos

fragmentos tenham resultado nas diferenças encontradas nas trajetórias dos animais e retorno ao local de origem. Ao analisar as trajetórias individuais dos ouriços que retornaram, o único indivíduo que encontrou dificuldades em chegar ao local de origem foi o ID66 que atravessou uma pequena distância de matriz mesmo não sendo comum tal comportamento para a espécie, sendo observado em poucas ocasiões (Giné 2009). Por outro lado, mesmo não encontrando nenhuma dificuldade de retornar o ID86 não chegou ao local de origem.

Durante o monitoramento os ouriços se deslocaram com maior frequência pela borda ao retorno. Tal comportamento foi também observado por Giné et al. (2015), que mostrou que existe preferência dos ouriços por esses ambientes devido à adequação que as bordas conferem para suas atividades de repouso diurno e deslocamento. Além disso, estas áreas de borda conferem uma maior proteção aos ouriços pela maior quantidade de cipós (Giné et al. 2015), sendo uma característica evidente neste trabalho quanto a qualidade do abrigo e sua preferência. Também, próximos a borda dos remanescentes em geral concentram-se as principais espécies da alimentação do ouriço-preto, como por exemplo *Inga thibaudiana*, *Balizia pedicellaris*, *Pera glabrata* e outras da família Fabaceae (Giné et al. 2012). Mesmo o indivíduo que não retornou, procurou estar associado a tal ambiente, corroborando com os resultados de Giné et al. (2015) de que os animais preferem ambientes de borda para suas principais atividades.

A preferência por árvores com um número elevado de cipós para abrigos foi observada no presente estudo, também foi relatada em vários estudos anteriores com a espécie em questão (Barros 2012; Giné 2009; Giné et al. 2010; 2012; 2015). O ouriço normalmente utiliza esses ambientes para proteção (Chiarello et al. 1997; Giné 2009; Giné et al. 2012; Oliveira et al. 2011) contra elementos climáticos (Giné et al. 2015) ou para fugir da orientação visual dos predadores (Einsenbergl 1978; Giné et al. 2015; Oliveira et al. 2011). Isto porque, sua coloração se assemelha ao ambiente com uma quantidade maior de cipós, deixando-o críptico no abrigo (Giné et al 2012; Oliveira et al. 2011; Solto-Lima et al. 2010). Mesmo durante o dia, a espécie pode se passar facilmente despercebida, principalmente quando está dentro de emaranhados de cipós (Giné et al. 2012, 2015). Assim, os resultados do presente trabalho indicaram que após a translocação os animais não usam abrigos com a mesma qualidade daqueles abrigos usados dentro de suas áreas de vida, especialmente árvores com alta infestação de cipós, consideradas de alta qualidade. Os abrigos usados após translocação possuíam em geral

uma quantidade menor de obstruções, deixando o animal mais exposto, e provavelmente mais suscetível a predadores e agentes abióticos. É provável que os indivíduos tenham dificuldade para encontrar abrigos disponíveis com qualidade similar de habitat porque não estão familiarizados com o novo ambiente, principalmente quando existe uma grande variação espacial na localização de abrigos de qualidade dentro de uma mesma floresta.

Ficou evidente no presente trabalho, que a espécie apresenta uma possível adaptação a ambientes perturbados como é observada em outros estudos (Chiarelo et al. 1997; Oliveira et al. 2011; Zortea e Brito 2010). Além disso, alguns trabalhos já demonstraram translocações bem sucedidas para a espécie (Barros 2012; Chiarelo et al. 1997; Zortea e Brito 2010). Logo, para o sucesso no manejo de translocação todas essas características descritas, como por exemplo o seu comportamento de retorno e o uso de abrigos devem ser levados em conta.

Conclusões para o manejo de conservação

Nosso estudo mostrou que ouriços-pretos apresentam a tendência de voltar ao seu local de origem e, para isso possuem a capacidade de se orientar, embora possam haver diferenças individuais. Também mostrou que os ouriços-pretos após terem sido translocados e soltos em ambientes não-familiares utilizam abrigos com menor infestação de cipós, o que pode lhes conferir menor proteção e pode deixar estes mais expostos as intempéries e a predadores. Nesse sentido, para um melhor manejo da espécie, a translocação deve necessariamente ser assistida, até haver indicativos que o animal se estabeleceu em um local. Por fim, não é recomendada a translocação de animais a curtas distâncias, tais como ≤ 500 m, se o objetivo é afastar os animais de áreas de risco ou conflito.

