

Comportamento Animal

Valeska Regina Reque Ruiz
(Organizadora)

 **Atena**
Editora

Ano 2019

Valeska Regina Reque Ruiz
(Organizadora)

Comportamento Animal

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C736 Comportamento animal [recurso eletrônico] / Organizadora Valeska Regina Reque Ruiz. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-073-5

DOI 10.22533/at.ed.735192501

1. Animais – Comportamento. 2. Zoologia. I. Ruiz, Valeska Regina Reque.

CDD 591.51

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O comportamento animal envolve todas as interações do animal com o homem, com outros animais e com o ambiente, podendo ser estudado como este comportamento iniciou, por que iniciou, como se desenvolveu no animal, é inato ou adquirido.

Muitos dos comportamentos são adquiridos por meio da experiência, da visualização, podendo ter um componente inato ao mesmo tempo.

Estes comportamentos podem ter sido moldados pela seleção natural, de forma a aumentar as chances de sobrevivência da espécie, para facilitar a reprodução, para que o animal encontre de forma mais rápida o seu alimento.

Um exemplo de comportamento reprodutivo pode ser visto no artigo “Interação acústica de anuros em uma poça temporária no município de Cruz das Almas – Bahia”; Já o artigo “Influência de técnicas de enriquecimento ambiental no comportamento de *Alouatta caraya* (Humboldt, 1812) (primates: atelidae) cativos no parque zoológico Getúlio Vargas, Salvador, Bahia”, nos traz um exemplo da mudança de comportamento conforme o ambiente, assim como o artigo “Efeitos do enriquecimento ambiental no comportamento e nos níveis de cortisol sérico de cães terapeutas”.

O artigo “Importância econômica da capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris* Linnaeus, 1766) e da ema (*Rhea americana* Linnaeus, 1758) em áreas agrícolas”, nos traz o comportamento destes animais em ambiente antrópico (ambiente natural modificado pelo homem); Já o artigo “Benefícios de diferentes manejos nutricionais para vacas de leite no período de transição” nos apresenta como a nutrição pode afetar o comportamento produtivo e reprodutivo de um animal.

A “Importância histórica dos ratos no avanço da compreensão da biologia humana” nos traz os comportamentos destes animais que podem ser fontes de estudo para compreensão da ansiedade, memória e aprendizado, e o artigo “Experiência precoce, humor e desenvolvimento de regiões visuais” mostra o comportamento visual de ratos e sua influência nas pesquisas humanas.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novos conhecimentos para esta interessante área de estudo.

Valeska Regina Reque Ruiz

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A IMPORTÂNCIA HISTÓRICA DOS RATOS NO AVANÇO DA COMPREENSÃO DA BIOLOGIA HUMANA	
Natali Granzotto	
Julia Fernandez Puñal de Araújo	
Daniela Machado Alexandre de Carvalho	
Geison Souza Izídio	
DOI 10.22533/at.ed.7351925011	
CAPÍTULO 2	18
BENEFÍCIOS DE DIFERENTES MANEJOS NUTRICIONAIS PARA VACAS DE LEITE NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO	
Fernanda Picoli	
Suélen Serafini	
Leonardo Severgnini	
Rodrigo Macagnan	
Junior Gonçalves Soares	
Lilian Regina Rothe Mayer	
DOI 10.22533/at.ed.7351925012	
CAPÍTULO 3	29
EFEITOS DO ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL NO COMPORTAMENTO E NOS NÍVEIS DE CORTISOL SÉRICO DE CÃES TERAPEUTAS	
Letícia Vinhas Rampim	
Carlos Eduardo de Siqueira	
Valéria Nobre Leal de Souza Oliva	
DOI 10.22533/at.ed.7351925013	
CAPÍTULO 4	37
EXPERIÊNCIA PRECOCE, HUMOR E DESENVOLVIMENTO DE REGIÕES VISUAIS	
Adriano Junio Moreira de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.7351925014	
CAPÍTULO 5	54
IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CAPIVARA (<i>HYDROCHOERUS HYDROCHAERIS LINNAEUS</i> , 1766) E DA EMA (<i>RHEA AMERICANA LINNAEUS</i> , 1758) EM ÁREAS AGRÍCOLAS	
Ianê Correia de Lima Almeida	
Gisele Aparecida Felix	
Caio César dos Ouros	
Gustavo Henrique Coelho Chaves	
Mariana Rodrigues Borges	
Marconi Italo Lourenço Silva	
Kauan Souza Alves	
Ibiara Correia de Lima Almeida Paz	
DOI 10.22533/at.ed.7351925015	

CAPÍTULO 6 64

INFLUÊNCIA DE TÉCNICAS DE ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL NO COMPORTAMENTO DE *ALOUATTA CARAYA* (HUMBOLDT, 1812) (PRIMATES: ATELIDAE) CATIVOS NO PARQUE ZOOBOTÂNICO GETÚLIO VARGAS, SALVADOR, BAHIA

Denise Costa Rebouças Lauton

Airan dos Santos Protázio

Jacileide Santos Silva Lima

Téo Veiga de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.7351925016

CAPÍTULO 7 76

INTERAÇÃO ACÚSTICA DE ANUROS EM UMA POÇA TEMPORÁRIA NO MUNICÍPIO DE CRUZ DAS ALMAS, BAHIA

Marcos Vinícius dos Santos da Anunciação Vieira

Amanda Caldas de Almeida

Hugo Santos Neri Braga

Arielson dos Santos Protázio

DOI 10.22533/at.ed.7351925017

SOBRE A ORGANIZADORA..... 91

A IMPORTÂNCIA HISTÓRICA DOS RATOS NO AVANÇO DA COMPREENSÃO DA BIOLOGIA HUMANA

Natali Granzotto

Laboratório de Genética do Comportamento
Departamento de Biologia Celular Embriologia
e Genética da Universidade Federal de Santa
Catarina, Florianópolis, Brasil

Julia Fernandez Puñal de Araújo

Laboratório de Genética do Comportamento
Departamento de Biologia Celular Embriologia
e Genética da Universidade Federal de Santa
Catarina, Florianópolis, Brasil

Daniela Machado Alexandre de Carvalho

Laboratório de Genética do Comportamento
Departamento de Biologia Celular Embriologia
e Genética da Universidade Federal de Santa
Catarina, Florianópolis, Brasil

Geison Souza Izídio

Laboratório de Genética do Comportamento
Departamento de Biologia Celular Embriologia
e Genética da Universidade Federal de Santa
Catarina, Florianópolis, Brasil
geisonizidio@gmail.com

RESUMO: Estima-se que a utilização de animais para fins científicos começou há mais de 2.500 anos atrás, sendo intensificada a partir do século XIX. Dentre os vários modelos animais, podemos destacar a importância do rato Norueguês (*Rattus norvegicus*), que tem sido utilizado em diversas áreas da pesquisa, como no desenvolvimento de fármacos, em estudos neurais, fisiológicos e comportamentais. A

constante manipulação genética destes ratos, em laboratório, possibilitou o desenvolvimento de animais de diferentes linhagens, que contribuem diariamente com a elucidação das bases neurobiológicas de doenças humanas. Nós desenvolvemos, recentemente, a linhagem congênica SLA16 (SHR.LEW/*Anxrr16*) para estudarmos os genes do cromossomo 4. Os resultados iniciais são promissores e fazem deste modelo genético uma ferramenta muito importante para se estudar comportamentos que estão relacionados à ansiedade, memória e aprendizado.

