



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E BIOMONITORAMENTO
INSTITUTO DE BIOLOGIA



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Arsinoê Cristina Pertile

**Avaliação do impacto do controle químico na ecologia da
população de *Rattus norvegicus* de uma comunidade
urbana de Salvador-BA.**

Salvador

2017



ATA DA SESSÃO PÚBLICA DO COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E BIOMONITORAMENTO - INSTITUTO DE BIOLOGIA - UFBA

DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Título da Dissertação: **"Avaliação do impacto do controle químico na ecologia da população de Rattus Norvegicus de uma comunidade urbana de Salvador-Ba"**.

Mestrando(a): Arsinoé Cristina Pertile

Orientador(a): Dr. Federico Costa

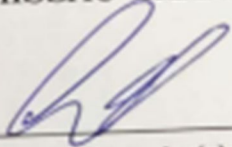
De acordo com o regimento geral da UFBA e com o regimento interno deste programa de pós-graduação, foram iniciados os trabalhos da Comissão Examinadora, composta pelos professores Dr. Federico Costa (presidente), Prof. Dr. Carlos Roberto Franke e Prof. Dr. Paulo Sérgio D'Andrea às 10:00 h do dia 24 de março de 2017.

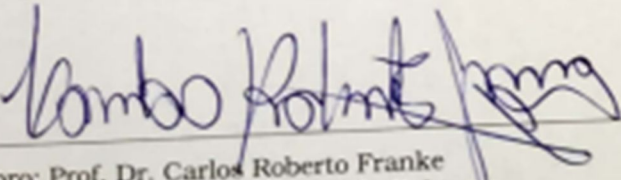
O(a) mestrando(a) fez a apresentação oral da dissertação durante 35 minutos. Após o encerramento das arguições, às 12:00 horas, a Comissão Examinadora pronunciou-se pela sua APROVAÇÃO, conforme parecer em anexo.

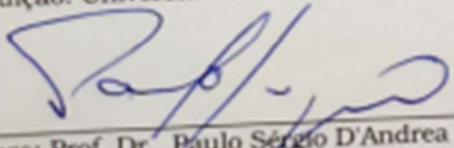
Esta Ata será assinada pelos membros da Comissão Examinadora e deste Colegiado, para compor o processo de emissão do diploma.

Salvador, 24 de março de 2017.

COMISSÃO EXAMINADORA


Membro - Orientador(a): Dr. Federico Costa
Instituição: Universidade Federal da Bahia


Membro: Prof. Dr. Carlos Roberto Franke
Instituição: Universidade Federal da Bahia


Membro: Prof. Dr. Paulo Sérgio D'Andrea
Instituição: Instituto Oswaldo Cruz

Universidade Federal da Bahia
Instituto de Biologia
Programa de Pós Graduação em Ecologia e Biomonitoramento

ARSINOÊ CRISTINA PERTILE

**Avaliação do impacto do controle químico na ecologia da população de
Rattus norvegicus de uma comunidade urbana de Salvador-BA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ecologia e Biomonitoramento da Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Federico Costa

Salvador – Bahia – Brasil

2017

À minha família

Agradecimentos

Agradeço ao Centro de Pesquisas Gonçalo Moniz (Fiocruz) por me permitir desenvolver e participar dos projetos de pesquisa. Aos professores Mike Begon, James Childs, Albert Ko e Mitermayer G. Reis pela colaboração na elaboração do projeto de mestrado. A Universidade Federal da Bahia por me apropriar o âmbito de estudo e crescimento profissional e acadêmico, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) por sustentar o desenvolvimento do mestrado.

APRESENTAÇÃO

Este trabalho é parte integrante das pesquisas sobre Ecologia e Epidemiologia da leptospirose urbana no Brasil, desenvolvidas sob a coordenação do professor Federico Costa. Este trabalho de mestrado tem como tema as alterações ocasionadas pelo controle químico na ecologia de roedores sinantrópicos da espécie *Rattus norvegicus*.

Como produto final do mestrado em Ecologia e Biomonitoramento, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, é previsto um estudo no formato de artigo científico. Este trabalho, intitulado “Avaliação do impacto do controle químico na ecologia de *R. norvegicus* em uma comunidade urbana de Salvador-Ba”, avaliou uma campanha de controle químico em características demográficas e na abundância relativa de roedores sinantrópicos da espécie *Rattus norvegicus*. Essa campanha de controle foi realizada pelo Centro de Controle de Zoonoses (CCZ) da Secretaria Municipal de Saúde de Salvador na comunidade de Pau da Lima, e, faz parte dos esforços do Ministério da Saúde para controlar roedores reservatórios de leptospiros. Alguns estudos já avaliaram anteriormente as alterações nos Índices de Infestação Predial (IIP) por roedores, porém, poucos estudos avaliam o impacto das campanhas de controle químico nas características demográficas das populações de roedores. Os resultados encontrados neste estudo evidenciam algumas deficiências do programa e indicam uma possível falta de impacto na diminuição destes roedores. Estes resultados sinalizam a necessidade de reavaliação das práticas de controle de roedores e dão o primeiro passo para estudos sequenciais sobre eficiência e efetividade de estratégias de controle de roedores em áreas urbanas.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	5
MANUSCRITO	8
ANEXO 1 – MATERIAL SUPLEMENTAR.....	44
ANEXO 2 – QUESTIONÁRIOS	50
ANEXO 3 – ARTIGOS PUBLICADOS E ACEITOS DURANTE O MESTRADO	58

LISTA DE ABREVIATURAS

ACE	Agente de Controle de Endemias
CCZ	Centro de Controle de Zoonoses
GIS	Sistema de Informação Geográfica
MS	Ministério da Saúde
IQR	Intervalo interquartil
R	Programa para análises de dados estatísticos

Esse artigo será submetido à revista *Journal of Vector Ecology* (Qualis A2 para Biodiversidade) de acordo com as diretrizes solicitadas para a submissão

Título

Avaliação do impacto do controle químico na ecologia da população de *Rattus norvegicus* de uma comunidade urbana de Salvador-BA.

Autores e afiliações

Arsinoê Cristina Pertile^{1,2}, Ticiano Carvalho-Pereira^{1,2}, Gabriel Ghizzi Pedra^{2,3}, Jesus Alonso Panti-May², Udмила Oliveira², Eduardo Mendes da Silva¹, Gorete Rodrigues⁴, Mitermayer G Reis², Albert I. Ko^{2,5}, Mike Begon³ e Federico Costa^{2,3,5,6}

¹ Programa de pós graduação em Ecologia e Biomonitoramento, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador-Brasil

² Centro de Pesquisas Gonçalo Moniz, Fundação Oswaldo Cruz, Ministério da Saúde, Salvador, Brasil

³ Instituto de Biologia Integrada, Universidade de Liverpool, Liverpool, Inglaterra.

⁴ Centro de Controle de Zoonoses, Secretaria Municipal de Saúde, Ministério da Saúde, Salvador, Brasil

⁵ Departamento de Epidemiologia das Doenças Microbianas, Escola de Saúde Pública, Universidade de Yale, New Haven, EUA

⁶ Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil.

Correspondência para: Arsinoê C Pertile

E-mail: arsipertile@hotmail.com

RESUMO

A urbanização tem favorecido o estabelecimento de espécies oportunistas, como o roedor sinantrópico *Rattus norvegicus*. A presença deste roedor em ambientes urbanos gera altos custos profiláticos e de controle, em função dos prejuízos à saúde humana, como pela transmissão ambiental da espiroqueta patogênica *Leptospira interrogans*. Uma das principais estratégias do Ministério da Saúde para prevenir a leptospirose é controlar roedores reservatórios, e, o controle químico é o método mais utilizado para eliminá-los em larga escala. Este estudo teve como objetivo avaliar as diferenças em características populacionais de *R. norvegicus* após uma campanha de controle químico, analisando abundância relativa, estrutura de sexo, massa corporal e idade da população, e, conseqüentemente, a efetividade do programa de controle. Este estudo foi realizado no bairro de Pau da Lima, Salvador-Bahia, Brasil, onde foram capturados indivíduos de *R. norvegicus* sistematicamente antes (out-dez 2014) e após (nov-dez 2015 e abr-mai 2016) uma campanha de controle químico realizada pelo Centro de Controle de Zoonoses. Durante a intervenção química, foram visitados 939 domicílios em dois vales da área de estudo. Na campanha pré-intervenção, foi realizado um esforço de captura de 310 armadilhas/noite que resultaram em 43 ratos capturados, e, na campanha pós-intervenção foi realizado um esforço de 312 armadilhas/noite resultando em 47 ratos capturados e 324 armadilhas/ noite com 36 ratos capturados . Utilizamos um índice de sucesso de captura para estimar a abundância relativa, também usamos testes de Anova para comparar médias de idade, massa corporal, número de embriões e idade de fêmeas grávidas, e, testes binomiais para verificar se a proporção sexual variou de 1:1 entre as campanhas e se a variação entre as proporções de infestação foi significativa. Os resultados demonstraram que não houve diferença no sucesso de captura e nas características demográficas da população de roedores antes e depois da intervenção. Estes resultados sugerem que a campanha analisada não foi efetiva para alterar a população de *R. norvegicus*, e evidenciam a necessidade de reavaliação das práticas de controle de roedores.

Palavras-chave: *R. norvegicus*, demografia, rodenticida

ABSTRACT

The urbanization has favored the establishment of opportunistic species, such as the synanthropic rodent *Rattus norvegicus*. The presence of this rodent in urban environments generates high costs of prophylaxis and control, due to the impacts on human health. These impacts may result from the environmental transmission of the pathogenic spirochete *Leptospira interrogans*, which causes leptospirosis. One of the main strategies of the Ministry of Health to prevent leptospirosis is to control rodent reservoir species, and chemical control is the most widely used method to eliminate them on a large scale. This study aimed to evaluate the differences in *R. norvegicus* population characteristics after a chemical control campaign, analyzing relative abundance, sex structure, body mass and age of the population, and, consequently, the effectiveness of the control program. This study was carried out in the neighborhood of Pau da Lima, Salvador, in Bahia state, Brazil, where individuals of *R. norvegicus* were systematically captured before (Oct-Dec 2014) and after (Nov-Dec 2015 and Apr-May 2016) a chemical control campaign performed by the Zoonotic Control Center. During the chemical intervention, 939 households were visited in 2 valleys of the study area. In the pre-intervention campaign, an effort of 310 trap-nights resulted in 43 rodents captured, and in the post-intervention campaign an effort of 312 trap-nights resulted in 47 rodents captured and 324 traps-nights with 36 rodents captured. We utilized a success rate of capture to estimate relative abundance, we also employed Anova tests to compare means of age, body mass, number of embryos and age of pregnant females. We also used binomial tests to verify if the sex ratio differed from 1:1 between the campaigns and determine whether the variation between the proportions of infestation was significant. The results showed that there was no difference in capture success and demographic characteristics of the rodent population before and after the intervention. These results suggest that the campaign analyzed was not effective in impacting the population of *R. norvegicus*, and provide evidence of the need for reevaluation of rodent control practices.

Keywords: *R. norvegicus*, demography, rodenticide

INTRODUÇÃO

A urbanização desenfreada e sem planejamento das cidades de médio e grande porte, e o aumento da população humana, têm favorecido o estabelecimento de aglomerados urbanos, também chamados de favelas (UN-Habitat, 2010). Atualmente, cerca de 880 milhões de pessoas residem em favelas urbanas em todo o mundo, e, esse número pode chegar a 1,6 bilhão até 2025 (UN, 2016). O crescimento populacional humano e a expansão das favelas têm ocasionado a fragmentação e degradação de ambientes naturais (Monney et al, 2013). Essa degradação é especialmente evidente nas favelas, onde as moradias estão dispostas de forma desordenada e densa, com esgoto a céu aberto e coleta de lixo inadequada (Riley et al, 2007). As consequências dessa ocupação desorganizada já são bastante conhecidas: enchentes, assoreamento dos cursos de água devido ao desmatamento e ocupação das margens, desaparecimento de áreas verdes, desmoronamento de encostas, comprometimento dos cursos de água que viraram depósitos de lixo e canais de esgoto (Uttara et al, 2012). Estas alterações mudam as comunidades, levando à perda da biodiversidade nativa e ao aumento da abundância de espécies introduzidas e generalistas, como roedores sinantrópicos (Bradley e Altizer, 2006), que têm se adaptado a estes ambientes, aproveitando-se da disponibilidade de abrigo e alimento (Whyatt et al, 2002).