Conclusões gerais

Este estudo gerou importantes conclusões acerca do comportamento de retorno do ouriço preto:

1. Os ouriços possuem comportamento *homing* e capacidade de se orientar para retornar a área de vida inicial quando são translocados e soltos a uma distância de 500 m, dentro do mesmo fragmento, conseguindo inclusive atravessar pequenos trechos de matriz durante a trajetória. No entanto, os abrigos escolhidos durante o trajeto não apresentam

a mesma qualidade daqueles utilizados dentro da área de vida inicial, podendo conferir menor proteção aos animais quando em ambiente não-familiar. Assim, o manejo de translocação deve ser feito com cautela para a espécie, de forma assistida e levando em consideração seu comportamento *homing* e capacidade de orientação.

2. Dentro dos remanescentes florestais os ouriços preferem árvores com uma maior infestação de cipós para o repouso. Durante o deslocamento feito após a translocação, os ouriços utilizam mais a região de borda, áreas com maior complexidade estrutural e que, portanto, podem conferir uma maior proteção para os indivíduos e facilitar seu deslocamento, assim como onde podem encontrar emaranhados de cipós para se abrigar e as principais espécies de árvores usadas em sua dieta.

Referências

- Ação Civil Pública – Bahia: MPF – PP nº 1.14.001.000416/2017-23 e ICPs nº 1.14.001.000391/2014-15 e nº1.14.001.000465/2014-13 / MPE – ICP nº 001.0.155502/2009 <Disponível em: http://www.mpf.mp.br/ba/sala-de-imprensa/docs/acp_mpf-e-mpba_compensacaoporto-sul_12-09-2017.pdf>. Acessado em: 10, Fev. 2018.
- Alyan S, Jander R (1994) Short-range homing in the house mouse, *Mus musculus*: stages in the learning of directions. *Anim Behav* 48:285–298
- Amorim, A.M., Thomas, W.W., Carvalho, A.M.V., Jardim, J.G. (2008). Floristics of the Una Biological Reserve, Bahia, Brazil. *Mem. New York Bot. Gard.* 100:67-146.
- Bahia, R. S. (2010). Ecodesenvolvimento no sul da Bahia: *Uma visão de futuro muito além do Porto Sul*.
- Barros E. H. (2012). *Área de uso e seleção do habitat pelo ouriço-preto (Chaetomys subspinosus) (olfers 1818) (rodentia: erethizontidae) no sul da Bahia: a influência da estrutura florestal sobre o uso do espaço*. (Master degree dissertation, Universidade Estadual de Santa Cruz)
- Boles, L. C. and Lohmann, K. J. (2003). True navigation and magnetic maps in spiny lobsters. *Nature* 421, 60-63
- Bovet, V. J. (1960). Experimentelle Untersuchungen fiber das Heimfindevermgen von Musen. *Z. Tier- psychol.*, 17, 728-755.
- Câmara, I. G. (2005). *State of the Hotspots - Mata Atlântica: Biodiversidade, Ameaças e Perspectivas - Breve história da Conservação da Mata Atlântica*. Parte II, Cap. VI. P. 31. Belo Horizonte.
- Catzefflis, F., Patton, J., Percequillo, A., Bonvicino, C.R. & Weksler, M. (2017). *Chaetomys subspinosus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T4366A22213335.<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20172.RLTS.T4366A22213335.en>. Downloaded on **16 February 2018**.
- Chiarello, A. G. (1998). Diet of the Atlantic forest maned sloth *Bradypus torquatus* (Xenarthra: Bradypodidae). *Journal of Zoology*, 246(1), 11–19.
- Chiarello, A. G., M. Passamani, and M. Zortéa. (1997). Field observations on the thin-spined porcupine, *Chaetomys subspinosus* (Rodentia; Echimyidae). *Mammalia* 61:29–36.
- Chiarello, A.G., Aguiar, L.M.S., Cerqueira, R., Melo, F.R., Rodrigues, F.H.G., Silva, V.M.F., (2008). Mamíferos Ameaçados de Extinção no Brasil. In: Machado, A.B.M., Drummond, G.M., Paglia, A.P. (Eds.), Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. MMA/Fundação Biodiversitas, Brasília and Belo Horizonte, pp. 680–874.
- Consorte-mccrea, A., Bernardo, C. S. S., & Ruiz-Miranda, C. R. (2014). *Diretrizes Para Reintroduções e outras Translocações para fins de Conservação*, 59.
- Cook, S. B. (1969). Experiments on homing in the limpet *Siphonaria normalis*. *Animal Behaviour*, 17(4), 679–682.
- Creaser, E. P., & Travis, D. (1950). Evidence of a Homing Instinct in the Bermuda