PALAVRAS-CHAVE: Comportamento; Genética; ratos SLA16; Cromossomo 4

ABSTRACT: It is estimated that the use of animals for scientific purposes began more than 2,500 years ago, being intensified from the 19th century. Among the various animal models, we can highlight the importance of the Norwegian rat (*Rattus norvegicus*), which has been used in several areas of research, such as drug development, neural, physiological and behavioral studies. The constant genetic manipulation of these rats in the laboratory allowed the development of animals of different strains that contribute daily to the elucidation of the neurobiological bases of human diseases. We have recently developed the SLA16 (SHR.LEW/*Anxrr16*) congenic rat strain to study the

genes of chromosome 4. The initial results are promising and make this genetic model an essential tool for studying behaviors that are related to anxiety, memory, and learning.

Keywords: Behavior; Genetics; SLA16 rats; Chromosome 4

1 | A FILOGENIA DO RATO

A ordem *Rodentia* (Figura 1) possui o maior número de espécies, dentre os mamíferos. São aproximadamente 2277 espécies, distribuídas entre 468 gêneros em 33 famílias (7). Evidências paleontológicas e moleculares datam a origem do clado entre 64-104 milhões de anos (MA) sugerindo que os seus ancestrais teriam coabitado o planeta com os dinossauros (4,39). Apesar da grande variação morfológica dentro do grupo, os roedores são facilmente distinguíveis de outros grupamentos taxonômicos por suas características morfológicas, principalmente por sua dentição característica. Seus incisivos são grandes, não enraizados e com crescimento persistente. Eles possuem a superfície dos molares distintas e a mandíbula com adaptações para permitir o movimento de moagem (23). Dentro da ordem *Rodentia* existe uma grande diversidade, tanto morfológica quanto de comportamentos, o que acaba dificultando a classificação das espécies. Devido a isso, vários trabalhos questionaram a monofilia do grupo (15,34). Porém, grande parte das evidências leva à rejeição da parafilia (26,36).

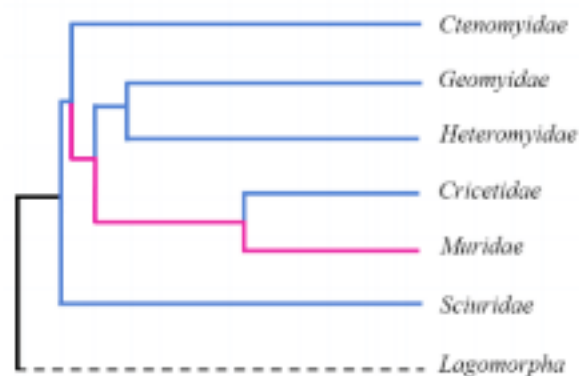


Figura 1: Filogenia dos roedores exemplificada por algumas famílias. A linha rosa evidencia a família *Muridae* que é o clado relacionado ao rato (Adaptado de Gonçalves *et al.*, 2013).

A família *Muridae* (Figura 2), além de estar inserida na superfamília mais diversa do táxon, inclui as espécies de grande importância para a pesquisa básica, como os Ratos “verdadeiros” (*Rattus*), camundongos e hamsters (20,40). Os murídeos são o clado de mamíferos mais bem-sucedidos evolutivamente, possuindo cerca de 1620 espécies, evoluindo de um ancestral comum. Essas espécies se distribuem em cerca de 300 gêneros e 18 subfamílias (60,65). Possuem uma ampla gama de modos de locomoção, sistema social e ecologias diversas (40). Apesar de haver algumas

controvérsias na sua filogenia, o registro fóssil pode ajudar a resolver a organização das subfamílias. Dentre elas, podemos destacar a subfamília *Murinae*, por possuir maior relevância para este capítulo. Ela engloba os chamados ratos do velho mundo e camundongos, sendo uma das mais populosas da família. Com cerca de 530 espécies, distribuídas entre 128 gêneros, originou-se entre 12 e 16 milhões de anos atrás, na Europa, Ásia, África e Austrália (42,65).

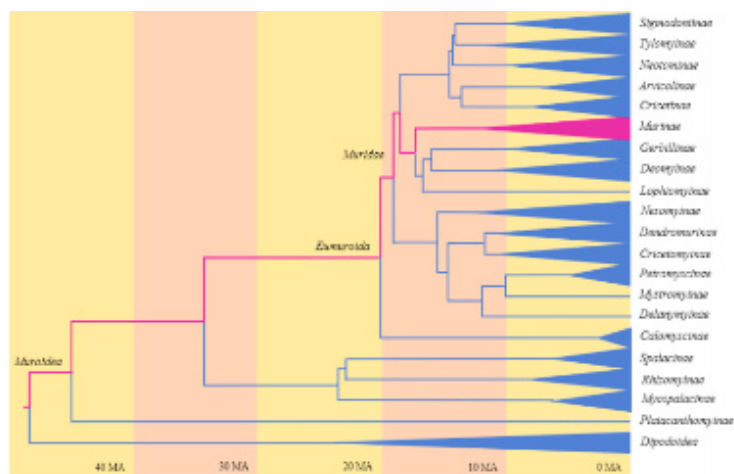


Figura 2: Filogenia com prováveis relações entre as subfamílias que compõem a superfamília *Muroidea*. A linha rosa destaca a subfamília *Murinae*. A diversidade de cada grupo é representada pela largura da base do cone, sendo sua profundidade relacionada com o ancestral comum mais recente daquele clado (adaptado de Steppan and Schenk, 2017).

Dentre o grande número de gêneros em *Murinae*, o gênero *Rattus* geralmente distingue suas espécies por apresentarem pelos longos, caudas com pouca pelagem e escamas sobrepostas, além de crânio robusto, com bolhas auditivas relativamente grandes e processo coronóide proeminente (71). A origem do gênero, provavelmente ocorreu no continente Asiático cerca de 3 MA, segundo dados moleculares (31,58). Representando um exemplo clássico de radiação rápida, morfologicamente limitada, porém cromossomicamente diversa (59). *R. norvegicus* faz parte de um dos gêneros com o maior número de espécies dentro de roedores. Os indivíduos dessa espécie estão em ambientes urbanos, ou alterados pelo homem, vivendo próximos às residências, geralmente próximos às fontes alimentares de origem antrópica. E sua coabitação com humanos leva a espécie a desenvolver características comportamentais e ecológicas específicas, como grande plasticidade comportamental e alta taxa de reprodução, podendo ser considerados pragas em alguns locais (27,63,68,69,70). Na presença de abrigo e comida abundante, uma fêmea pode dar à luz o ano todo, com ninhadas variando entre 7 a 9 filhotes (10).