Roedores sinantrópicos em ambientes urbanos geram altos custos profiláticos e de controle (Macdonald et al, 1999), pois causam prejuízos à saúde humana, por serem reservatórios de um grande número de agentes patogênicos responsáveis por significativa morbidade e mortalidade humana ao redor do mundo (Sarkar et al, 2002; Sclar et al, 2005; Felzemburgh et al, 2014; Himsforth et al, 2014). Estes patógenos incluem *Leptospira interrogans*, *Rickettsia typhi*, *Yersinia pestis*, *Streptobacillus moniliformis*, vírus *Seoul*, entre outros (Himsforth et al, 2013; Costa et al, 2014a). *L. interrogans* é uma bactéria

que causa a leptospirose, uma doença infecciosa emergente nos centros urbanos de países em desenvolvimento (Ko et al, 1999). A cada ano mais de um milhão de casos desta doença ocorrem no mundo, com cerca de 60.000 mortes (Costa et al, 2014b; Costa et al, 2015). Só no Brasil, mais de 10.000 casos graves de leptospirose são notificados durante epidemias que ocorrem em períodos de alta precipitação e atingem as comunidades carentes urbanas (Brasil, 2009). A mortalidade para as formas graves da doença, como a síndrome de Weil é >10% (Ko et al, 1999), superando 50% para a síndrome de hemorragia pulmonar (Gouveia et al, 2008). Nos aglomerados urbanos a transmissão destas doenças é mais intensa devido ao contato próximo entre as populações humanas e de roedores, além das deficiências ambientais (como esgotos a céu aberto) que facilitam o contato entre ambos e a transmissão dos patógenos (Santos et al, 2016 *in press*).

Os roedores sinantrópicos *Mus musculus* (Linnaeus, 1758), *Rattus rattus* (Linnaeus, 1758) e *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769) estão entre as principais espécies invasoras do mundo (IUCN, 2013). Estas espécies se instalaram em todos os continentes (Clapperton, 2006), acompanhando as populações humanas e a expansão da agricultura e comércio (Bonhomme et al, 2010; Lack et al, 2013). *R. norvegicus* está entre as espécies de roedores sinantrópicos mais frequentes nas comunidades urbanas do Brasil (de Faria et al, 2008; Costa et al, 2014b). Originário do sudeste asiático, com reprodução rápida, grande capacidade de adaptação e comportamento oportunista, esta espécie rapidamente se espalhou por todos os continentes (Puckett et al, 2016) afetando o curso da história humana (Macdonald et al, 1999). *R. norvegicus* é onívoro, alimentando-se de uma grande variedade de alimentos, incluindo invertebrados, rãs, pequenos mamíferos, ovos de aves, carne, ossos, frutas, carniça, e qualquer alimento rejeitado por seres humanos (Lund, 1994).

Nas favelas urbanas, com disponibilidade de alimento e abrigo em abundância, esta espécie pode reproduzir-se continuamente durante o ano (Panti-May, 2016). Agregado a isso, nas áreas tropicais, em que não ocorrem grandes variações de temperatura, *R. norvegicus* apresenta maior velocidade reprodutiva quando comparado a indivíduos da mesma espécie de países temperados (Porter et al, 2015). Nestes ambientes, as encostas formam grandes paredões de terra, favoráveis à nidificação dessa espécie, que têm o hábito de construir e ocupar tocas escavadas na terra (Steiniger, 1950; Santos et al, 2016 *in press*) próximas a fontes de água e alimentos (Lore e Flannelly, 1978). Dessa forma, estas características são apropriadas para a proliferação de *R. norvegicus*, que é considerado o principal reservatório transmissor de bactérias do gênero *Leptospira* causadoras da leptospirose nas áreas urbanas do Brasil e outros países em desenvolvimento (Costa et al, 2014a).

Uma das principais estratégias do Ministério da Saúde para prevenir a leptospirose é controlar roedores reservatórios (Brasil, Ministério da Saúde, 2016) por meio do controle químico, método mais utilizado para a eliminação dos ratos em larga escala (Brasil, 2002). Os métodos de erradicação utilizados foram desenvolvidos principalmente em regiões de clima temperado, como Estados Unidos e alguns países da Europa (Davis, 1977; Murphy and Oldbury, 2002; Howald et al, 2007). Nestas regiões, controles de roedores com rodenticidas se mostraram eficazes para diminuir a densidade desses animais em 50 a 90% (Emlen et al, 1948). Adicionalmente, estes estudos mostraram que a estrutura demográfica das populações de roedores é alterada, já que adultos são mais frequentemente afetados pelo uso de rodenticida (Coto, 1997), fazendo com que após a intervenção populações mais jovens predominem em relação a antes da intervenção (Davis, 1951b)

Em ambientes que lhes propiciam abrigo e alimento em abundância (como as favelas), o controle de roedores é de difícil implementação devido à velocidade com que estes roedores se reproduzem (Villafaña, et al., 2000). São escassos os estudos que caracterizam o impacto de intervenções químicas sobre a população de *R. norvegicus* nas favelas de países tropicais (de Masi et al, 2009), e ainda nenhum deles avaliou as mudanças nas características demográficas deste roedor nesses ambientes após o controle. É fundamental entender se, como relatados em estudos prévios realizados em ambientes de climas temperados (Emlen, 1948; Davis, 1951a; Davis, 1951b; Davis, 1958), a abundância diminui e a estrutura demográfica (sexo e idade) de *R. norvegicus* se alteram após controle químico também nas áreas urbanas de países tropicais. Assim, é importante compreender as mudanças nos aspectos da biologia e ecologia das espécies hospedeiras de patógenos zoonóticos após intervenções de controle, a fim de facilitar a implementação de medidas mais eficazes para reduzir o risco de transmissão de doenças aos seres humanos (Panti-May et al, 2012).

Este estudo teve como objetivo avaliar as diferenças demográficas na população de *R. norvegicus* antes e depois de uma campanha de controle químico, realizada pelo Centro de Controle de Zoonoses, em uma comunidade urbana carente e com elevado risco de transmissão de leptospirose, analisando as diferenças na abundância relativa (sucesso de captura), estrutura de sexo, massa corporal e idade.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área do estudo está compreendida no bairro de Pau-da-Lima, localizado em Salvador (BA, Brasil), que possui 0,17km² de extensão (Figura 1A), onde moram 3171 pessoas maiores de 5 anos de idade. Essa região foi descrita em detalhes anteriormente (Reis et

al, 2008; Felzemburgh et al, 2014; Costa et al, 2014a; Panti-May et al, 2016), e caracteriza-se por apresentar três vales, onde não existe coleta regular de lixo nem estrutura sanitária, com os esgotos a céu aberto, formando assim um ambiente favorável à proliferação de *R. norvegicus*. Uma vigilância hospitalar ativa realizada nesse local identificou uma incidência anual média de leptospirose grave de 57,8 casos por 100.000 habitantes entre 1996 e 2001, caracterizando o bairro de Pau-da-Lima como um dos bairros de Salvador que concentra o maior número de casos de leptospirose (Felzemburgh et al, 2014).

Em 2015 o Centro de Controle de Zoonoses (CCZ) realizou atividades de controle de roedores em 11 áreas da cidade de Salvador com elevado risco de leptospirose. Estas atividades incluíam aplicação de rodenticida, campanhas educativas e manejo ambiental. Na comunidade de Pau da Lima as atividades focaram no controle químico. Para avaliar esta intervenção realizamos captura de roedores antes e depois da intervenção e também monitoramos a intervenção química do CCZ. A figura 2 detalha as etapas deste estudo.

Intervenção para controle de roedores realizada pelo Centro de Controle de Zoonoses (CCZ)

1. No período de 14 de julho a 15 de setembro de 2015 o CCZ realizou uma intervenção para controle de roedores nos vales 1 e 3. O vale 2 não sofreu intervenção do CCZ. A intervenção incluiu uma avaliação inicial dos domicílios quanto à infestação de roedores pré-intervenção, três pulsos de aplicação de rodenticida (intervenção química) e uma avaliação da infestação pós-intervenção. Esta metodologia segue o mesmo padrão para outros locais no mundo (Davis, 1977; Murphy and Oldbury, 2002) e é utilizada pelos CCZ's em todo o Brasil (Masi, 2006).

2. Avaliação da infestação de roedores pré-intervenção (14/julho a 04/agosto de 2015): Quatro equipes do CCZ visitaram todos os domicílios, terrenos ou casas abandonadas e espaços públicos da área de estudo. A cada evento as equipes visitaram cada domicílio uma vez classificando-o como inspecionado, fechado ou recusa. Nos domicílios inspecionados foi aplicado um questionário padronizado para avaliação de infestação de roedores e risco de transmissão de leptospirose especialmente adaptado de protocolos do CDC (CDC, 2006) para áreas de favelas urbanas pelo nosso grupo de pesquisa (Costa et al, 2014b). Na avaliação foram inspecionadas 12 variáveis incluindo tipo de domicílio, presença de alimentos, água, acesso para roedores e sinais de infestação de roedores (fezes, tocas, trilhas e manchas de gordura nas paredes externas e muros).

3. Aplicação de rodenticida no pulso 1: Simultaneamente à atividade anterior (avaliação da infestação pré-intervenção), os Agentes de Controle de Endemias (ACEs) do CCZ aplicaram rodenticidas nos domicílios que apresentaram sinais de infestação de roedores. Durante essa aplicação de rodenticida foram utilizadas as seguintes substâncias: pó de contato Coumatek® (Cumatetralil 0,75%) e iscas parafinadas Klerat bloco parafinado® (Brodifacoum 0,005%). O pó de contato foi aplicado em trilhas e entrada de tocas. As iscas foram amarradas com arame para que não fossem arrastadas pelos roedores ou outros animais. A aplicação de rodenticidas foi realizada apenas quando se excluía o risco para crianças ou animais domésticos. A quantidade de rodenticidas aplicada em cada domicílio dependeu da área do imóvel, condições ambientais e nível da infestação de roedores (tópico 2).

4. Aplicação de rodenticida nos pulsos 2 e 3 (06/agosto a 03/setembro de 2015): 10 e 20 dias após o pulso 1, novas visitas foram realizadas (pulsos 2 e 3 respectivamente). Em cada visita as iscas eram observadas quanto ao consumo: se consumidas parcialmente,

totalmente ou não consumidas e colocadas novas iscas, caso as iscas tivessem sido consumidas parcial ou totalmente.

5. Avaliação da infestação de roedores pós-intervenção: 15 dias após o terceiro pulso foi realizada uma última visita nos domicílios da área, quando foi aplicado o mesmo questionário utilizado durante a avaliação inicial para verificar se o nível da infestação tinha diminuído após a intervenção.

Todas estas atividades foram realizadas entre 08:30 e 12:00 da manhã, nos vales 1 e 3. No vale 2 não foram realizadas visita e/ou controle químico pelo CCZ porque a instituição priorizou outras áreas de risco para prevenção da leptospirose. Sendo assim, neste estudo esse vale foi usado como referência. Quatro pessoas da equipe de pesquisa acompanharam as equipes do CCZ durante todas as etapas – coletando os dados de classificação do domicílio, infestação e aplicação de rodenticida – para garantir a qualidade da informação. Os investigadores não tiveram qualquer influência sobre a natureza ou calendário da intervenção.

Para calcular a proporção de infestação, utilizamos o índice de infestação predial (IIP), um método utilizado pelos serviços de saúde e órgãos de controle para estimar o nível de infestação de vetores nos centros urbanos (Brasil, Ministério da Saúde, 2016).

Captura e processamento de roedores

Realizamos capturas de roedores uma vez antes e em dois momentos após a intervenção química do CCZ para avaliar alterações demográficas na população de roedores (Figura 2).