- Spiny Lobster. *Science*, 112(3), 169–170.
- Cumming, G. S. et al. 2012. Towards a unification of movement ecology and biogeography: conceptual framework and a case study on Afrotropical ducks. – *J. Biogeography*. 39: 1401 – 1411.
- Danner, D. A., and A. R. Fisher. (1977). Evidence of homing by a coyote (*Canis latrans*). *Journal of Mammalogy* 58: 244-245.
- De Souto Lima, R.B., Oliveira, P.A. & Chiarello, A.G. (2010). Diet of the thin-spined porcupine (*Chaetomys subspinosus*), an Atlantic forest endemic threatened with extinction in southeastern Brazil. *Mamm. Biol.* 75, 538–546.
- Eisenberg, J. F. (1978). The evolution of arboreal herbivores in the class Mammalia. Pp. 135–152 in *The ecology of arboreal folivores* (G. G. Montgomery, ed.). *Smithsonian Institution Press, Washington, D.C*
- Eisenberg, J.F.; Redford, K.H. (1999). *Mammals of the neotropics. The Central Neotropics*, Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil, 3. Chicago: The University of Chicago Press, 609 p.
- Ellis-Quinn, B. A. and Simon, C. A. (1989). Homing behavior of the lizard *Sceloporus jarrovi*. - *J. Herpetology*. 23: 146-1.
- Erickson, A. W., J. Nellor, and G. A. Petrides. (1964). *The black bear in Michigan. Michigan State University, Agriculture Experiment Station, Bulletin Number 4*. East Lansing. 102 pp.
- Etienne, A. S., Teroni, E., Hurni, C., & Portenier, V. (1990). The effect of a single light cue on homing behaviour of the golden hamster. *Animal Behaviour*, 39(1), 17–41.
- Fagan, W. F., Lewis, M. A., Auger-Méthé, M., Avgar, T., Benhamou, S., Breed, G., LaDage, L., Schlägel, U. E., Tang, W.-w., Papastamatiou, Y. P., Forester, J., and Mueller, T., (2013). Spatial memory and animal movement. *Ecology Letters*, 16(10):1316–1329.
- Faria-Filho, A. F. e Araujo, Q. R. (2003). Zoneamento do meio físico do município de Ilhéus, Bahia, Brasil, utilizando a técnica de geoprocessamento Boletim Técnico, Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento, Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, *Centro de Pesquisas do Cacau*, n. 187.
- Fisler, G. F. (1962). Homing in the California vole, *Microtus californicus*. *American Midland Naturalist*, 357-368.
- Fonseca, G.A.B.; Herrmann, G.; Leite, Y.; Mittermeier, R.; Rylands, A.; Patton, J. (1996). Lista anotada dos mamíferos do Brasil. Washington: *Conservation International e Fundação Biodiversitas*, 38 p. (Occasional papers in Conservation Biology, 4).
- Foresman, K.R. 2012. *Mammals of Montana*. Second edition. Mountain Press Publishing, *Missoula*, Montana. 429 pp.
- Fundação Sos Mata Atlântica; Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais (Inpe) (2017). Relatório dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período 2015-2016. Disponível: <https://www.sosma.org.br/wpcontent/uploads/2013/05/AF_RA_SOS_MA_2016_web.pdf>. Acesso em: 16 Fev. 2018.
- Gentry, J. B. (1964). Homing in the old-field mouse. *Journal of Mammalogy*, 45(2), 276-283.