A utilização de modelos animais é amplamente difundida na ciência (1). Esse fato se dá, pela carência de métodos alternativos com eficácia comprovada, principalmente, no desenvolvimento de medicamentos e vacinas. Normalmente, um modelo deve ser caracterizado com a representação de uma ocorrência, apresentando precisão adequada e demonstrações das limitações em relação à realidade, que ele representa, sendo o mais semelhante possível ao que se deseja estudar (17).

Estima-se que a utilização de animais para fins científicos começou há mais de 2.500 anos atrás, sendo intensificada a partir do século XIX. Sua utilização é citada na literatura desde os estudos de Hipócrates, que relacionava órgãos humanos doentes com os de animais (55). Dentre os vários modelos animais, podemos destacar o rato Norueguês (*Rattus norvegicus*), que tem sido utilizado em diversas áreas da pesquisa, como no desenvolvimento de fármacos, em estudos neurais, fisiológicos e comportamentais, dentre outros. Estudos relacionados à filogeografia do DNA mitocondrial com a distribuição do registro fóssil permitem inferir que esses animais se originaram nas regiões do norte da China e da Mongólia (50,51,64). No entanto, atualmente eles estão presentes em todos os continentes, exceto na Antártida, sendo assim considerados dependentes do ambiente e de recursos resultantes da atividade humana (28). Ao se acompanhar a história filogeográfica de algumas espécies de roedores é possível notar uma nítida associação entre a sua distribuição e os padrões de exploração humana no planeta sugerindo que os roedores sejam os mamíferos invasivos mais populosos e bem-sucedidos (18,50,62,66). Assim, compreender a história evolutiva desses animais, se mostra importante para decifrar os seus comportamentos atuais.

Em síntese, o rato norueguês é um animal de vida curta, com curto período de gestação, com filhotes muito pequenos, grande despendimento de energia durante a lactação e com maturidade sexual precoce, sendo altamente dependentes da disponibilidade de recursos (70). São animais noturnos e ativos o ano todo, geralmente vivendo em colônias. No ambiente selvagem, tendem a ser mais agressivos, podendo expulsar outros ratos ou camundongos (5,44). Por serem abundantes, na Europa do século XVIII e XIX, esses animais eram constantemente perseguidos, capturados, mortos ou vendidos como comida em época de escassez. Durante esse período, os “caçadores de rato” faziam o extermínio ou a captura para lutas ou corridas, dando preferência para os albinos, negros e malhados (11,24,37).

Os animais albinos começaram a ser utilizados em laboratório no século XIX, em experimentos de jejum e adrenalectomia (1856), sendo a primeira espécie de mamífero domesticada para fins científicos e passando a ser a espécie mais utilizada como modelo animal na pesquisa biomédica (11,30,57). Sua cor branca favoreceu sua popularidade e a falta de pigmentação nos olhos, que acarreta em defeitos na visão, facilitou o manuseamento e a diminuição do comportamento de fuga em laboratório

(57).

- Além do sequenciamento do genoma (19), algumas outras características fizeram com que o uso do rato se popularizasse na pesquisa biomédica foram (11,30,57):
- Possui tamanho que facilita o manuseio, com órgãos grandes o suficiente para a realização de cirurgias e/ou administração de drogas. Seu tamanho também favorece o uso de um espaço menor, acomodando muitos animais;
- Sua história evolutiva e condição de espécie comensal favoreceu uma dieta parecida com a do homem. Possibilitando uso desses animais em pesquisas relacionadas à nutrição;
- São fisiologicamente parecidos com o homem, com glândulas, nervos e músculos bem parecidos. Além de um sistema nervoso estável, características que favorecem a replicabilidade dos trabalhos;
- Sucesso reprodutivo, mesmo em condições de cativeiro e domesticação. Além de ser possível produzir muitas ninhadas em um intervalo curto de tempo, sem a necessidade de grandes espaços;
- Possuem resistência grande a muitas infecções;
- Após a domesticação são animais que se mostram mansos, mesmo com pouco manuseio. É possível retirá-los da gaiola para a realização de experimentos sem que eles fujam, ou mordam.

3 | OS COMPORTAMENTOS DO RATTUS NORVEGICUS

Como dito, para o desenvolvimento de pesquisas com modelos experimentais, é necessário conhecer o comportamento padrão daquela espécie. Dessa forma, é possível diferenciar um padrão normal de uma reação ao experimento que está sendo realizado, sendo a caracterização detalhada do comportamento parte importante da pesquisa com uso de animais. Em 1981, Lorenz (35), um dos pais da etologia, propôs a existência de um aparato fisiológico que seria responsável por perceber e reconhecer estímulos sensoriais importantes, e um aparato comportamental responsável por padrões motores.

a) Comportamento Motor

A locomoção é o comportamento mais comum observado em ratos, sendo o foco de inúmeras pesquisas comportamentais. Apesar de ser considerado um comportamento relativamente simples, podendo ser dividido em caminhada, trote e corrida, torna-se difícil de avaliar, devido ao tamanho e agilidade do animal. O sistema responsável pela postura é um agregado de multirreflexos das funções motoras integradas, por exemplo, o ato de ficar parado ou agarrado a algo, envolve todos os segmentos do corpo para manter o equilíbrio. Porém, durante o sono, ou algum outro

estado de inconsciência, o animal tem um corpo flácido e despreparado para lidar com as pressões ambientais (46).

Ratos exibem uma série de movimentos habilidosos, com a boca e patas. São movimentos importantes para a alimentação, construção de ninhos e realização de alisamento (*grooming*).

O comportamento de manipulação de alimentos parece obedecer a um padrão de roedores, apesar de ser mais complexo em ratos. O reconhecimento se dá pelo farejamento e manipulação do alimento com a boca e dedos, na postura sentada (72).

O alisamento consiste em uma série de movimentos complexos para limpar e manter os pelos e pele do corpo. Eles incluem limpar, lambar e coçar. Geralmente esses movimentos são feitos com a pata dianteira, se iniciando na parte posterior e seguindo em direção ao focinho. O comportamento pode ser realizado em outro indivíduo, como uma forma de cuidado ou dominância. Os animais chegam a passar metade do seu tempo de atividade realizando esse comportamento (8).

b) Comportamento Social

Ratos apresentam sistemas sociais territorialistas e com formação de colônias. Um macho dominante mantém um território com uma ou mais fêmeas reprodutoras, podendo existir um ou mais machos subordinados (73).

Podem exibir brincadeiras locomotoras, caracterizadas por saltos e corridas com curvas repentinas, podendo ser usadas no contexto social, onde os animais se aproximam, se afastam, ou se perseguem. Ratos também podem “brincar de brigar”, que envolve ataque e defesa da nuca, sendo a resposta mais comum para o contato um giro, que leva a um conflito ventro-ventral (43,47).