Campanha de captura pré-intervenção: utilizamos uma campanha pertencente a um estudo prévio (Panti-May et al, 2016) realizado entre outubro-dezembro de 2014. O

estudo prévio incluía captura de roedores em 150 pontos aleatoriamente selecionados nos três vales da área de estudo, que foram reduzidos a 108 em função de violência e inacessibilidade de algumas áreas. Para este estudo consideramos inicialmente os pontos do estudo prévio em que o sucesso de captura foi diferente de zero para conseguirmos garantir o sucesso das análises de diferenças na abundância. Destes, por limitações logísticas e financeiras, foram selecionados aleatoriamente 40 pontos de amostragem nos três vales (vale 1:11 pontos; 2:14; 3:15). Estes dados foram utilizados como campanha de captura pré-intervenção. Posteriormente, voltamos nos mesmos 40 pontos para realizar novas campanhas de captura de roedores três e seis meses pós-intervenção (novembro-dezembro de 2015 e março-abril de 2016, respectivamente).

Durante as campanhas de capturas foram utilizados protocolos já descritos em trabalhos prévios (Kajdacs et al, 2013; Costa et al, 2014a; Panti-May et al, 2016; Walker et al, 2017). A equipe de pesquisa aplicou um questionário com mais variáveis que o do CCZ (Costa et al, 2014a) nos 40 pontos para identificar sinais de infestação de roedores, e solicitou permissão aos residentes para instalar e ativar as armadilhas nos domicílios. Em cada domicílio foram colocadas duas armadilhas de captura viva, tipo *Tomahawk*® que foram identificadas individualmente por uma anilha numerada, quando era colocada uma isca (linguiça) durante a instalação da armadilha, e trocada diariamente durante a verificação por quatro dias consecutivos. A inspeção diária de armadilhas ocorreu durante as manhãs, e cada armadilha foi enquadrada em um questionário de avaliação de sucesso de captura como: aberta; fechada com animal capturado; fechada, mas nenhum animal capturado; isca removida, gaiola roubada; ou danificada. Quando detectada remoção de iscas, novas iscas eram recolocadas todas as manhãs (Panti-May et al, 2016).

Os roedores capturados foram transportados ao laboratório, onde foram processados seguindo rigorosas normas de biossegurança (Mills et al, 1995), as diretrizes da

Associação Médica Veterinária Americana para a eutanásia de animais (Leary et al, 2013). Estes protocolos foram aprovados pelo comitê de ética para uso de animais em pesquisas (CPqGM nº 003/2012). Os animais foram anestesiados utilizando Isoflurano (inalatório) e eutanasiados utilizando Tyopental. Para obter as características demográficas, foram coletadas medidas morfométricas, e, dados sobre sexo, peso, estado de saúde, presença de ferimentos e ectoparasitas. Para determinar o estado reprodutivo, foi observando nos machos se os testículos estavam escrotados, e, nas fêmeas, a presença de fetos, cicatrizes placentárias ou sinais de cópula recente (Costa et al., 2014b). Todos os dados foram coletados seguindo instrumentos previamente validados e armazenados utilizando o software online REDCap.

Análise de dados

Realizamos análises descritivas de frequência e medidas de tendência central para as características demográficas da população de roedores entre os diferentes períodos pré e pós intervenção. A condição corporal dos roedores foi estimada usando um "índice de massa em escala" (Smi) com base na massa e comprimento do corpo, que elimina o efeito da idade (Paig e Green, 2009).

Para comparar as médias de idade e de Smi de toda a população de ratos capturada entre campanhas e vales (variáveis independentes) foi utilizada ANOVA paramétrica, caso a distribuição atendesse as premissas do teste. De outra forma, ANOVA com permutação (teste não paramétrico) foi utilizada. Além disso, as médias do número de embriões (dados de fêmeas grávidas) e de idade das fêmeas grávidas foi comparada entre campanhas e vales, utilizando os testes supramencionados. Pós-testes de Tukey HSD ou Fischer LSD foram aplicados para ANOVA paramétrica ou com permutação, respectivamente. Adicionalmente, o teste binomial de probabilidade (par-a-par) foi utilizado para determinar se a proporção sexual variou de 1:1 entre as campanhas e para

verificar se a variação entre as proporções de infestação foi significativa. Nós comparamos a proporção de fêmeas grávidas entre as campanhas usando um teste qui-quadrado de homogeneidade.

Para estimar a abundância relativa de ratos utilizamos um índice de sucesso de armadilha. Este índice foi calculado dividindo o número total de ratos capturados pelo esforço total da armadilha, ajustado de acordo com o método descrito por Cavia et al, 2012.

Para analisar o efeito da quantidade de iscas de veneno no sucesso de captura, foi utilizada uma beta regressão com zero inflado, a qual possui uma ampla variedade de formas de distribuições de probabilidade. Entre elas, é possível ajustar dados que variam entre zero e um como taxas ou proporções, por exemplo. Entretanto, esses modelos são somente úteis para inferência de valores entre um intervalo aberto de zero e um, ou seja, intervalos que não incluem zero e um. Smithson e Verkuilen (2006) propuseram uma transformação desses valores para poder aplicar uma beta regressão simples, mas essa solução não resolve o problema de conjuntos de dados com muitos zeros e um, apenas transforma o problema. Com isso, devido à característica do sucesso de captura em possuir muitas ausências (~50%), utilizamos um pacote para beta regressão com zero inflado (pacote *zoib*) desenvolvido por Liu & Kong (2015). O pacote utiliza inferência bayesiana para a estimação dos efeitos das variáveis explanatórias sobre a variável resposta e sobre os valores de zero, com isso, foi possível testar também se há alguma relação com o aumento da quantidade de iscas e o número de ausências encontradas. A performance do modelo foi checada pela convergência das cadeias de Markov usando a função *traceplot* e pelo gráfico de auto-correlação (*autocorr.plot*). Para maiores informações sobre a checagem do modelo, verificar Liu & Kong (2015). A identidade do ponto foi considerada como um efeito aleatório, uma vez que em cada campanha de captura os mesmos foram

amostrados. Foi calculado o *Odds Ratio* de cada parâmetro, e os intervalos de confiança que incluíram 1, são considerados não significativos.

Em todas as análises estatísticas foi considerado um nível de significância de $p < 0,05$, e foram realizadas no software R (R Development Core Team, Viena, Áustria) (pacotes: *lmPerm*, *agricolae* e *zoib*).

RESULTADOS

Intervenção química realizada pelo CCZ

Durante a intervenção química, foram visitados todos os domicílios dos vales 1 e 3 (N=939), totalizando 283 no vale 1 e 656 no vale 3. Na tabela 1 são apresentados dados da cobertura da intervenção química estratificada por vale. Pode-se observar que 32,5% dos domicílios estiveram fechados em todas as visitas dos agentes do CCZ, 23,4% estiveram abertos em uma visita, 15,9% em duas visitas e 16% em três visitas. Apenas 12,2% estiveram abertos nas quatro visitas. Dois terços dos domicílios (634; 67,5%) foram inspecionados pelo menos uma vez. As casas estarem fechadas foi a causa principal de não inspeção (32,5%). A proporção de recusa dos moradores foi baixa (0,2%).

Entre os domicílios inspecionados, 40% (n=254) não apresentavam sinais de infestação ou variáveis ambientais que favorecessem a ocorrência de roedores sinantrópicos. Portanto, estes pontos não se enquadraram na necessidade de aplicação de rodenticidas, porém em 16% (n=41) deles houve aplicação a pedido dos moradores. Por outro lado, 59,9% dos domicílios (380/634) apresentaram sinais de infestação de roedores ou condições ambientais associadas à presença de roedores. Dentre estes domicílios com necessidade de controle, 78,2% (297/380) foram tratados com rodenticida pelos agentes

do CCZ. Os demais 21,8% (83/380) não foram tratados devido a presença de crianças ou animais que poderiam estar sob risco.

Dentre os domicílios que receberam aplicação de rodenticida, 67% recebeu apenas blocos parafinados contendo 0,005% de Brodifacoum e 5,8% recebeu apenas pó de contato contendo 0,75% de Cumatetralil. Adicionalmente, 27,2% dos domicílios receberam os dois tipos de rodenticidas. A média de blocos parafinados por domicílio foi de 3,2, entretanto existiu uma elevada variação na intensidade de aplicação (amplitude de 1 a 21). Finalmente, apenas 12,3% dos domicílios visitados, que necessitavam de aplicação de rodenticida, recebeu as três aplicações (Tabela 2).

Foi possível observar uma elevada heterogeneidade espacial na distribuição de domicílios com infestação ou condições ambientais que requeriam aplicação de rodenticida. Também observamos elevada heterogeneidade na aplicação de rodenticida nos vales 1 e 3 (Figura 2B). Neste estudo não foram realizadas análises de aglomerado, entretanto a Fig. 3 sugere que não existiu agregação espacial entre os domicílios sem aplicação química e aqueles que tiveram 1, 2 ou 3 aplicações.

Durante a segunda e terceira aplicações de rodenticida, as iscas colocadas anteriormente foram avaliadas quanto ao consumo, como “não consumidas”, “consumidas parcialmente”, “consumidas totalmente” e “não encontradas”. Não foi possível estimar corretamente o consumo das iscas, pois a grande maioria (73%, n=500/685 na primeira aplicação) não foi encontrada nas aplicações seguintes. Isso pode ter acontecido pela remoção das iscas pelos moradores, pelo agente não se lembrar onde a isca tinha sido colocada ou por não ser o mesmo agente que fazia a visita seguinte. Entre as iscas colocadas na primeira aplicação que foram encontradas durante a segunda aplicação

(185), 96 (51,9%) foi consumida totalmente, 37 (20%) consumidas parcialmente e 52 (28,1%) estavam sem consumo.

Quando considerada unicamente a avaliação de infestação por roedores realizada pelo CCZ, a avaliação pré-intervenção revelou 39% dos domicílios com sinais de infestação por roedores. Na avaliação pós-intervenção esta proporção caiu significativamente para 21,1% ($p < 0.05$) indicando uma redução de 54% nos domicílios avaliados. A disponibilidade de recursos como água e alimento não apresentou redução significativa entre as avaliações ambientais realizadas pelo CCZ. A proporção de domicílios com água disponível reduziu de 44,1% para 40%, enquanto a proporção de casas com alimento disponível aumentou de 37,2% para 39,7%.

Captura de roedores

Durante as três campanhas de captura, nos 40 domicílios amostrados nos três vales foram capturados 126 *R. norvegicus* e 2 *R. rattus* (Tabela 3). Durante a campanha pré-intervenção foi realizado um esforço de captura de 310 armadilhas/noite (número de armadilhas por noite vezes o número de noites amostradas) que resultaram em 43 *R. norvegicus* capturados em 23 pontos. Durante a campanha realizada três meses após a intervenção foi realizado um esforço de 312 armadilhas/noite resultando em 47 *R. norvegicus* e 2 *R. rattus* capturados em 21 pontos. Finalmente, na campanha que foi realizada seis meses após a intervenção, o esforço de captura foi de 324 armadilhas/noite e 36 *R. norvegicus* foram capturados em 24 pontos. Para este trabalho, só foram considerados os dados de *R. norvegicus*.

O índice de infestação predial (IIP) dos 40 pontos onde foram realizadas as capturas de roedores não apresentou redução (70%/72%/65%) entre o período anterior à intervenção e os dois períodos após a intervenção química.

A abundância relativa, avaliada pelo sucesso de captura, não variou notavelmente entre os vales e entre campanhas. O sucesso de captura variou de 0,12 a 0,19. Não houve diferenças significativas na média do sucesso de captura entre os vales que receberam ou não a intervenção química e entre campanhas pré e pós intervenção (detalhes na tabela 3).