- Gillner, S., & Mallot, H. A. (1998). Navigation and Acquisition of Spatial Knowledge in a Virtual Maze. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10(4), 445–463.
- Giné, G. A. F. (2009). Ecologia e comportamento do ouriço-preto (*Chaetomys subspinosus*, Olfers 1818) em fragmentos de Mata Atlântica do município de Ilhéus, sul da Bahia. *Tese*, 1–244.
- Giné, G. A. F., J. M. B. Duarte, and D. Faria. (2010). Feeding ecology of a selective folivore, the thin-spined porcupine (*Chaetomys subspinosus*) in the Atlantic forest. *Journal of Mammalogy* 91:931–941.
- Giné, G. A. F., J. M. B. Duarte, T. C. S. Motta, and D. Faria. (2012). Activity, movement and secretive behavior of a threatened arboreal folivore, the thin-spined porcupine, in the Atlantic forest of south- ern Bahia, Brazil. *Journal of Zoology* (London) 286:131–139.
- Giné, G. A. F., de Barros, E. H., Duarte, J. M. B., & Faria, D. (2015). Home range and multiscale habitat selection of threatened thin-spined porcupine in the Brazilian Atlantic Forest. *Journal of Mammalogy*, 96(5), 1095-1105.
- Gouvea, J. B. S., L. A. M. Silva and M. Hori. (1976). 1. Fitogeografia. Pages 1-7 in Diagnóstico socioeconômico da região cacaueira, recursos florestais, vol. 7. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira and the Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas-OEA. Ilheus, Bahia, Brazil.
- Griffo, J. V., Jr. (1961). A study of homing in the cotton mouse, *Peromyscus gossypinus*. *Am. Midl. Nat.*, 65, 257-289.
- Gruber, B. & K. Henle (2004): Linking habitat structure and orientation in an arboreal species *Gehyra variegata* (Gekkonidae). – *Oikos* 107: 406–414.
- Guyer, C. (1978). Comparative ecology of the short-horned lizard (*Phrynosoma douglassi*) and the sage-brush lizard (*Sceloporus graciosus*) in southeastern Idaho. *PhD thesis*, Idaho State Univ.
- Hansson, L. and Akesson, S., (2014). *Animal Movement Across Scales*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Hayashida, K., Fukaya, K., Palstra, A.P. and Ueda, H., 2013. Salmonid reproductive migration and effects on sexual maturation. In *Swimming Physiology of Fish* (pp. 3-17). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Hein EW, Whitaker S J (1997). Homing in the eastern fence lizards (*Sceloporus undulatus*) Following short-distance translocation. *Great Basin Naturalist* 57: 348-351.
- Hinderle, D., Lewison, R. L., Walde, A. D., Deutschman, D., & Boarman, W. I. (2015). The effects of homing and movement behaviors on translocation: Desert tortoises in the western Mojave desert. *The Journal of Wildlife Management*, 79(1), 137-147.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (1990). Divisão do Brasil em Mesoregiões e Microregiões Geográficas. Diretoria de Geociências (DGC). Rio de Janeiro.
- IUCN *Red List of Threatened Species*. Version 2017-3. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 16 February 2018.
- Jardim, J. G. (2003). *Uma caracterização parcial da vegetação as região sul da Bahia*,