Alguns estudos mostram que ratos utilizam informações obtidas de outros indivíduos da sua espécie. A preferência alimentar, por exemplo, é transmitida socialmente, uma vez que ratos observadores tendem a preferir alimentos que um demonstrador já tenha comido. Esses comportamentos podem associar familiaridade, parentesco ou dominância, com modulação da transmissão social de preferência alimentar (67).

Além disso, ratos podem ajustar seu comportamento a partir de informações visuais. Ratos podem exibir comportamento de dor mais proeminente quando estão com outros animais do grupo, em comparação aos animais isolados, indicando contágio emocional. São também capazes de discriminar expressões de dor e expressões neutras, evitando contato com fotos que mostram ratos com sinais de dor (33,41). Takano (67) demonstrou que ratos conseguem aprender estratégias eficientes, apenas observando o comportamento de outros ratos, mesmo que seja ineficiente. Evidenciando a importância do comportamento social na formação de estratégias mais eficientes.

c) Agressividade

Apesar do rato de laboratório ser menos agressivo que o rato selvagem, níveis de agressividade ainda estão presentes nesses animais. Foi demonstrado que ratos mais velhos aplicam uma “surra psicológica” nos mais novos. Ocorre quando o animal mais velho pula sobre o jovem e o derruba, atingindo-o com os pés, porém não ocorrem mordidas. As fêmeas também demonstram esse comportamento com seus filhotes no final da lactação. Acredita-se que esses comportamentos levam à familiaridade com combates e aprimoramento de habilidades (9,61).

É possível observar o comportamento agressivo para estabelecimento de dominância, e parece ser comum entre murinos. É caracterizado por mordidas ofensivas no dorso inferior e flancos e mordidas defensivas na face. Uma forma de defesa é rolar, favorecendo o contato ventro-ventral, e tentar evitar as mordidas do atacante (48).

d) Comportamento sexual

Durante o período que antecede a cópula, em ambientes menores, as fêmeas tendem a ter uma atitude passiva e os machos demonstram pouco contato preliminar antes da montagem. No entanto, em locais mais espaçosos, as fêmeas demonstram comportamentos que sinalizam o momento da cópula, aproximando-se e afastando-se do macho. Quando chega o momento da cópula, a fêmea estimula o macho com movimentos de orelhas e saltos em direção a ele (6).

e) Comportamentos relacionados à emocionalidade

Mudanças bioquímicas e fisiológicas podem resultar, ou estarem associadas, a estimulação emocional do indivíduo. Alguns comportamentos foram reconhecidos e classificados como sendo de natureza emocional, e testes foram validados para tentar medi-los. Quando submetidos a estímulos aversivos, como manuseio recente/inadequado, ou procedimentos experimentais, é comum que ocorram alterações comportamentais nesses animais. Hall (22) caracterizou o aumento da defecação e micção como uma forma de resposta a estresse, uma vez que a frequência desse comportamento diminui proporcionalmente à adaptação ao estímulo.

Além disso, a estratégia de sobrevivência, que esses animais apresentaram ao longo da evolução, faz com que eles demonstrem aversão aos ambientes abertos ou potencialmente perigosos, por medo ou ansiedade. Ou seja, eles apresentam preferência por permanecerem próximo às paredes, locais fechados e/ou com pouca iluminação (22,38).

4 | A GENÉTICA DO RATTUS NORVEGICUS

O rato apresenta um genoma um pouco menor do que o dos humanos (2,75 bilhões de pares de bases e 21 cromossomos vs. 2,9 bilhões de pares de bases e 23 cromossomos; respectivamente) e um pouco maior do que o de camundongos (2,6 bilhões de pares de bases e 20 cromossomos). Entretanto, todas as três espécies apresentam cerca de 30 mil genes, sendo que 40% deles são muito próximos em estrutura e função (56).

A constante manipulação genética dos ratos possibilitou o desenvolvimento de animais de diferentes linhagens:

Linhagens Geneticamente Modificadas

Do ponto de vista da pesquisa genética, os ratos acabaram ficando para trás na corrida em relação aos camundongos. Isso se deveu principalmente pela possibilidade aberta a partir dos trabalhos que descreveram o uso de animais nocaute (*knockout*), animais em que genes foram silenciados por meio de intervenções no DNA de células tronco embrionárias, em camundongos. Este tipo de manipulação só foi bem-sucedida, no rato, muitos anos depois, após vários anos de busca por adaptações metodológicas. Hoje em dia, já é possível aplicar esta e outras técnicas correlatas em ratos, mas na comparação do banco de dados gerados ainda estamos muito atrás dos trabalhos com camundongos. (25,32)

Contudo, do ponto de vista comportamental, da neurociência, os ratos apresentam vantagens importantes em relação aos camundongos. O repertório comportamental dos ratos é muito mais variado, além de permitirem estudos de desempenho cognitivo mais complexo. Estes são dois pontos chave na interpretação translacional destes estudos. De uma maneira bastante simplificada, os ratos têm comportamentos complexos, mais facilmente comparáveis com os comportamentos humanos. Por isso, os trabalhos com linhagens de ratos geneticamente modificadas têm crescido e sua validade tem sido reforçada. (16,45)

Linhagens Heterogênicas

Estas linhagens, também chamadas de *outbred*, são linhagens onde o genoma dos animais é bastante heterogêneo. Ou seja, do ponto de vista genético, cada indivíduo é um ser único com genoma diferente (Figura 3). Este tipo de linhagem apresenta uma grande vantagem: mimetizar a heterogeneidade genética de uma população humana, visto que cada indivíduo humano apresenta um genoma virtualmente único (salvo exceções como gêmeos monozigóticos).

Linhagens Isogênicas

Também conhecidas como linhagens *inbred*, estas linhagens são compostas por indivíduos geneticamente idênticas (Figura 3). De uma maneira simplificada, é como se todos os indivíduos da linhagem fossem irmãos gêmeos monozigóticos. Não há variação genética ao longo das gerações (salvo exceções de mutações espontâneas). A variação fenotípica (de comportamento, por exemplo) entre os animais é bem pequena quando comparada com as linhagens heterogênicas. Isto permite que sejam estudadas

Estas linhagens são construídas através de sucessivas gerações de cruzamento entre irmãos, processo também conhecido como *inbreeding* (pelo menos 20 gerações).



Figura 3. Composição genética de indivíduos de uma linhagem isogênica (A), onde todos os indivíduos apresentam o mesmo genoma; e composição genética de indivíduos de uma linhagem heterogênica (B), onde cada indivíduo tem um genoma diferente. Figura produzida com o auxílio das ferramentas disponíveis em: mindthegraph.com/

Linhagens Recombinantes

São assim chamadas as linhagens em que duas linhagens parentais são cruzadas, dando origem a uma nova linhagem que terá o genoma parte proveniente de uma das linhagens parentais, parte da outra (Figura 4). Muitas vezes não há uma região de interesse prévio, sendo usada também na triagem de novas regiões genômicas interessantes.