Como não foram identificadas diferenças pré e pós intervenção entre os vales e a intervenção química não foi homogênea na área de estudo (Fig 3) realizamos comparações de sucesso de captura por ponto, para avaliar se a quantidade de iscas teve influência no sucesso de captura de cada ponto. O sucesso de captura por ponto variou de 0 a 0,67 (mediana 0,15; IQR 0-0,28). Os vales que receberam a intervenção química tiveram variação de 0 a 0,61 (mediana 0,14 IQR 0-0,28) no período 1 (antes da intervenção), e, de 0 a 0,66 (mediana 0,16 IQR 0-0,33) e 0 a 0,5 (mediana 0,15; IQR 0-0,27), nos períodos 2 e 3 (depois da intervenção), respectivamente. Já o vale que não recebeu a intervenção teve variação de 0 a 0,57 (mediana 0,14; IQR 0-0,16) antes e 0 a 0,61 (mediana 0,16; IQR 0-0,28) e 0 a 0,31 (mediana 0,15; IQR 0-0,28), em 3 e 6 meses após a intervenção. No resultado da beta regressão, não houve relação entre o número de iscas aplicadas e o sucesso de captura em cada ponto. Observamos uma relação positiva entre o sucesso de captura e três aplicações de pó de contato, entretanto, o número de casas que receberam as três aplicações desse rodenticida foi muito baixo (12,3%), e, as casas que receberam as três aplicações tinham maior quantidade de sinais de atividade de roedores, assim, não podemos afirmar que exista realmente uma relação dessas duas variáveis (mais detalhes disponíveis no material suplementar).

As características demográficas da população de roedores pré e pós intervenção foram descritas na Tabela 3. Entre os machos, 88,8% (56/63) eram sexualmente ativos, em fêmeas pelo menos uma característica de atividade sexual foi observada em 61,9% dos

animais (39/63). Das fêmeas sexualmente ativas, 58,9% (23/39) estavam grávidas e 61,5% (24/39) estavam lactantes (37,5 % das fêmeas lactantes também estavam grávidas). Entre as fêmeas grávidas, o número médio de embriões foi de 11 (IQR 9-12).

Não foram encontradas diferenças significativas na proporção entre machos e fêmeas entre os vales (que receberam ou não intervenção química) e entre as campanhas pré e pós intervenção ($P > 0,05$). A média de massa corporal dos machos apresentou uma redução de 20% na campanha realizada três meses após a intervenção quando comparada à campanha pré-intervenção. Essa redução ficou discreta na 2ª campanha pós intervenção, realizada 6 meses após a aplicação de rodenticidas. Entretanto, não houve diferença significativa entre as médias de Smi (*proxy* de condição corporal) entre campanhas ou vales quando realizado o teste de ANOVA com permutações (Iter = 869, $P = 0,485$). Adicionalmente, também não foi observada diferença significativa entre médias do número de embriões das fêmeas grávidas entre campanhas e vales (ANOVA com permutação, Iter = 1.113, $P = 0,354$), entre as médias de idade entre campanhas ou vales (Iter= 1.091, $P=0,365$) ou entre as médias de idade de fêmeas grávidas (vales 1 e 3: Iter = 368, $P = 0,527$; vale 2: iter = 295, $P = 0,152$) entre campanhas e vales com e sem intervenção química. Finalmente, não foi encontrado resultado significativo para a variação na proporção de fêmeas grávidas entre campanhas e vales com ou sem intervenção ($P>0,05$).

DISCUSSÃO

Poucos estudos prévios têm reportado dados sobre eficiência dos programas de controle nos parâmetros demográficos de populações urbanas de (Fernández et al, 2007; Babolin et al, 2016) roedores. Adicionalmente, nenhum deles avaliou sistemática e

longitudinalmente a qualidade da intervenção em termos de cobertura, intensidade e número de visitas realizadas em cada domicílio da área estudada. No presente trabalho não foram identificadas alterações nas características demográficas da população de *R. norvegicus* antes e depois de uma intervenção química realizada pelo Centro de Controle de Zoonoses na cidade de Salvador, Brasil. Da mesma forma, não observamos diferenças na proporção de domicílios infestados durante a aplicação de rodenticida em uma amostra dos domicílios avaliados. Estes achados contrapõem-se aos resultados obtidos pelo CCZ, na mesma intervenção, que indicaram uma redução na proporção de domicílios com sinais de infestação de roedores de 54% entre todos os domicílios avaliados durante a intervenção. Adiante, são discutidos os principais desafios encontrados pelo CCZ durante a execução da intervenção como o acesso moderado aos domicílios (67,5% acessados) e a baixa taxa de completude (12,3%) do protocolo que inclui três aplicações de rodenticida entre os domicílios com necessidade de intervenção. Estes resultados são chave para identificar as barreiras que estão por trás da baixa efetividade no controle de roedores sinantrópicos e na prevenção de doenças zoonóticas, como a leptospirose, no Brasil e outros países em desenvolvimento.

A abundância relativa dos roedores não apresentou diferenças significativas entre períodos pré e pós intervenção. Também não encontramos correlação entre o número de iscas aplicadas com a abundância relativa (sucesso de captura) estimada em cada ponto avaliado. Esses resultados condizem com um estudo prévio realizados em São Paulo (Babolin et al, 2016), que utilizou metodologia similar, e onde também não foram identificadas alterações da abundância relativa de *R. rattus* após uma intervenção que utilizou rodenticidas com os mesmos princípios ativos e formulações que os utilizados neste estudo. Em uma outra intervenção, que combinou medidas de saneamento, educação ambiental e controle químico, em uma comunidade carente na cidade Buenos

Aires (Argentina) foi observada uma redução na atividade de roedores, e, em até noventa dias a população ainda não havia retornado ao nível inicial (Fernández et al, 2007), porém, esse estudo não avaliou a efetividade após os 90 dias. Entretanto em países desenvolvidos de climas temperados, onde estas metodologias foram desenvolvidas, estudos mostram diminuição de 50 a 90% na abundância relativa de roedores, como relatado por Emlen e colaboradores (1948) em Baltimore. Isso pode estar relacionado a que em ambiente tropicais e de favelas há disponibilidade de alimento durante todo o ano e elevadas taxas de reprodução (Panti-May et al, 2016)

Nas avaliações realizadas pelo grupo de pesquisa não foi observada diferenças na proporção de domicílios com sinais de infestação. Estes fatos contrapõem-se aos resultados do CCZ durante a intervenção que reportaram uma queda de 54% na proporção de domicílios infestados (de 39% para 21%). A divergência obtida entre o grupo de pesquisa e a avaliação do CCZ pode ser atribuída a diferenças no momento da avaliação, número de domicílios avaliados (a avaliação do CCZ foi mais abrangente) ou variações na metodologia entre avaliadores.

Ademais, não observamos mudanças nas características demográficas da população de roedores como razão de sexos, idade, S_{mi}, número de embriões após a intervenção química. Até onde sabemos, nenhum estudo anterior descreveu em detalhes estas características populacionais em áreas urbanas após controle químico para compararmos aos nossos resultados. Entretanto em Baltimore, nos Estados Unidos (Davis, 1951b), ao analisar a composição de populações de *R. norvegicus* estacionárias, crescentes e decrescentes foi observado que os ratos de populações crescentes, após uma campanha de remoção, ganharam peso mais rapidamente do que aqueles nas populações estacionárias, mesmo que mais novos. Assim, teria sido esperada uma população formada principalmente por indivíduos jovens nos períodos pós-intervenção se o controle tivesse

diminuído a abundância da população de roedores em Pau da Lima o que não foi observado. Por outro lado, Davis (1951b) não encontrou diferença na razão entre os sexos após a remoção, mantendo-se sempre próxima de 1:1, e estes resultados foram similares aos observados no nosso estudo.

Ainda sobre as características demográficas, é esperado em mamíferos que a proporção de fêmeas grávidas aumente após uma diminuição na densidade populacional (Clutton-Brock, 1985). Isso pode acontecer devido às fêmeas remanescentes disporem de maior quantidade de recursos frente à redução da competição (Clutton-brock, 1985). Este fenômeno foi observado em populações urbanas de *R. norvegicus* em Baltimore (Davis 1951a). Em Pau da Lima não observamos diferenças na proporção de fêmeas grávidas ou número de embriões, sugerindo novamente que a intervenção não teve um impacto na diminuição da população. Alternativamente, teria sido esperado que após o controle, a média de idade das fêmeas grávidas diminuísse em caso da proporção de gravidez permanecesse constante (Davis, 1958), o que também não foi observado no nosso estudo.

A campanha de controle químico realizada pelo CCZ enfrentou desafios comuns a outras estratégias de base comunitária para o controle de vetores ou reservatórios (Tauil, 2002, Parkers, 2011). A proporção de domicílios inspecionados foi moderada (67,6%). Uma das maiores limitações do programa foi a quantidade de casas fechadas 32,4%. A proporção de domicílios fechados é similar à reportada nos programas de controle de roedores de São Paulo e Recife (de Masi *comunicação pessoal*) e programas de controle da dengue em todo o mundo (Chadee, 1988; Gürtler et al, 2009; Costa et al, 2012). O horário das visitas dos agentes de endemias se restringiu ao turno matutino, excluindo a possibilidade de que as casas onde as pessoas não estão disponíveis nesse período recebessem as visitas dos agentes e, conseqüentemente, as aplicações de rodenticidas. Mudanças nos dias/horários de visita podem ser uma alternativa para aumentar a

eficiência dos programas (Chadee, 1988), entretanto a logística e custo dessas mudanças devem ser avaliadas.

Outro fato observado neste estudo foi a distribuição heterogênea das aplicações de rodenticidas na área de estudo (Figura 2B). Algumas áreas receberam maior cobertura enquanto outras tiveram pouco ou nenhum tratamento. Adicionalmente, apenas 12% dos domicílios que tinham sinais ou características ambientais associadas a roedores, tiveram o esquema completo da intervenção (que inclui 3 aplicações de rodenticida). Desafortunadamente os estudos prévios não relatam dados sobre a completude das intervenções reportadas (de Masi et al, 2009; Babolin et al, 2014). Esse fator é provavelmente um determinante para a aparente falta de efetividade destas intervenções no controle das populações de roedores, já que a disponibilidade de quantidade insuficiente de iscas implica que os roedores não tenham acesso a iscas suficientes (Parkers et al, 2011).

Este estudo possui limitações importantes. Uma delas foi a inviabilidade da amostragem em alguns locais de possível captura de roedores, que permaneceram inacessíveis devido à violência relacionada ao tráfico de drogas. O protocolo do MS determina que devem ser realizadas três campanhas de controle de roedores ao ano. Este estudo avaliou só a primeira campanha de controle em Pau da Lima, e é esperado que a efetividade destas intervenções aumente após intervenções repetidas. As medidas utilizadas para avaliar a efetividade do programa pelo grupo de pesquisa e pelo CCZ não são necessariamente comparáveis, já que se sabe que não existe uma correlação elevada entre abundância relativa estimada por métodos de captura e níveis de infestação avaliados por sinais (Hacker et al, 2016). Adicionalmente, a avaliação pré-intervenção feita pelo grupo de pesquisa foi realizada sete meses antes da campanha de intervenção química. Mudanças ambientais ou na população de roedores poderiam ter acontecido entre o momento da

avaliação pré-intervenção e o momento da intervenção, entretanto havia uma expectativa prévia de que a população de roedores é temporalmente estável na área de estudo, na ausência de intervenções (Panti-May et al, 2016). Finalmente, o tamanho amostral (especialmente o número de ratos capturados por vale) pode ter sido insuficiente para testar alguma das hipóteses propostas, por exemplo, observamos uma redução de 20% na massa corporal dos roedores após a intervenção (não significativa estatisticamente), contudo, a interpretação destes resultados pode ter sido influenciada pelo tamanho amostral.

As evidências acima apresentadas sugerem que a intervenção baseada principalmente em rodenticidas não foi eficiente para reduzir a abundância de roedores nesta comunidade com importantes deficiências socioambientais. Sabe-se que a metodologia proposta pelo Ministério da Saúde para controlar roedores inclui, além da aplicação de rodenticidas, medidas de saneamento e manejo ambiental assim como ações educativas (Brasil, 2002). Entretanto, devido a restrições operacionais enfrentadas pela maioria dos programas de controle de roedores no Brasil e outros países, esse controle é feito utilizando principalmente rodenticidas químicos, o que não tem sido uma solução efetiva de longo prazo (Singleton et al., 1999). Assim, o uso de rodenticidas representa uma medida paliativa frente à falta de estrutura no combate a doenças negligenciadas como a leptospirose (Costa et al, 2015). Além disso, o uso ineficiente de rodenticidas pode gerar uma condição para reprodução rápida por roedores sobreviventes e a perpetuação de qualidades genéticas favoráveis à resistência (Colvin e Jackson, 1999).