- Brasil*. In: Prado, P. I.; Landau, E. C.; Moura, R. T.; Corredor de Biodiversidade da mata atlântica do sul da bahia. Ilhéus: IESB/CI/CABS/UFMG/UNICAMP, 2003. CD-ROM.
- Joenck, C. M., Zilio, F., & de Mendonça-Lima, A. (2013). Successful translocation of a nestling Ornate Hawk-eagle (*Spizaetus ornatus*) in southern Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 21(2), 136–140.
- Jorge, P. E., Almada, F., Gonçalves, A. R., Duarte-Coelho, P., & Almada, V. C. (2012). Homing in rocky intertidal fish. Are *Lipophrys pholis* L. able to perform true navigation? *Animal Cognition*, 15(6), 1173–1181.
- Kierulff, M.C.M., Mendes, S.L. & Rylands, A.B. (2015). *Sapajus xanthosternos*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015.: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-1.RLTS.T4074A70615251.en>. Downloaded on **16 February 2018**.
- Kierulff, M.C.M., Rylands, A.B., Mendes, S.L. & de Oliveira, M.M. (2008). *Leontopithecus chrysomelas*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008.: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T40643A10347712.en>. Downloaded on **16 February 2018**.
- Krekorian, C. O. (1977). Homing in the desert iguana, *Dipsosaurus dorsalis*. - *Herpetologica* 33: 123-127.
- Loftus, C. (2013). *Attalea funifera*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20131.RLTS.T44393022A44425002.en>. Downloaded on 16 February 2018.
- MacArthur, R. H. (1972). Geographical ecology: patterns in the distribution of species. – *Princeton Univ. Press*
- Marini, M., & Filho, J. M. (2006). Translocação de aves e mamíferos: teoria e prática no Brasil. *Biologia Da Conservação; Essências*, 1–32.
- Mather J.G. (1985) Magnetoreception and the Search for Magnetic Material in Rodents. In: Kirschvink J.L., Jones D.S., MacFadden B.J. (eds) Magnetite Biomineralization and Magnetoreception in Organisms. *Topics in Geobiology*, vol 5. Springer, Boston, MA
- Mittelstaedt, M. L., & Mittelstaedt, H. (1980). Homing by path integration in a mammal. *Naturwissenschaften*, 67(11), 566–567.
- Morelle, K. (2015). *Wild boar movement ecology across scales* - Insights from a population expanding into agroecosystems of Southern Belgium, 161.
- Morelle, K., Lehaire, F., & Lejeune, P. (2014). Is Wild Boar Heading Towards Movement Ecology? A Review of Trends and Gaps. *Wildlife Biology*, 20(4), 196–205.
- Mori, S.A., Boom, B.B., Carvalho, A.M., Santos, T.S. (1983). Southern Bahian moist forests. *The Botanical Review* 49, 155–232.
- Nathan, R., Getz, W. M., Revilla, E., Holyoak, M., Kadmon, R., Saltz, D., & Smouse, P. E. (2008). A movement ecology paradigm for unifying organismal movement research. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(49), 19052–19059.
- Oliver, W.L.R., Santos, I.B., (1991). Threatened endemic mammals of the Atlantic forest region of south-eastern Brazil. *Wildl. Preserv. Trust Spec. Sci. Rep.*

4, 1–126.

- Pardini, R. (2001). *Pequenos mamíferos e a fragmentação da Mata Atlântica de Una, Sul da Bahia - Processos e Conservação*. 2001. 147 p. Tese (Doutorado em Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Phillips JB, Borland SC (1994) Use of a specialized magnetoreception system for homing by the eastern red-spotted newt *Notophthalmus viridescens*. *J Exp Biol* 188:275–291
- Phillips JB, Borland SC, Freake MJ, Brassart J, Kirschvink JL, (2002). 'Fixed-axis' magnetic orientation by an amphibian: non-shoreward-directed compass orientation, misdirected homing or positioning a magnetite-based map detector in a consistent alignment relative to the magnetic field? *Journal of Experimental Biology* 205:3903-3914.
- Phillips, J.B., K. Adler & S.C. Borland. (1995). True navigation by an amphibian. *Anim. Behav.* 50 855-858..pdf. (n.d.).
- Ribeiro, M.C., Metzger, J.P., Martensen, A.C., Ponzoni, F.J., Hirota, M.M., (2009). The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol. Conserv.* 142, 1141–1153.
- Roach, N. & Naylor, L. (2016). *Callistomys pictus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T6985A22211052. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20162.RLTS.T6985A22211052.en>. Downloaded on **16 February 2018**
- Rocha, L. B. (2008). *A região cacauzeira da Bahia - dos coronéis à vassoura-de-bruxa: saga, percepção, representação*. Nbcgib.Uesc.Br.
- Rocha-Mendes, F., Di Napoli, R. P., & Mikich, S. B. (2006). Manejo, reabilitação e soltura de mamíferos selvagens. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, 9(2), 105-109.
- Rogers, L. L. (1986). Homing by radio-collared Black Bears, *Ursus americanus*, in Minnesota. *The Canadian Field-Naturalist*, 100, 350–353.
- Savidge, I.R. (1973). A stream as a barrier to homing in *Peromyscus leucopus*. *Journal of Mammalogy* 54: 982–984.
- Silva, J. A. A. da, & Neto, F. de P. (1979). *Princípios Básicos da Dendrometria*. Retrieved from http://ipef.br/eventos/2014/tume/24_principios_dendrometria.pdf
- Thomas, W. M. W., A. M. V. Carvalho, A. M. A. Amorim, J. Garrison, and A. L. Arbeláez. (1998). Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 7:311–322.
- Vinha, S. G. da, T. de Jesus Soares Ramos and M. Hori. (1976). 2. Inventário florestal. Pages 20-212 in Diagnóstico socioeconômico da região cacauzeira, recursos florestais. vol. 7. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira and the Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas-OEA. Ilhéus, Bahia, Brazil
- Weintraub, J. D. (1970): Homing in the lizard *Sceloporus orcutti*. – *Animal Behaviour* 18(1): 132–137.
- Wiltschko, W., & Wiltschko, R. (2005). Magnetic orientation and magnetoreception in birds and other animals. *Journal of Comparative Physiology A*, 191(8), 675-693.