Linhagens Consômicas

As linhagens consômicas são linhagens desenvolvidas a partir do cruzamento de duas linhagens isogênicas. Estas linhagens possuem um cromossomo proveniente de uma das linhagens parentais (linhagem chamada de doadora) e o resto do genoma proveniente da outra linhagem parental (linhagem receptora) (Figura 2). Elas são

usadas estrategicamente para estudar a influência do cromossomo diferencial no fenótipo, comparando-a com uma das linhagens parentais, geralmente a receptora.

Linhagens Congênicas

O desenvolvimento deste tipo de linhagem é bastante parecido ao das linhagens consômicas. Porém, a região diferencial constitui apenas uma parte de um cromossomo (Figura 4).

Esta é uma das técnicas que se segue a partir da identificação de regiões genômicas com alta probabilidade de influência sobre a característica de interesse. Ela geralmente é desenvolvida a partir de sucessivos retrocruzamentos entre duas linhagens isogênicas contrastantes para a característica em questão. Ao longo dessas gerações de cruzamentos é feita a genotipagem (determinação do perfil genético) e escolha dos reprodutores a partir do genótipo mais interessante. Aqueles que carregam a região diferencial da linhagem doadora e o resto do genoma similar ao da linhagem receptora.

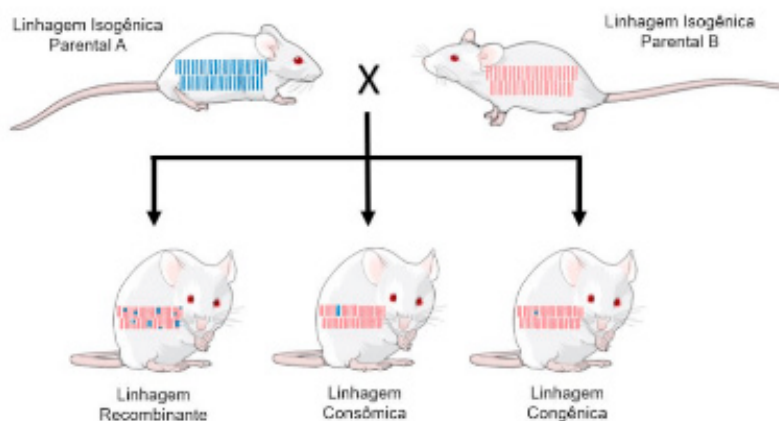


Figura 4. Construção de novas linhagens a partir de duas linhagens isogênicas. Linhagem recombinante com parte do genoma proveniente da parental A (azul), parte proveniente da parental B (vermelho). Linhagem consômica com o genoma proveniente da parental B (vermelho) exceto um cromossomo proveniente da parental A (azul). Linhagem congênica com o genoma proveniente da parental B (vermelho) com um *locus* diferencial proveniente da parental A (azul). Figura produzida com o auxílio das ferramentas disponíveis em: mindthegraph.com/

Linhagens Subcongênicas

Estas são linhagens derivadas das linhagens congênicas. Geralmente a construção de linhagens subcongênicas tem como objetivo reduzir a região genômica diferencial por meio da seleção e retrocruzamentos novamente com a linhagem parental doadora. Ao final do processo, as linhagens congênicas terão uma parte menor da região diferencial da linhagem congênica, num genoma ainda maior da linhagem parental doadora.

Linhagens *Knockout* E *Knockin*

Hoje em dia já é possível deletar ou inserir genes nas células embrionárias de rato. Essas técnicas são bastante vantajosas quando se pretende estudar um gene específico. Os chamados *knockout* são animais mutantes nulos, ou seja, em que o gene de interesse foi deletado, de modo que não é mais possível a síntese daquela proteína codificada. Dessa forma, as características que apresentarem diferenças para o animal selvagem (*wild-type*) podem ser atribuídas direta ou indiretamente ao gene deletado.

Já os animais chamados *knockin* são animais em que há a inserção de um gene de interesse. Estes também têm sua aplicabilidade no estudo de um gene candidato, porém estudos desse tipo são bem mais incomuns do que a abordagem dos *knockouts*.

5 | A LINHAGEM CONGÊNICA SLA16

Sabe-se que diferentes linhagens de ratos ou camundongos podem responder de maneira diferente aos mesmos estímulos ambientais e que, então, a comparação simultânea destas linhagens pode revelar correlações genéticas entre diversas variáveis bioquímicas ou comportamentais (54). Ramos *et al.* (53) propuseram um novo modelo genético animal para o estudo de comportamentos relacionados à emocionalidade. Ele é composto de duas linhagens de ratos, chamadas Lewis (LEW) e SHR (*Spontaneously Hypertensive Rats*).

Sabe-se que grande parte dessa variação fenotípica existente entre as linhagens de ratos depende do efeito de múltiplos genes polimórficos em interação com fatores ambientais. Então, existe na literatura, desde o final da década de 80, uma metodologia descrita para se mapear *loci* (regiões cromossômicas) de interesse para características quantitativas. Essa metodologia é chamada de análise de QTL (*Quantitative Trait Loci*) e envolve o estudo genômico abrangente, podendo fornecer informações sobre associações genéticas entre diversas características fenotípicas e, também, informações que podem ajudar a elucidar os mecanismos moleculares moduladores das características em estudo (29).

Ramos *et al.* (52) identificaram e mapearam, pela primeira vez, um QTL para comportamentos relacionados à emocionalidade em ratos. Ele foi mapeado no cromossomo 4 e afetava uma medida possivelmente relacionada à ansiedade. Esse QTL é hoje chamado de *Anxrr16* segundo o *Rat Genome Database* (<http://rgd.mcg.edu/>) (RGD) e compreende uma região do cromossomo 4 (aproximadamente 78 milhões de pares de bases).

Para entender melhor de que maneira a região genômica *Anxrr16* influencia o comportamento, e tentar buscar as bases genéticas que condicionam os fenótipos

de ansiedade, foi desenvolvida a linhagem congênica SLA16 (SHR.LEW/*Anxrr16*) – Figura 5. (13) Conforme visto anteriormente, uma linhagem congênica é desenvolvida a partir de duas linhagens isogênicas. Nos animais SLA16 o genoma é idêntico ao da linhagem (SHR – do inglês *Spontaneously Hypertensive Rats*) exceto em uma região cromossômica proveniente da linhagem (LEW – Lewis).