Somado a isso, as ações educativas, sem melhorias ambientais, também não parecem surtir efeito nas práticas dos moradores. Neste estudo, mesmo com as recomendações dos agentes de endemias durante a intervenção, a disponibilidade de água e alimento para

roedores se mantiveram as mesmas (aproximadamente 40%) antes e depois das ações educativas.

O controle de roedores em áreas urbanas do Brasil enfrenta uma série de restrições, principalmente operacionais, como a falta de recursos humanos e financeiros que não permitem a manutenção de uma rotina nas ações. Estes programas são negativamente afetados frente a surtos de outras doenças de maior visibilidade como dengue e Zika. Outros desafios são a instabilidade política que ocasiona a rotatividade em cargos de liderança nos órgãos de controle, a dificuldade de acesso dos agentes a algumas localidades com elevados índices de violência e tráfico de drogas, a falta de acesso e de limpeza de terrenos baldios e casas vazias, além da falta de um plano de treinamento contínuo para os ACEs. Estas dificuldades podem, em parte, ser superadas por meio da disponibilidade de suporte técnico relativos aos métodos de controle e aos fatores ecológicos locais, que seja acessível aos agentes de endemias que atuam no campo e com a realização de atividades integradas com os órgãos de infraestrutura urbana.

Drummond (1970) e Colvin e Jackson (1999) enfatizaram a importância de uma abordagem programática para o manejo de populações de ratos urbanos, que incorpore planejamento de longo prazo, programação, gerenciamento de dados e capacidade de mapeamento. Para isso, a gestão municipal de controle de zoonoses precisa estar intimamente associada à “ciência de controle de roedores” e esforços devem ser feitos na esfera política e administrativa para que os programas de controle de zoonoses estejam associados às universidades e às instituições de pesquisa e possam ser melhor projetados, implementados e sustentados. Alguns dos poucos exemplos existentes na literatura de programas de controle bem sucedidos foram coordenados em Budapeste, Hungria (Gacs et al., 1977, Bajomi e Sasvari, 1986) e Kuwait (Al Senei et al., 1986) e todos eles

enfatizaram a importância de investimentos em saneamento e na gestão ambiental em conjunto com as medidas de controle de roedores acima mencionadas.

A avaliação da efetividade dos programas de controle sobre a população de roedores reservatórios de zoonoses é essencial para a prevenção de doenças humanas que afetam as comunidades mais vulneráveis de países em desenvolvimento. Estas avaliações permitem a identificação de barreiras nos programas de controle de roedores como no padrão de cobertura e intensidade das intervenções permitindo direcionar ações para superar estas limitações. Intervenções para melhorar as deficiências ambientais, por exemplo, fechar esgotos abertos, e implementar coleta de lixo, também devem ser integradas ao controle químico, uma vez que, nessas áreas, utilizar apenas controle químico parece não ser suficiente para reduzir a abundância de roedores e, conseqüentemente, a transmissão de leptospirose.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao pessoal da Fiocruz e Centro de Controle de Zoonoses de Salvador por sua ajuda na realização deste estudo. Mayara Carvalho, Leonardo Ferreira e Nivison Júnior por seu apoio na gestão de banco de dados e Priscilla Machado e Djime Dourado pela construção dos mapas. Gostaria também de agradecer às associações de moradores, líderes comunitários e moradores que constituem o Conselho de Saúde Urbana de Pau da Lima.

Financiamento

Este trabalho contou com o apoio da Fundação Oswaldo Cruz e da Secretaria de Vigilância em Saúde, do Ministério da Saúde (grants R01 AI052473, U01 AI088752, R01TW009504, R25 TW009338 e R01 AI121207) e pelo Wellcome Trust (102330/Z/13/Z).

REFERÊNCIAS

- Al Senei KS, Zaghhloul T e Balba M. Organisation of the rodent control project in Kuwait. In: Richards, C.G.J. and Ku, T.Y., ed., Control of mammal pests. London, Taylor and Francis, 1986. pp 143–150.
- Babolin LS, Almeida-Silva MJF, Potenza MR, Fava CD, Castro V, Harakava R, Okuda LH, Rebouças MM, Campos AEC. Zoonosis associated to *Rattus rattus* and the impacts of the public actions to control the species Urban Pests. 2016;83:1-7
- Bajomi D. and Sasvari K. Results of eight years' examination of the habitats of residual urban rat populations after eradication. In: Salmon TP, editors, Proceedings of the 12th Vertebrate Pest Conference. Davis, University of California; 1986. pp 66–74.
- Bradley C, Altizer S. Urbanization and the ecology of wildlife diseases. Trends in Ecology and Evolution. 2006; 22 : 95–102
- Brasil. Manual de controle de roedores. 1ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde; 2002.
- Brasil. Guia de Vigilância Epidemiológica. 7ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2009.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Manual de vigilância, prevenção e controle de zoonoses : normas técnicas e operacionais. Brasília : Ministério da Saúde, 2016.
- Bonhomme F, Orth A, Cucchi T, Rajabi-Maham H, Catalan J, et al. Genetic differentiation of the house mouse around the Mediterranean basin: matrilineal footprints of early and late colonization. Proc R Soc B. 2011; 278: 1034– 1043.
- Cavia R, Cueto GR, Suárez OV. Techniques to estimate abundance and monitoring rodent pests in urban environments. In: Larramendy ML, Soloneski S, editors. Integrated Pest Management and Pest Control—Current and Future Tactics. InTech; 2012. pp. 147–172.
- CDC. Integrated pest management: conducting urban rodent surveys. Centers for Disease Control and Prevention- Atlanta: US Department of Health and Human Services. 2006.

Chadee DD. Effects of closed houses on the *Aedes aegypti* eradication program in Trinidad. *Med Vet Entomol.* 1988; 2:193–8.

Clapperton BK. A review of the current knowledge of rodent behaviour in relation to control devices. Science for Conservation. Department of Conservation. Wellington. 2006; p 55

Clutton-Brock TH, Major M & Guinness FE. Population regulation in male and female red deer. *J. Anim. Ecol.* 1985; 54:831-846

Colvin BA, Jackson WB. Urban rodent control programs for the 21st century. In: Singleton GR, Hinds LA, Leirs H, Zhang Z, editors. Ecologically-based rodent management. ACIAR Books, Canberra, Australia. 1999. pp. 243-258

Costa F, Fattore G e Abril M. Diversity of containers and buildings infested with *Aedes aegypti* in Puerto Iguazú, Argentina. *Cad. Saúde Pública* [online]. 2012; 28:1802-1806.

Costa F, Porter FH, Rodrigues G, Farias H, de Faria MT, Wunder EA, et al. Infections by *Leptospira interrogans*, Seoul Virus, and *Bartonella* spp. Among Norway Rats (*Rattus norvegicus*) from the Urban Slum Environment in Brazil. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases.* 2014a;14: 33–40.

Costa F, Ribeiro GS, Felzemburgh RDM, Santos N, Reis RB, Santos AC, et al. Influence of Household Rat Infestation on *Leptospira* Transmission in the Urban Slum Environment. *PLoS Negl Trop Dis.* 2014b;8-12

Costa F, Hagan JE, Calcagno J, Kane M, Torgerson P, Martinez-Silveira MS, et al. Global Morbidity and Mortality of Leptospirosis: A Systematic Review. *PLoS Negl Trop Dis.* 2015; 9:9

Coto H. *Biología y control de ratas sinantrópicas.* Editorial Abierta: Buenos Aires, 1997.

Davis DE. The relation between level of population and pregnancy of Norway rats. *Ecology.* 1951a; 32: 459-461.

Davis DE. The Relation Between Level of Population and Size and Sex of Norway Rats. *Ecology.* 1951b; 32: 462-64

Davis DE, Christian JJ. Population consequences of a sustained yield program for Norway rats. *Ecology*. 1958; 39: 217–222

Davis H, Casta A, Schats G. Urban rat surveys. U.S. Department of Health, Education, and Welfare. Public Health Service. Center for Disease Control (CDC). 1977; 77-8344.

de Faria MT, Calderwood MS, Athanazio DA, McBride AJA, Hartskeerl RA, et al. Carriage of *Leptospira interrogans* among domestic rats from a high endemic urban setting for leptospirosis in Brazil. *Acta Trop*. 2008; 108: 1–5.

De Masi E, Vilaça PJ, Razzolini M TP. Evaluation on the effectiveness of actions for controlling infestation by rodents in Campo Limpo region, Sao Paulo Municipality, Brazil. *International Journal of Environmental Health Research*. 2009; 19: 291–304.

Drummond DC. Rat free towns: the strategy of area control. *Royal Society of Health*. 1970; 90: 131–134.

Emlen JT, Stokes AW, Winsor CP. The rate of recovery of decimated populations of brown rats in nature. *Ecology*. 1948;29:133–145.

Fernández MS, Cavia R, Cueto GR & Suárez OV. Implementation and evaluation of an integrated program for rodent control in a shanty town of Buenos Aires City, Argentina. *EcoHealth*. 2007; 4: 271–277.

Frantz S, Davis DE. Bionomics and integrated pest management of commensal rodents. In: Gorman editor. *Ecology and management of food industry pests*. Association of Official Analytical Chemists, Arlington. 1991.

Gacs F, Herczeg T, Papacsi L and Elek, S. Methods of monitoring rat infestations, and approval schemes for city-wide deratization operations. *EPPO (European Plant Protection Organization) Bulletin*. 1977; 7: 533–539.

Global Invasive Species Database. IUCN, Invasive Species Specialist Group. Available: <http://www.issg.org/database/welcome/>. Acessado em 20 de outubro de 2016.

Gouveia EL, Metcalfe JMD, de Carvalho ALF et al. Leptospirosis-associated severe pulmonary hemorrhagic syndrome, Salvador, Brazil. *Emerg Infect Dis*. 2008;14.

Hacker KP, Minter A, Begon M, Diggle PJ, Serrano S, Reis MG, Childs JE, Ko AI, Costa F. A comparative assessment of track plates to quantify fine scale variations in the relative abundance of Norway rats in urban slums. 2016; 1-15.

Himsworth CG, Parsons KL, Jardine C, Patrick DM. Rats, cities, people, and pathogens: A systematic review and narrative synthesis of literature regarding the epidemiology of rat-associated zoonoses in urban centers. *Vector Borne Zoonotic Dis* 2013;13: 349–359.

Himsworth CG, Jardine CM, Parsons KL, Feng AYT, Patrick DM. The characteristics of wild rat (*Rattus* spp.) populations from an inner-city neighborhood with a focus on factors critical to the understanding of rat-associated zoonoses. *PLoS One*. 2014;9:e9165

Howald G, Donlan CJ, Galvan JP, Russell JC, Parkes J, Samaniego A, Wang Y, Veitch, D, Genovesi P, Pascal M, Saunders A, Tershy B. Invasive rodent eradication on islands. *Conserv. Biol.* 2007; 21: 1258–1268.

Kajdacsí B, Costa F, Hyseni C, Porter F, Brown J, et al. Urban population genetics of slum-dwelling rats (*Rattus norvegicus*) in Salvador, Brazil. *Mol Ecol.* 2013; 22: 5056–5070.

Ko AI, Reis MG, Dourado CMR, Johnson WD Jr, Riley LW. Urban epidemic of severe leptospirosis in Brazil. *Salvador Leptospirosis Study Group. Lancet.* 1999;354, 820-5.

Lack JB, Hamilton MJ, Braun JK, Mares MA, Van Den Busche RA. Comparative phylogeography of invasive *Rattus rattus* and *Rattus norvegicus* in the US reveals distinct colonization histories and dispersal. *Biol Inv.* 2013; 15: 1067– 1087.