Zortéa, M., and B. F. A. de Brito. (2010). Diurnal roosts and minimum home range defined by sleeping sites of a thin-spined porcupine *Chaetomys subspinosus* (Rodentia: Erethizontidae). *Zoologia* 27:209–212.

Apêndices 1 - Script feito no programa R versão 3.4.4 para as análises de Modelos Lineares Generalizados.

```
##### Master degree Adrielle Leal #####  
##### Universidade EStadual de Santa Cruz #####  
##### adaptado por - Jean Henrique Ignácio Souza #####
```

```
library(nlme)  
library(VIF)  
library(Matrix)  
library(lme4)  
library(stats4)  
library(bbmle)  
library(faraway)  
library(permute)  
library(lattice)  
library(vegan)  
library(MASS)  
library(car)
```

```
#meus modelos
```

```
uso_nulo<-glm(trasnl~1, data=Dados_PAZ, family=binomial)  
uso_pc1<-glm(trasnl~PC1, data=Dados_PAZ, family=binomial)  
uso_pc2<-glm(trasnl~PC2, data=Dados_PAZ, family=binomial)  
uso_pc1.pc2<-glm(trasnl~PC1+PC2, data=Dados_PAZ, family=binomial)  
library(piecewiseSEM)
```

```
#Para verificar qual é o melhor modelo
```

```
AICctab(uso_nulo, uso_pc1, uso_pc2, uso_pc1.pc2, weights = T)  
summary(uso_pc1)  
summary(uso_pc2)  
summary(uso_nulo)  
summary(uso_pc1.pc2)
```

Apêndice 2 - Script feito no programa R versão 3.4.4, elaborado para as análises de trajetórias aleatórias.

```
#####  
# Suppose you have relocated an animal.  
# And suppose it returned home.  
# And suppose you have no idea how.  
# Because its movements were, like, random.  
# What are the chances, you might wonder?  
# Could it just have come home by moving randomly?  
# Let's find out!  
#####  
# Script by Pavel Dodonov - pdodonov@gmail.com  
# No rights reserved - do whatever you want!  
#####  
  
library(spatstat)  
library(maptools)  
  
### The code for the simulations was based on the adehabitatLT function simm.crw  
  
### Step one - insert the polygon of the study site and of the home range  
setwd("/home/pavel/Profissional/Scripts/simulatingHomeMovement")  
  
patchTot <- readShapeSpatial("totalArea_example.shp")  
patchHome <- readShapeSpatial("homeArea_example.shp")  
  
patchTot <- as(patchTot,"SpatialPolygons")  
patchHome <- as(patchHome,"SpatialPolygons")  
  
plot(patchTot)  
plot(patchHome, add=T)  
  
### Step two - define the relocation point (I'll just use a random one)  
  
movStart <- runifpoint(1,win=patchTot)  
plot(movStart, add=T)  
  
# If this point happens to be within the home range, just sample again. Or insert one  
# manually.  
  
### Step 3 - Simulate movement until the organism is inside the homerange  
  
# Movement is simulated as a correlated random walk  
  
NstepsMax <- 75 # Maximum number of steps to simulate  
stepScale <- 20 # Scaling parameter for step size (as in simm.crw)  
turnMean <- 0 # Mean turning angle (rad)  
turnConc <- 0 # Concentration parameter of wrapped normal distribution
```

```

makePlot <- T # Plot each location?

k <- 1

movRand <- movStart
movNow <- movStart

### This is how one simulation works:

plot(patchTot)
plot(patchHome, add=T)

repeat {
  xLast <- coords(movRand)$x[k]
  yLast <- coords(movRand)$y[k]

  angNow <- rwrpnorm(1, mu=turnMean, rho=turnConc)
  distNow <- rchi(1)*stepScale

  xTemp <- xLast + distNow * cos(angNow)
  yTemp <- yLast + distNow * sin(angNow)

  foo <- try(coords(movNow) <- matrix(c(xTemp, yTemp), nrow=1))

  if(nrow(coords(movNow)) != 0) {
    if(inside.owin(movNow, w=patchHome)) {
      print("I'm home, baby! :-)")
      gotHome <- T
      if(makePlot) plot(movNow, add=T)
      break
    }
    coords(movRand) <- rbind(coords(movRand), coords(movNow))
    k <- k+1
    if(makePlot) plot(movNow, add=T)
  }

  if (k > NstepsMax) {
    print("Sorry darling, couldn't make it. :-(")
    gotHome <- F
    break
  }

  print(k)
}

### Just run it a couple of times to see happy and sad faces :-)
```

```

#### Now we want to know, for a series of trials (say, 5000),
#### 1) What are the chances of the creature reaching its home and
#### 2) How many steps it takes to do so.