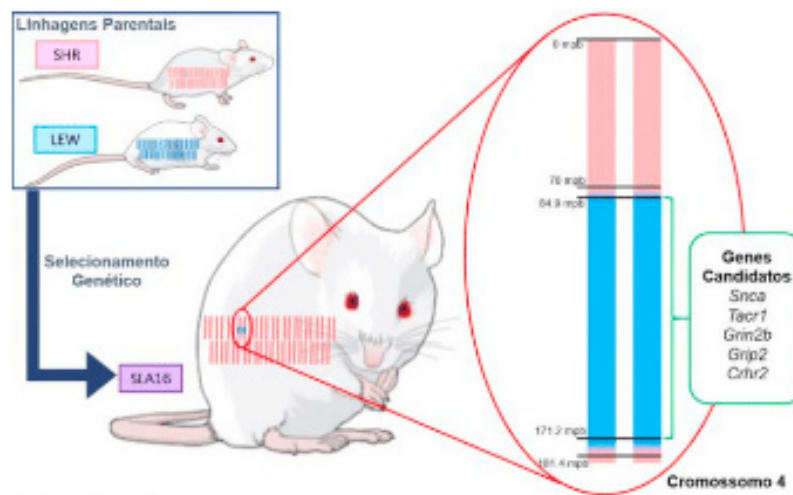


Figura 5. A linhagem SLA16, com destaque para a o cromossomo 4. A linhagem SLA16 foi construída a partir de uma série de cruzamentos entre híbridos das linhagens parentais SHR (ratos espontaneamente hipertensos) e LEW (Lewis). Ao longo dos cruzamentos ocorreu a seleção genética para que o genoma da linhagem construída SLA16 tivesse todo o *background* proveniente dos SHR, mas o *locus* diferencial no cromossomo 4 fosse proveniente dos LEW. O cromossomo 4 é mostrado no destaque com as posições relativas mostradas em milhões de pares de bases (mpb). Também se destaca alguns dos genes contidos na região diferencial. Snca = alfa sinucleína; Tacr1 = receptor taucinérgico Tac1; Grin2b = subunidade GluN2b do receptor NMDA; Grip2 = Proteína de interação com receptor de glutamato tipo 2; Chrh2 = Receptor do hormônio liberador de corticotropina tipo 2. Figura produzida com o auxílio das ferramentas disponíveis em: mindthegraph.com/

Ambas as linhagens (congênica e sua linhagem parental controle) são criadas nas mesmas condições ambientais controladas, isso possibilita inferir que as diferenças que elas apresentam quanto a comportamentos, processos metabólicos, respostas a xenobióticos entre outros, podem ser atribuídas a genes localizados no *locus* diferencial. Por este motivo a linhagem SHR passa a ser considerado o controle genético da SLA16.

A partir da fenotipagem dos SLA16 a primeira conclusão foi de que esta apresenta níveis ainda mais baixos de comportamento tipo-ansioso do que a linhagem SHR, isto foi observado em mais de um teste clássico para medir índices de ansiedade em roedores. (13) Além das medidas clássicas de ansiedade, a linhagem SLA16 também parece apresentar uma hiperatividade locomotora, principalmente em ambientes novos. Estas características, dentre outras, levaram esta linhagem a ser apontada até como um novo modelo em potencial para o estudo do Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade. (21)

A linhagem SLA16 foi pioneira na abordagem de construção de uma linhagem congênica de ratos com o objetivo de isolar um *locus* relacionado à ansiedade. Apesar de o enfoque inicial ter sido a busca pelas bases da ansiedade, a caracterização fenotípica da linhagem SLA16 apresentou alguns outros pontos interessantes. (14) Por exemplo, os SHR (“ratos espontaneamente hipertensos”) têm elevada pressão arterial, pois foram selecionados artificialmente para este fenótipo, como comentado anteriormente. Os SLA16, contudo, apresentam níveis significativamente mais baixos de pressão sanguínea. (2,12). Além disso, os animais da linhagem SLA16 apresentam prejuízos em testes de memória de medo condicionado ao contexto. (3) Quanto à resposta a fármacos também já foi relatado que as linhagens apresentam diferenças na resposta crônica ao tratamento com cafeína (antagonista adenosinérgico dos receptores A2A), na resposta aguda ao quimpirole - um antagonista dopaminérgico dos receptores tipo D2, e ao etanol. (2,21,49)

Em suma, a construção da linhagem SLA16 foi concluída em 2013, e nestes cinco anos seu potencial para o estudo das bases genéticas dos comportamentos vem sendo reforçado em cada trabalho. A região genômica diferencial é pequena comparada ao genoma completo, contudo ainda abarca cerca de mil genes. Alguns dos genes candidatos mais promissores estão citados na figura 5. Esses trabalhos recentes só reforçam a importância do cromossomo 4 do rato como uma região com forte probabilidade de abrigar genes importantíssimos para a expressão de comportamentos relacionados não só a ansiedade, mas também ao processamento emocional e memória de seres humanos.

As estratégias que podem ser adotadas, a seguir, na busca pela compreensão da relação de cada nuance destes comportamentos com um ou mais genes são variadas. Dentre elas, podemos citar a análise bioinformática, a adoção de moduladores farmacológicos, o sequenciamento da região genômica diferencial, a análise da expressão gênica e a construção de linhagens subcongênicas.

REFERÊNCIAS

AITMAN, T. J. *et al.* **Progress and prospects in rat genetics: a community view.** *Nature Genetics*, v. 40, n. 5, p. 516–22, 2008.

ANJOS, Pâmela Andressa Ramborger dos. **Fêmeas das linhagens SHR e SLA16: um modelo genético para o estudo dos efeitos do etanol.** 2017. 106 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Farmacologia, Florianópolis, 2017.

ANSELMINI, M., *et al.* **Genetic evidence for chromosome 4 loci influencing learning and memory.** *Neurobiology of Learning and Memory*. v. 131; p. 182-191. 2016.

ARCHBALD, J. D., AVERIANOV, A. O., & EKDALE, E. G. **Late Cretaceous relatives of rabbits, rodents and other extant eutherian mammals.** *Nature*, 414(6859), 62–65. 2001.

BARNETT, S. A.; HOCKING, W. E. **Further experiments on the social interactions of domestic**