Leary S, Underwood W, Lilly E, Anthony R, Cartner S, Corey D, et al. AVMA guidelines for the euthanasia of animals: 2013 Edition. Schaumburg, Illinois: American Veterinary Medical Association; 2013.

Lore RK, Flannelly K. Habitat selection and burrow construction by wild *Rattus norvegicus* in a landfill. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 1978; 92:888–896.

Lund M. Commensal Rodents. In *Rodent Pests and Their controls*. 1st ed. Cambridge. 1994. pp. 23–43

Macdonald DW, Mathews F, Berdoy M. The Behaviour and Ecology of *Rattus norvegicus* : from Opportunism to Kamikaze Tendencies. In Ecologically-based Rodent Management. 59th ed. Canberra. 1999. pp. 49–80

Gürtler RE, Garelli FM, Coto HD. Effects of a Five-Year Citywide Intervention Program To Control *Aedes aegypti* and Prevent Dengue Outbreaks in Northern Argentina. PLoS Negl Trop Dis. 2009; 3(4): e427.

Liu F and Kong Y. ZOIB: an R Package for Bayesian Inferences in Beta and Zero One Inflated Beta Regression Models, The R Journal. 2015; 7(2):34-51

Mills JN, Yates TL, Childs JE, Parmenter R.R., Ksiazek T.G., Rollin P.E., Guidelines for working with rodents potentially infected with hantavirus. J Mammal. 1995;76:716–22.

Mădălina D, Anca D. The Socio-Economic Impact of Urbanization, Int. J. Acad. Res. Account., Finan. Manage. Sci. 2012; 2: 47-52

Monney I, Odai SN, Buamah R, Awuah E, Nyenje PM. Environmental impacts of wastewater from urban slums: case study - Old Fadama, Accra. International Journal of Development and Sustainability. 2013. 4: 223-228

Murphy RG, Oldbury D J .Rat control by local authorities within the UK. Jones SC, Zhai J, Robinson WH, editors. Proceedings of the 4th International Conference on Urban Pests (ICUP), Charleston. 2002; 1: 351–355

Panti-May JA, Hernández-Betancourt SF, Ruíz-Piña H, Medina-Peralta S. Abundance and population parameters of commensal rodents present in rural households in Yucatan, Mexico. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2012; 66:77–81.

Panti-May JA, Carvalho-Pereira TSA, Serrano S, Pedra GG, Taylor J, Pertile AC et al. A Two-Year Ecological Study of Norway Rats (*Rattus norvegicus*) in a Brazilian Urban Slum. PLoS ONE. 2016;11(3): e0152511.

Parkes J, Fisher P, & Forrester G. Diagnosing the cause of failure to eradicate introduced rodents on islands: Brodifacoum versus diphacinone and method of bait delivery. Conserv Evid. 2011; 8:100-106.

Porter FH, Costa F, Rodrigues G, Farias H, Glass G, Reis MG, Ko AI, Childs JE. Morphometric and demographic differences between tropical and temperate Norway rats (*Rattus norvegicus*). *J Mammal*. 2015; 96: 317–323.

Puckett EE, Park J, Combs M, Blum MJ, Bryant JE, Caccone A, Costa F, Deinum EE, Esther A, Himsworth CG et al. Global population divergence and admixture of the brown rat *Rattus norvegicus*. *Proc. R. Soc. B Biol*. 2016, 283.

Reis RB, Ribeiro GS, Felzemburgh RDM, Santana FS, Mohr S, Melendez AXTO, Queiroz A, Santos AC, Ravines RR et al. Impact of Environment and Social Gradient on *Leptospira* Infection in Urban Slums. *PLoS Negl Trop Dis*. 2008; 2(4): e228.

Riley LW, Ko AI, Unger A, Reis MG. Slumhealth: Diseases of neglected populations. *BMC Int Health Hum Rights* 2007;7: 2.

Sarkar U, Nascimento SF, Barbosa R, Martins R, Nuevo H, et al. Population-based case-control investigation of risk factors for leptospirosis during an urban epidemic. *Am J Trop Med Hyg*. 2002; 66: 605–610.

Sclar ED, Garau P, Carolini G. The 21st century health challenge of slums and cities. *Lancet*. 2005;365: 901–903.

Singleton, GR, Hinds LA, Leirs H, and Zhang Z, editors. *Ecologically-based management of rodent pests*. 1999.

Smithson M & Verkuilen J. “A Better Lemon Squeezer? Maximum-Likelihood Regression with Beta-Distributed Dependent Variables.” *Psychological Methods*. 2006; 11(1): 54–71.

Steiniger F. Beitrage zur Soziologie und sonstigen Biologie der Wanderratte. *Zeitschrift filr Tierpsy- chologie*. 1950; 7: 356-379.

Tauil PL. Critical aspects of dengue control in Brazil. *Cad. Saúde Pública*. 2002;18:867-871.

UN State of the World’s Cities 2010/2011: Bridging The Urban Divide, 2010. GB. Earthscan (UN-Habitat).

UN State of the world's cities 2012/2013 . Prosperity of cities, 2012. Nairobi – Kenya (UN-Habitat).

UN World Cities Report: Urbanization and Development: Emerging Features, 2016. Nairobi, Kenya, United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat);

Uttara S, Nishi B, Vanita A. Impacts of Urbanization on Environment, IJREAS. 2012; 2:2

Villafaña F, Molina RA, Lagos GM, Pérez MD. Efectividad en el uso del rodenticida biológico Biorat en comparación con el rodenticida químico para el control de los roedores sinantrópicos en objetivos urbanos de la Provincia de Cienfuegos, Cuba. Bol. de Malariol. y Saneamiento Ambiental. 2000;11 (1 y 2): 3-8

Walker R, Carvalho-Pereira T, Serrano S, Pedra G, Hacker K, Taylor J, Minter A, Pertile A et al. Factors affecting carriage and intensity of infection of *Calodium hepaticum* within Norway rats (*Rattus norvegicus*) from an urban slum environment in Salvador, Brazil. Epidemiol. Infect.2016;1:1-5

Whyatt RM, Camann DE, Kinney PL, Reyes A, Ramirez J, Dietrich J et al. Residential pesticide use during pregnancy among a cohort of urban minority women. Environ Health Perspect. 2002;110:507–514.

World Health Organization. Report of the WHO meeting on rodent ecology, population dynamics and surveillance technology in Mediterranean countries. Geneva; 1992.

Legenda das figuras

Figura 1A. Área de estudo e distribuição dos domicílios visitados com ou sem necessidade de aplicação de rodenticida em Pau da Lima, Salvador, Brasil. **B.** Número de aplicações de rodenticida entre os domicílios com necessidade em Pau da Lima, Salvador, Brasil.

Figura 2. Cronograma dos eventos de captura, avaliação ambiental, intervenção química estratificado por vale durante o período de estudo em Pau da Lima, Salvador Brasil

Figura 1A.

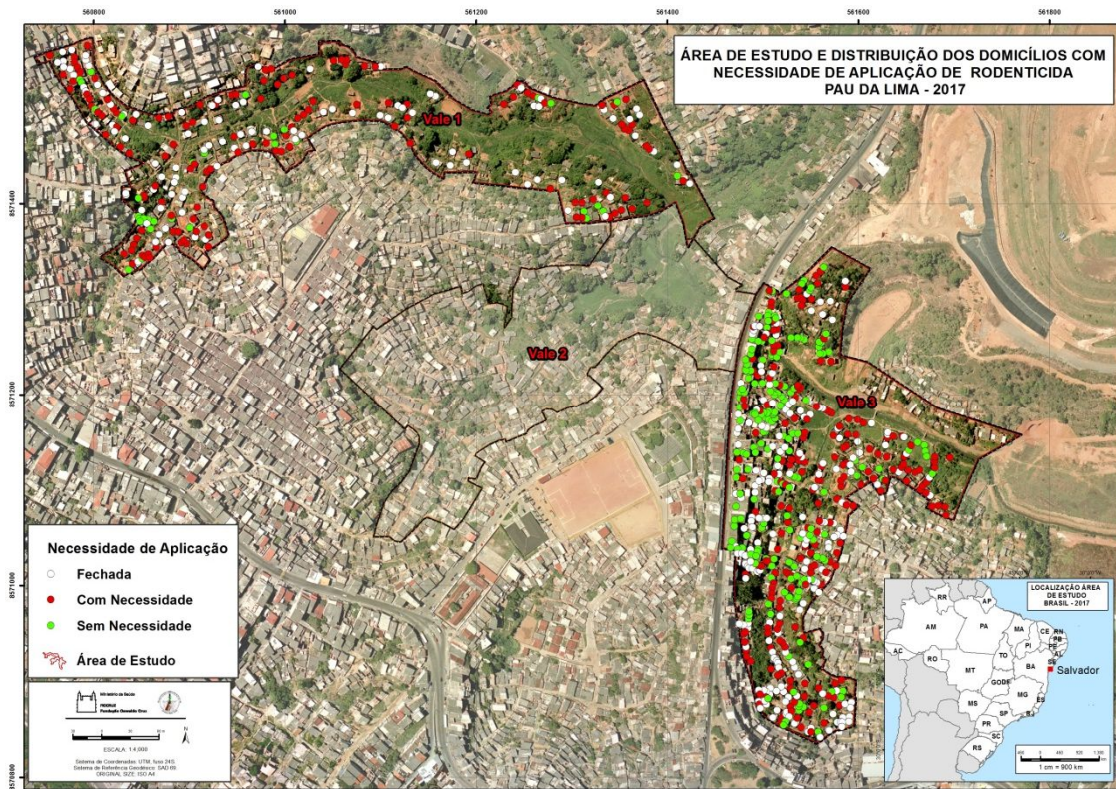


Figura 1 B

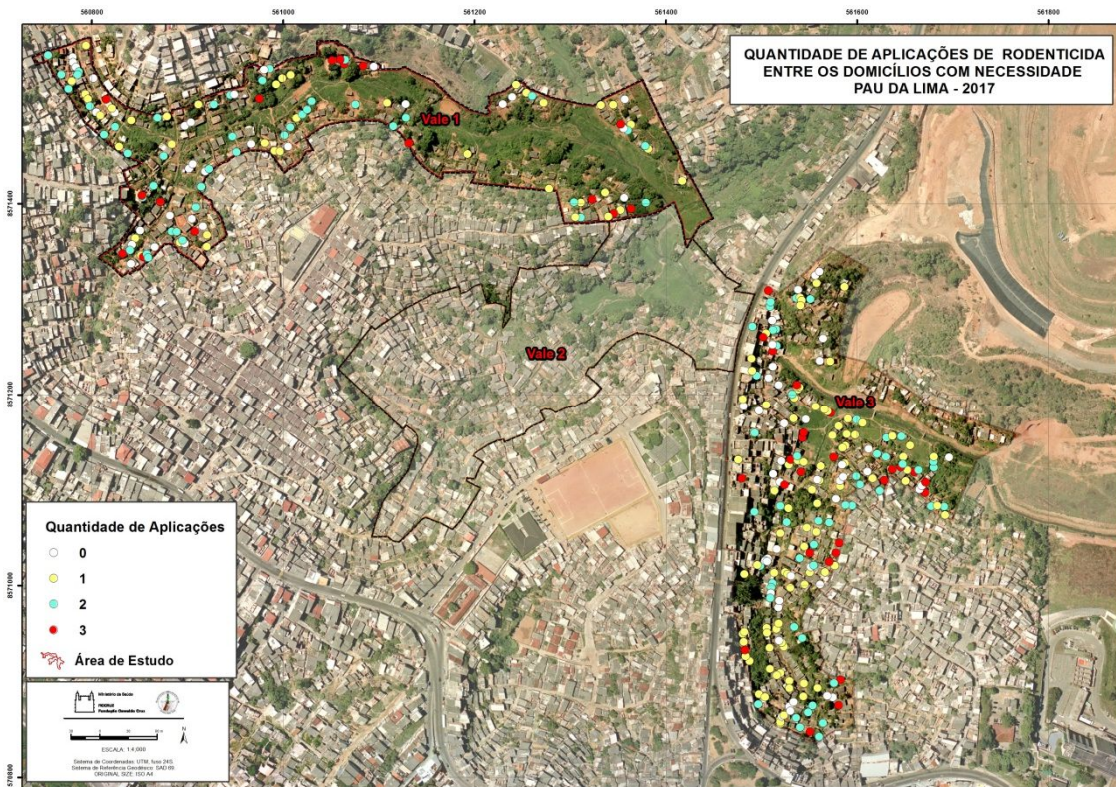


Figura 2.