```

```

#### Step 4 - transform the script above into a function

```

```

simm.restricted.crw <- function(patchTot, patchHome, movStart, NstepsMax, stepScale,
  turnMean, turnConc, makePlot=F, whichLoop=T) {
  if (makePlot) {
    plot(patchTot)
    plot(patchHome, add=T)
  }
  repeat {
    xLast <- coords(movRand)$x[k]
    yLast <- coords(movRand)$y[k]
    angNow <- rwrpnorm(1, mu=turnMean, rho=turnConc)
    distNow <- rchi(1)*stepScale
    xTemp <- xLast + distNow * cos(angNow)
    yTemp <- yLast + distNow * sin(angNow)
    foo <- try(coords(movNow) <- matrix(c(xTemp, yTemp), nrow=1))
    if(nrow(coords(movNow)) != 0) {
      if(inside.owin(movNow, w=patchHome)) {
        print("I'm home, baby! :-)")
        gotHome <- T
        if(makePlot) plot(movNow, add=T)
        break
      }
      coords(movRand) <- rbind(coords(movRand), coords(movNow))
      k <- k+1
      if(makePlot) plot(movNow, add=T)
    }
    if (k > NstepsMax) {
      print("Sorry darling, couldn't make it. :-(")
      gotHome <- F
      break
    }
  }
  if(whichLoop) print(k)
}
return(list(gotHome = gotHome, stepsNeeded = k))
}

```

```

#### Check if it works

```

```

simm.restricted.crw(patchTot=patchTot, patchHome=patchHome, movStart=movStart,
  NstepsMax=100, stepScale=25, turnMean=0, turnConc=0, makePlot=T,
  whichLoop=T)

```

```

#### Seems to work.

```

```
### Make loop to see the distribution of this stuff...
```

```
Nrand <- 100 # 100 randomizations - for testing
```

```
stepsNeeded.rand <- numeric(Nrand)
```

```
gotHome.rand <- logical(Nrand)
```

```
for(i in 1:Nrand) {
```

```
  foo <- simm.restricted.crw(patchTot=patchTot, patchHome=patchHome,  
  movStart=movStart, NstepsMax=100, stepScale=25, turnMean=0, turnConc=0,  
  makePlot=F, whichLoop=F)
```

```
  print(i)
```

```
  gotHome.rand[i] <- foo[[1]]
```

```
  stepsNeeded.rand[i] <- ifelse(foo[[1]],foo[[2]],NA)
```

```
}
```

```
table(gotHome.rand) # How many times the individual got home by randomly moving
```

```
hist(stepsNeeded.rand[!is.na(stepsNeeded.rand)]) # How many steps it took
```