- “Norway” rats.** *Aggressive Behavior*, 7(3), 259–263. 1981.
- BEACH, F.A. **Sexual attractivity, proceptivity, and receptivity in female mammals.** *Hormones and Behavior*, 7, 105±133. 1976.
- BLANGA-KANFI, S. *et al.* **Rodent phylogeny revised: analysis of six nuclear genes from all major rodent clades.** *BMC Evolutionary Biology*. V 9:71. 2009.
- BOLLES, RC **Grooming behavior in the rat.** *Journal of Comparative and Physiological Psychology* 53:306-310. 1960.
- CALHOUM, J.B. **A “behavioral sink”** In E. L. Bliss (Ed.), *Roots of behavior*, pp. 295±315. New York: Harper. 1962.
- CALHOUM, J. B. **The ecology and sociology of the Norway rat.** *Publ. U.S. Dept. Health, Educ. Welfare, Public Health Serv.*, 1008:1-288. 1963.
- CASTLE, W.E. **The domestication of the rat.** *Genetics*, v. 33. 1947.
- CORRÊA, Fernanda Junkes. O cromossomo 4 influência comportamentos relacionados à memória em um modelo genético de ratos. 2015. 119 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Farmacologia, Florianópolis, 2015.
- DE MEDEIROS, *et al.* **Low-Anxiety Rat Phenotypes Can Be Further Reduced through Genetic Intervention.** *Plos One*. v. 8; e83666.
- DE MEDEIROS, *et al.* **The Long Way from Complex Phenotypes to Genes: The Story of Rat Chromosome 4 and Its Behavioral Effects.** *World Journal of Neuroscience*. v. 4; p. 203-215. 2014.
- D’ERCHIA, A.M. *et al.* **The guinea-pig is not a rodent.** *Nature*. 381: 597-600. 1996.
- ELLENBROEK, B.; YOUN, J. **Rodent models in neuroscience research: is it a rat race?** *Disease Models & Mechanisms*. v. 9, p. 1079-1087. 2016.
- FERREIRA, L.M., FERREIRA, L.R.K. **Experimental model: historic and conceptual revision.** *Acta Cirúrgica Brasileira*, 18:1-3. 2003.
- GABRIEL, S.I.; MATHIAS, M.L.; SEARLE, J.B. **Of mice and the ‘age of discovery’: the complex history of colonization of the Azorean archipelago by the house mouse (*Mus musculus*) as revealed by mitochondrial DNA variation.** *Journal of Evolutionary Biology*, 28, 130– 145. 2015.
- GIBBS, R.A., *et al.* **Genome sequence of the Brown Norway rat yields insights into mammalian evolution.** *Nature*, 428(6982), 493–521. 2004.
- GONÇALVES, G.L.; PAIXÃO-CORTÊS, V.R.; FREITAS, T.R.O. **Molecular evolution of the pigmentation gene melanocortin-1 receptor in rodents.** *Genetics and Molecular Research*, 1678-5680. 2013.
- GRANZOTTO, N. **Efeitos Farmacogenéticos do tratamento com cafeína em ratos isogênicos SHR e SLA16.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Farmacologia, Florianópolis, 2016.
- HALL, C.S. **Emotional behavior in the rat. I. Defecation and urination as measures of individual differences in emotionality.** *Journal of Comparative Psychology*, 18(3), 385–403. 1934.
- HAND, S. **Australia’s oldest rodents: master mariners from Malaysia.** In: *Vertebrate zoogeography*

and evolution in Australasia (Archer M and Clayton G, eds.), pp. 905-912. Sydney, NSW: Hesperian Press. 1948.

HEDRICH, H. J. **History, Strains and Models.** The Laboratory Rat, 3–16. 2000.

HUANG, G, *et al.* **Genetic manipulations in the rat: progress and prospects.** Current Opinion in Nephrology and Hypertension. v. 20. 2011.

HUCHON, D. *et al.* **Rodent phylogeny and a timescale for the evolution of Glires: evidence from an extensive taxon sampling using three nuclear genes.** Molecular Biology and Evolution, 19:1053-1065. 2002.

HUCK, M. **Low genetic variability, female-biased dispersal and high movement rates in an urban population of Eurasian badgers *Meles meles*.** Journal of Animal Ecology, 77(5), 905–915. 2008.

HULME-BEAMAN, A., *et al.* **An ecological and evolutionary framework for commensalism in anthropogenic environments.** Trends in Ecology Evolution 31, 633 – 645. 2016.

IZÍDIO, G.S., *et al.* **The influence of sex and estrous cycle on QTL for emotionality and ethanol consumption.** Mammalian Genome. v. 22; p. 329-340. 2011.

JACOB, H.J., *et al.* **A genetic linkage map of the laboratory rat, *Rattus norvegicus*.** Nature Genetics, 9(1), 63–69. 1995.

JANSA, S.A.; BARKER, F.K.; HEANEY, L.R. **The pattern and timing of diversification of Philippine endemic rodents: evidence from mitochondrial and nuclear gene sequences.** Systematic Biology 55:73–88. 2006.

KAWAMATA, M.; OCHIYA, T. **Generation of genetically modified rats from embryonic stem cells.** PNAS. v. 107, p. 14223-14228. 2010.

LANGFORD, D.J., *et al.* **Social modulation of pain as evidence for empathy in mice.** Science 312, 1967–1970. 2006.

LI, W.H. *et al.* **The molecular taxonomy and evolution of the guinea pig.** Journal of Heredity, 174-181. 1992.

LORENZ, K. **The Foundations of Ethology.** Edição brasileira, 1995. São Paulo: Editora Universidade Estadual Paulista. 1981.

LUCKETT, W.P.; HARTENBERGER, J-L. **Monophyly or polyphyly of the order Rodentia: possible conflict between morphological and molecular interpretations.** Journal of Mammalian Evolution, 1:127-147. 1993.

MATTHEUS, I. **Full Revelations of a Professional Rat-catcher - After 25 Years' Experience.** The Friendly Societies Printing Company, Limited. 1898.

MONTGOMERY, K.C. **The relation between fear induced by novel stimulation and exploratory drive.** Journal of Comparative and Physiological Psychology, 48(4), 254–260. 1955.

MURPHY, W. J. *et al.* **Molecular phylogenetics and the origins of placental mammals.** Nature. 409, 614± 618. 2001.

MUSSER, G.G.; CARLETON, M.D. Family *Muridae*. **Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference**, 2nd edition (Wilson DE and Reader DM, eds.), pp. 501-756. Washington, DC: Smithsonian Institution Press. 1993.

- NAKASHIMA, S.F., *et al.* **Receiving of emotional signal of pain from conspecifics in laboratory rats.** Royal Society Open science, 2:140381. 2015.
- PAGÈS, M., *et al.* **Molecular phylogeny of South-East Asian arboreal murine rodents.** Zoologica Scripta, 45(4), 349–364. 2015.
- PANKSSEPP, J. **Ontogeny of play in rats.** Developmental Psychobiology, 14, 327±332. 1981.
- PANTI-MAY, J.A., *et al.* **A Two-Year Ecological Study of Norway Rats (*Rattus norvegicus*) in a Brazilian Urban Slum.** PLoS ONE, 11(3):e0152511. 2016.
- PARKER, C.C. **Rats are the smart choice: Rationale for a renewed focus on rats in behavioral genetics.** Neuropharmacology. v. 76. 2014.
- PELLIS, S. M., *et al.* **Morphine subtracts subcomponents of haloperidol-isolated postural support reflexes to reveal gradients of their integration.** Behavioral Neuroscience, 100(5), 631–646. 1986.
- PELLIS, S. M.; PELLIS, V. C.; McKENNA, M. M. **Some subordinates are more equal than others: Play fighting amongst adult subordinate male rats.** Aggressive Behavior, 19, 385±393. 1993.
- PELLIS, S.M. **Targets and tactics: An analysis of moment-to-moment decision making in animal combat.** Aggressive Behavior, 23, 107±129. 1997.
- PERTILE R., *et al.* **The Quinpirole Hypolocomotive Effects are Strain and Route of Administration Dependent in SHR and SLA16 Isogenic Rats.** Behavior Genetics. v. 47(5); p. 552-563. 2017.
- PUCKETT, E. E., *et al.* **Global population divergence and admixture of the brown rat (*Rattus norvegicus*).** Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 283(1841). 2016.
- PUCKETT, E.E.; MICCI-SMITH, O.; MUNSHI-SOUTH, J. **Genomic analyses identify multiple Asian origins and deeply diverged mitochondrial clades in inbred brown rats (*Rattus norvegicus*).** Wiley – Evolutionary Applications, 11:718-726. 2017.
- RAMOS, A. *et al.* **Identification of female-specific QTLs affecting an emotionality-related behavior in rats.** Molecular Psychiatry. v. 4; p. 453-462. 1999.
- RAMOS, A., *et al.* **A multiple-test study of anxiety-related behaviours in six inbred rat strains.** Behavior Brain Research. v. 85; p. 57-69. 1997.
- RAMOS, A.; MORMÈDE, P. **Stress and emotionality: A multidimensional and genetic approach.** Neuroscience and Biobehavioral Reviews, v. 22, n. 1, p. 33–57. 1998.
- RAYMUNDO, M. M.; GOLDIM, J.R. **Ética da pesquisa em modelos animais.** Bioética, v. 10, n 1. 2002.
- REW, D.A. **The sequencing of the rat genome.** Eur J Surg Oncol. v. 30, p. 905-6. 2004.
- RICHTER, C.P. **The Effects of Domestication and Selection on the Behavior of the Norway Rat.** Journal of the National Cancer Institute, v. 15, n° 3. 1954.
- ROBINS, J.H., *et al.* **Dating of divergences within the Rattus genus phylogeny using whole mitochondrial genomes.** Molecular Phylogenetics and Evolution Journal, 49:460–466. 2008.
- ROWE, K.C., *et al.* **Pliocene colonization, adaptive radiations, and lineage sorting in**