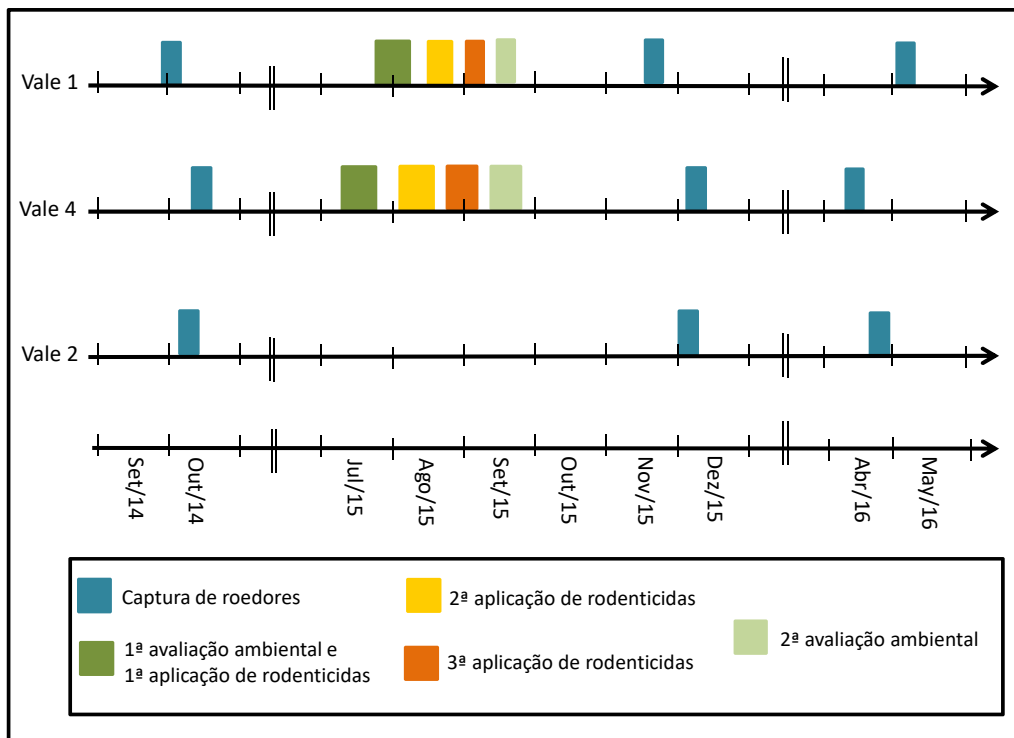


Tabela 1 - Proporção de inspeções por vale

Vale	Total de casas (n)	Número de inspeções				
		0 (%)	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)
1	283	106 (37,5)	47 (16,6)	48 (17)	47 (16,6)	35 (12,4)
3	656	199 (30,3)	173 (26,4)	101 (15,4)	103 (15,7)	80 (12,2)
Total	939	305 (32,5)	220 (23,4)	149 (15,9)	150(16)	115 (12,2)

Tabela 2 - Quantidade de aplicações de rodenticida por vale

Vale	Total de casas inspecionadas	Número de tratamentos			
		0	1	2	3
1	177	67 (37,8)	50 (28,2)	44 (24,8)	16 (9)
3	457	248 (54,2)	112 (24,5)	70 (15,3)	27 (5,9)
Total	634	315 (49,7)	162 (25,5)	114(18)	43 (6,8)

Tabela 3 - Resumo das características populacionais de *R. norvegicus* antes e depois da intervenção química em Pau da Lima, Salvador, Brasil.

Características	Pre intervenção	Pós intervenção	
	out- dez 2014	nov - dez 2015	abr - mai 2016
		Vales 1, 2 e 3	
Nº de ratos	43	47	36
Machos	27 (62,8)	23 (48,9)	14 (38,9)
Fêmeas	16 (37,2)	24 (51,1)	22 (61,1)
Média de massa (SMI)	260,4	212,1	232,9
Machos	264,7	200,4	211
Fêmeas	253,2	223,3	246,8
Média de idade (dias)	91	88,3	88,7
Machos	90,4	95,7	102,3
Fêmeas	92,3	81,2	80,1
Nº de machos sexualmente ativos	24 (88,9)	21 (91,3)	12 (85,7)
Nº de fêmeas grávidas*	5 (50)	13 (76,5)	5 (41,6)
Lactantes*	6 (60)	11 (64,7)	8 (66,6)
Grávidas	2 (33,3)	6 (54,5)	1 (12,5)
Sucesso de captura	0,17695	0,18725	0,17987

Vales com intervenção (1 e 3)

Nº de ratos	31	32	25
Machos	20 (64,5)	16 (50)	10 (40)
Fêmeas	11 (35,4)	16 (50)	15 (60)
Média de massa (SMI)	264,9	212,2	237,8
Machos	272,5	195,2	206,6
Fêmeas	251,2	229,2	258,6
Média de idade (dias)	82,77	91,67	84,25
Machos	87,82	98,55	90,89
Fêmeas	69,03	84,8	79,84
Nº de machos sexualmente ativos	17 (85)	14 (87,5)	8 (53,3)
Nº de fêmeas grávidas*	3 (37,5)	9 (75)	4 (50)
Lactantes*	6 (75)	8 (66,7)	5 (62,5)
Grávidas	2 (33,3)	5 (62,5)	1 (20)
Sucesso de captura	0,19375	0,196428571	0,164473684

Vale sem intervenção (2)

Nº de ratos	12	15	11
Machos	7 (58,3)	7 (46,7)	4 (36,4)
Fêmeas	5 (41,7)	8 (53,3)	7 (63,6)
Média de massa (SMI)	248,9	211,9	221,5
Machos	242,5	212,1	221,9
Fêmeas	257,8	211,6	221,3
Média de idade (dias)	108,9	81,2	99
Machos	97,61	89,2	131
Fêmeas	124,8	74,1	80,6
Nº de machos sexualmente ativos	7 (100)	7 (100)	4 (100)
Nº de fêmeas grávidas*	2 (100)	4 (80)	1 (25)
Lactantes*	0 (0)	2 (25)	3 (75)
Grávidas	0 (0)	1 (50)	0 (0)
Sucesso de captura	0,148148148	0,166666667	0,12716763

*Considerando dados de fêmeas sexualmente ativas

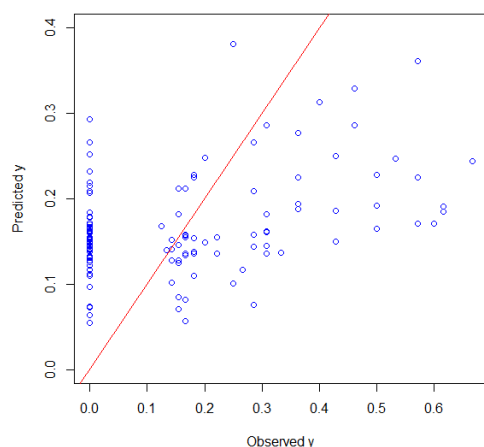
ANEXOS

1 – Material Suplementar

1.1 – Modelo beta regressão com zero inflado para avaliar associação entre variáveis da intervenção química e sucesso de captura

	β	2.50%	97.50%
Intercept	0.305088	0.178491	0.541624
Quantidade de Iscas	1.02713	0.984525	1.069847
1 aplicação de pó de contato	2.123828	1.242872	3.550674
2 aplicações de pó de contato	1.206034	0.564745	2.29707
3 aplicações de pó de contato	0.787333	0.269418	2.042825
Campanha 2 (3 meses após a intervenção)	1.092564	0.797779	1.635151
Campanha 3 (6 meses após a intervenção)	0.817365	0.452297	1.413422
Pluviosidade	1.000782	0.981665	1.02161
Vale 2	1.228836	0.610363	2.259821
Vale 3	0.795309	0.514245	1.272639
Intercept	1.478955	0.325851	6.93095
Quantidade de Iscas	0.920717	0.810475	1.039757
1 aplicação de pó de contato	0.461334	0.142897	1.295325
2 aplicações de pó de contato	0.32781	0.046948	1.749861
3 aplicações de pó de contato	0.225104	0.003057	4.693077
Campanha 2 (3 meses após a intervenção)	0.94017	0.394905	2.173765
Campanha 3 (6 meses após a intervenção)	0.811922	0.248982	3.473337
Pluviosidade	1.00179	0.95351	1.046527
Vale 2	0.590805	0.102466	2.689212
Vale 3	2.299341	0.880098	6.964962
d	11.76534	7.905605	17.25162
Sigma	1.065785	1.00004	1.289708

1.1.2 – Gráfico de auto-correlação



2 – Questionários utilizados pelo grupo de pesquisa e Pelo CCZ

Questionario Ambiental

Numero do ponto _____

Data da entrevista _____

Iniciais do entrevistador _____

Tipo de estudo
 Ecologia
 Genetica

Situacao do ponto
 Residencial
 Residencial/Comercial
 Comercial
 Construcao
 Ruina
 Vazia
 Terreno baldio
 Campo

Possui CASANOVA?
 Sim
 Nao

Qual o CASANOVA? _____

Endereco e referencias

Numero de ratoeiras ativadas

O morador consentiu?
 Sim
 Nao

Qual o seu telefone? _____

Porque nao?
 Nao encontrado;
 Nao possui morador;
 Recusou entrevista;

Numero de caes

Numero de gatos

Numero de galinhas

Outros animais?
 Sim
 Nao

Exterior da casa

- Madeira
- Alvenaria (Nao rebocada)
- Rebocada

Numero de locais acessiveis para roedores que estao ate um metro de altura do chao.

Numero de buracos no telhado

Area peridomiciliar com chao pavimentado?

- Sim
- Nao

Area peridomiciliar com chao de terra?

- Sim
- Nao

O local possui esgoto aberto em ate 10m de distancia?

- Sim
- Nao

Ladeira de terra em ate 10m de distancia do ponto?

- Sim
- Nao

Presenca de cerca ou muro?

- Sim
- Nao

Que tipo de cerca ou muro?

- Arbusto
- Acumulo (ex. porta, placa de metal)
- Tijolo

Lixo acessivel para roedores?

- Sim
- Nao
(Lixo no ch? ou menos de 1m de altura do ch?ou recipiente inadequado)

Alimentos disponiveis para roedores?

- Sim
- Nao
(Racao pra animais, comida acumulada)

Agua acessivel para roedores

- Nao
- Sim, empocada
- Sim, vazamento
- Sim, nascente

Material de construcao no local?

- Sim
- Nao
(Para casa, no peridomic?o.)

Presenca de entulho ate 10m de distancia do ponto?

- Sim
- Nao

Numero de arvores

ISCAGEM

Numero de identificacao da casa na coorte:

(Valle Quart Casa)

Vale da casa

Vale 1 Vale 2 Vale 4

Quarteirao da casa (01 - 50)

Numeracao da casa no quarteirao

(010 - 990)

Iniciais do Entrevistador

Data da visita

Quarteirao CCZ

Ponto de ecologia?

Sim
 Nao

Qual?

(Ponto e Letra referente ao projeto de Ecologia)

Situacao do imovel:

Inspeccionado
 Fechado
 Recusado
 Abandonado/Desocupado

Foi colocado veneno em PONTO ESTRATEGICO?

Sim
 Nao

Qual e o PONTO ESTRATEGICO?

Tipo de imóvel:

- Residencial
- Comercial
- Residencial e Comercial
- Terreno Baldio
- Area Publica
- Unid. Prediais/Condominios

Numero do Imóvel - FUNASA

Ha ALIMENTO disponivel para roedores?

- Sim
- Nao

Tipos de Alimentos disponiveis

- Sim, alimento para humanos
- Sim, alimento para animais
- Lixo organico

Ha AGUA disponivel para roedores?

- Sim
- Nao

Tipos de aguas disponiveis

- Sim, empocada
- Sim, vazamento
- Sim, corpo d'agua

Abrigo para roedores?

- Entulho/Mat. de contrucao
- Chao de terra
- Mat. inservivel/Obj. abandonado
- Esgoto a ceu aberto
- Deficiencias estruturais
- Mato alto

Acesso

- Rede de esgoto/Pluvial
- Acesso ao imovel

Sinais de Fezes Encontrados?

- Sim
- Nao

Sinais de Fezes de qual especie?

- Rattus norvegicus (Ratazana de esgoto)
- Rattus rattus (Rato de telhado)
- Mus musculus (Camundongo)
- Indeterminado

Sinais de TRILHAS encontrados?

- Sim
- Nao

Outros SINAIS encontrados

- Sim
- Nao

CONTROLE

Imoveis desratizados (Inspeccionados)

- Fechada
- Recuperada
- Sem area
- Sem necessidade
- Crianca sob risco
- Animal sob risco

O CCZ colocou veneno no local?

- Sim
- Nao

Isca parafinada

(Quantidade de isca parafinada utilizada)

Po de contato
(Quantidade em Gramas de po contato utilizado)

- Sim
- Nao

Foi utilizada outro tipo de isca?

- Sim
- Nao

Qual foi o outro tipo de isca utilizada?

Quantidade da OUTRA isca utilizada?

(Quantidade em gramas da outra isca que foi utilizada)

REISCAGEM

Iniciais do Entrevistador

Data da visita

Situacao do imovel na ACAO ANTERIOR:

- Inspeccionado
- Fechado
- Recusado
- Abandonado/Desocupado

CCZ conseguiu inspencionar neste momento?

- Sim
- Nao

Foi colocado veneno em PONTO ESTRATEGICO?

- Sim
- Nao

Qual e o PONTO ESTRATEGICO?

Tipo de imovel:

- Residencial
- Comercial
- Residencial e Comercial
- Terreno Baldio
- Area Publica
- Unid. Prediais/Condominios

Numero do Imovel - FUNASA

Ha ALIMENTO disponivel para roedores?

- Sim
- Nao

Tipos de Alimentos disponiveis

- Sim, alimento para humanos
- Sim, alimento para animais
- Lixo organico

Ha AGUA disponivel para roedores?

- Sim
- Nao

Tipos de aguas disponiveis

- Sim, empocada
- Sim, vazamento
- Sim, corpo d'agua

Abrigo para roedores?

- Entulho/Mat. de contrucao
- Chao de terra
- Mat. inservivel/Obj. abandonado
- Esgoto a ceu aberto
- Deficiencias estruturais
- Mato alto

Acesso

- Rede de esgoto/Pluvial
- Acesso ao imovel

Sinais de Fezes Encontrados?

- Sim
- Nao

Sinais de Fezes de qual especie?

- Rattus norvegicus (Ratazana de esgoto)
- Rattus rattus (Rato de telhado)
- Mus musculus (Camundongo)
- Indeterminado

Sinais de TRILHAS encontrados?

- Sim
- Nao

Outros SINAIS encontrados

- Sim
- Nao

DES RATIZADO

Situacao ATUAL do imovel:

- Inspeccionado
- Fechado
- Recusado
- Abandonado/Desocupado

Acao educativa

- Sim
- Nao

quantidade de iscas aplicadas na acao anterior

Iscas consumo total

(Quantidade em gramas de iscas consumidas totalmente)

Iscas consumo parcial

(Quantidade em gramas de iscas consumidas parcialmente)

Iscas sem consumo

(Quantidade em gramas de iscas nao consumidas)

Iscas removidas

(Quantidade em gramas de iscas removidas)

Quantidade de ISCA que NAO FORAM ENCONTRADAS

Calculo total de iscas

Foram colocadas novas ISCAS?

- Sim
- Nao

Isca parafinada

(Quantidade de isca parafinada utilizada)

Po de contato
(Quantidade em Gramas de po contato utilizado)

- Sim
- Nao

Porque nao foram colocadas novas iscas?

- Recuperada
- Sem area
- Sem necessidade
- Crianca sob risco
- Animal sob risco

NOTAS

2 – Artigo publicado

2.1 -

PLOS ONE

RESEARCH ARTICLE

Evaluation of the impact of chemical control on the ecology of *Rattus norvegicus* of an urban community in Salvador, Brazil

Arsinoê Cristina Pertile^{1,2}, Ricardo Lustosa³, Ticiana Carvalho-Pereira^{2,3}, Gabriel Ghizzi Pedra^{2,4}, Jesus Alonso Panti-May², Udimila Oliveira², Caio Graco Zeppelini¹, Fábio Neves Souza^{1,2,3}, Daiana S. Oliveira², Hussein Khalil⁵, Mitermayer G. Reis^{2,6,7}, James Childs⁶, Albert I. Ko^{2,6}, Mike Begon⁴, Federico Costa^{2,3,5,6*}

1 Programa de pós-graduação em Ecologia: Teoria, Aplicações e Valores, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brazil, **2** Instituto de Pesquisas Gonçalo Moniz, Fundação Oswaldo Cruz, Ministério da Saúde, Salvador, Brazil, **3** Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brazil, **4** Institute of Integrative Biology, University of Liverpool, Liverpool, United Kingdom, **5** Swedish University of Agriculture Sciences, Umea, Sweden, **6** Department of Epidemiology of Microbial Disease, Yale School of Public Health, New Haven, Connecticut, United States of America, **7** Faculdade de Medicina da Bahia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brazil

* fcosta2001@gmail.com




3. Artigos publicados durante o mestrado

3.1

Journal of Heredity

American Genetic Association

Journal of Heredity Advance Access published January 4, 2016



**American
Genetic
Association**

Journal of Heredity, 2016, 1–6
doi:10.1093/jhered/esv098
Brief Communication

OXFORD

Brief Communication

Multiple Paternity in the Norway Rat, *Rattus norvegicus*, from Urban Slums in Salvador, Brazil

**Federico Costa, Jonathan L. Richardson, Kirstin Dion, Carol Mariani,
Arsinoe C. Pertile, Mary K. Burak, James E. Childs, Albert I. Ko, and
Adalgisa Caccone**

From the Centro de Pesquisas Gonçalo Moniz, Fundação Oswaldo Cruz, Ministério da Saúde, Salvador 40296-710, Brazil (Costa and Pertile); Providence College, 1 Cunningham Square, Providence, RI 02918 (Richardson and Burak); Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia, UFBA, Salvador 40.110-040, Brazil (Costa); Department of Epidemiology of Microbial Disease, Yale School of Public Health, 60 College Street, New Haven, CT 06511 (Costa, Childs, and Ko); Institute of Integrative Biology, University of Liverpool, Liverpool L69 7ZB, UK (Costa); Department of Ecology and Evolutionary Biology, Yale University, 21 Sachem Street, New Haven, CT 06520-8106 (Dion, Mariani, and Caccone).

Address correspondence to Federico Costa at the address above, or e-mail: federico.costa@ufba.br.

Received June 2, 2015; First decision August 25, 2015; Accepted November 25, 2015.

Corresponding Editor: H. Bradley Shaffer

3.2

Epidemiol. Infect., Page 1 of 10. © Cambridge University Press 2016
doi:10.1017/S0950268816000637

***Leptospira* in breast tissue and milk of urban Norway rats (*Rattus norvegicus*)**

D. DE OLIVEIRA¹, C. P. FIGUEIRA¹, L. ZHAN², A. C. PERTILE¹,
G. G. PEDRA¹, I. M. GUSMÃO¹, E. A. WUNDER JR.², G. RODRIGUES³,
E. A. G. RAMOS¹, A. I. KO^{1,2}, J. E. CHILDS², M. G. REIS^{1,2,4} AND
F. COSTA^{1,2,5*}

¹ Centro de Pesquisas Gonçalo Moniz, Fundação Oswaldo Cruz, Ministério da Saúde, Salvador, Brazil

² Department of Epidemiology of Microbial Disease, Yale School of Public Health, New Haven, CT, USA

³ Centro de Controle de Zoonoses, Secretaria Municipal de Saúde, Ministério da Saúde, Salvador, Brazil

⁴ Faculdade de Medicina, Universidade Federal da Bahia, UFBA, Salvador, Brazil

⁵ Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia, UFBA, Salvador, Brazil

Received 8 January 2016; Final revision 5 March 2016; Accepted 6 March 2016

RESEARCH ARTICLE

A Two-Year Ecological Study of Norway Rats (*Rattus norvegicus*) in a Brazilian Urban Slum

Jesús A. Panti-May¹, Ticiana S. A. Carvalho-Pereira¹, Soledad Serrano¹, Gabriel G. Pedra¹, Josh Taylor^{1,2}, Arsinoê C. Pertile¹, Amanda Minter², Vladimir Airam¹, Mayara Carvalho¹, Nivison N. Júnior¹, Gorete Rodrigues³, Mitermayer G. Reis^{1,4}, Albert I. Ko^{1,4}, James E. Childs⁴, Mike Begon², Federico Costa^{1,2,4,5*}

1 Centro de Pesquisas Gonçalo Moniz, Fundação Oswaldo Cruz, Ministério da Saúde, Salvador, Brazil, **2** Institute of Integrative Biology, University of Liverpool, Liverpool, United Kingdom, **3** Centro de Controle de Zoonoses, Secretaria Municipal de Saúde, Ministério da Saúde, Salvador, Brazil, **4** Department of Epidemiology of Microbial Diseases, Yale School of Public Health, New Haven, Connecticut, United States of America, **5** Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brazil

* fcosta2001@gmail.com



Epidemiol. Infect. (2017), **145**, 334–338. © Cambridge University Press 2016
doi:10.1017/S0950268816002259

SHORT REPORT

Factors affecting carriage and intensity of infection of *Calodium hepaticum* within Norway rats (*Rattus norvegicus*) from an urban slum environment in Salvador, Brazil

R. WALKER^{1,2}, T. CARVALHO-PEREIRA^{1,2,6}, S. SERRANO¹, G. PEDRA^{1,2}, K. HACKER^{1,3}, J. TAYLOR^{1,2}, A. MINTER², A. PERTILE^{1,6}, A. PANTI-MAY¹, M. CARVALHO¹, F. N. SOUZA¹, N. NERY JR.¹, G. RODRIGUES⁴, T. BAHIANSE⁷, M. G. REIS^{1,3}, A. I. KO^{1,3}, J. E. CHILDS³, M. BEGON² AND F. COSTA^{1,2,3,5*}

¹ Centro de Pesquisas Gonçalo Moniz, Fundação Oswaldo Cruz, Ministério da Saúde, Salvador, Brazil

² Institute of Integrative Biology, University of Liverpool, Liverpool, UK

³ Department of Epidemiology of Microbial Disease, Yale School of Public Health, New Haven, CT, USA

⁴ Centro de Controle de Zoonoses, Secretaria Municipal de Saúde, Ministério da Saúde, Salvador, Brazil

⁵ Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia, UFBA, Salvador, Brazil

⁶ Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, UFBA, Salvador, Brazil

⁷ Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia, UFBA, Salvador, Brazil

Received 29 March 2016; Final revision 11 August 2016; Accepted 7 September 2016;
first published online 26 October 2016

Using fine-scale spatial genetics of Norway rats to improve control efforts and reduce leptospirosis risk in urban slum environments

Jonathan L. Richardson¹ | Mary K. Burak¹ | Christian Hernandez² |
James M. Shirvell² | Carol Mariani² | Ticiana S. A. Carvalho-Pereira³ |
Arsinoê C. Pertile³ | Jesus A. Panti-May³ | Gabriel G. Pedra³ | Soledad Serrano³ |
Josh Taylor³ | Mayara Carvalho³ | Gorete Rodrigues⁴ | Federico Costa⁵ |
James E. Childs⁶ | Albert I. Ko^{3,6} | Adalgisa Caccone²