Australia and New Guinea (Sahul): multilocus systematics of the Old Endemic rodents (*Muroidea:Murinae*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 47:84±101. 2008.

SCHENK, J. J.; ROWE, K. C.; STEPPAN, S. J. **Ecological Opportunity and Incumbency in the Diversification of Repeated Continental Colonizations by Muroid Rodents.** *Systematic Biology*, 62(6), 837–864. 2013.

SCOTT, J.P. **Agonistic Behavior of Mice and Rats: A Review.** *American Zoologist*, 6(4), 683–701. 1966.

SEARLE, J.B., *et al.* **Of mice and (Viking?) men: phylogeography of British and Irish house mice.** *Proceedings of the Royal Society of London B*, 276, 201 – 207. 2009.

SINGLETON, G.R.; PETCH, D.A. **A review of the biology and management of rodent pests in Southeast Asia.** Canberra, ACIAR Technical Reports No. 30, 65p. 1994.

SMITH, A.T., XIE, Y. **A guide to the mammals of China.** Princeton, NJ: Princeton University Press. 2008.

STEPPAN, S.J.; SCHENK. **Muroid rodent phylogenetics: 900-species tree reveals increasing diversification rates.** *PLoS-ONE*, 12(8): e0183070. 2017.

SWIFT, J.A., *et al.* **Restructuring of nutrient flows in island ecosystems following human colonization evidenced by isotopic analysis of commensal rats.** *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(25), 6392-6397. 2018.

TAKANO, Y., *et al.* **Learning of efficient behaviour in spatial exploration through observation of behavior of conspecific in laboratory rats.** *Royal Society Open Science*, 4:170121. 2017.

The British Pest Control Association (BPCA) - <https://bpca.org.uk/Pest-Aware/brown-rat-control-how-to-get-rid-of-brown-rats-bpca-a-z-of-pests/189176> > acessado em: 01 de outubro de 2018.

TRAWEGER, D., *et al.* **Habitat preferences and distribution of the brown rat (*Rattus norvegicus* Berk.) in the city of Salzburg (Austria): implications for an urban rat management.** *Journal of Pest Science*, 79(3), 113–125. 2006.

VADELL, M.V.; GÓMEZ VILLAFANE, I.E.; CAVIA, R. **Are life-history strategies of Norway rats (*Rattus norvegicus*) and house mice (*Mus musculus*) dependent on environmental characteristics?** *Wildlife Research*, 41, 172–184. 2014.

WATTS, C.H.S.; APLIN, H.J. **Rodents of Australia.** Sydney, NSW: Angus & Robertson Press. 1981.

WHISHAW, I. Q.; SARNA, J. R.; PELLIS, S. M. **Rodent-typical and species-specific limb use in eating: Evidence for specialized paw use from a comparative analysis of ten species.** *Behavioural Brain Research*, 96, 79±91. 1998b.

WHISHAW, I.Q., *et al.* **Accelerated Nervous System Development Contributes to Behavioral Efficiency in the Laboratory Mouse: A Behavioral Review and Theoretical Proposal.** *Developmental Psychobiology*, 39(3), 151–170. 2001.

BENEFÍCIOS DE DIFERENTES MANEJOS NUTRICIONAIS PARA VACAS DE LEITE NO PERÍODO DE TRANSIÇÃO

Fernanda Picoli

Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC
Chapecó - Santa Catarina

Suélen Serafini

Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC
Chapecó - Santa Catarina

Leonardo Severgnini

Universidade do Oeste de Santa Catarina - UNOESC
Xanxerê - Santa Catarina

Rodrigo Macagnan

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR
Dois Vizinhos - Paraná

Junior Gonçalves Soares

Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC
Chapecó - Santa Catarina

Lilian Regina Rothe Mayer

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR
Dois Vizinhos - Paraná

anualmente no cenário brasileiro, ocupando lugar destaque no ranking mundial. A rápida ascensão na produção veio de encontro com a ocorrência de problemas que podem acarretar em prejuízos ao produtor. O surgimento de afecções metabólicas são comumente observadas pelos produtores nas vacas em produção. Estas doenças metabólicas são, muitas vezes, decorrentes de manejo deficiente e incorreto no período de transição da vaca, que compreende o final da gestação e início da lactação. Com isto, objetivou-se elaborar uma revisão bibliográfica sobre aspectos relacionados com diferentes manejos nutricionais no período de transição da vaca leiteira. Obtendo alternativas de manejo nutricional para redução de problemas no período de transição. As alternativas giram em torno do fornecimento de dieta energética e proteica, bem como, dietas com diferença cationica-anionica (DCAD) no pré parto, além do uso de macro e microminerais e outros aditivos através de diferentes vias. Contudo, mais estudos são necessários para elucidar as técnicas nutricionais apropriadas para cada sistema de produção.

PALAVRAS-CHAVE: bovino, leiteiro, hipocalcemia, periparto

ABSTRACT: The milk production has been prominent in the agribusiness sector with high

RESUMO: A produção de leite vem tomando destaque no setor do agronegócio, tendo elevada produção nos últimos anos. Mais de 33 bilhões de litros de leite são produzidos

production in recent years. More than 33.00 billion liters of milk are produced annually in the Brazilian scenario, occupying a prominent place in the world ranking. The fast rise in production came in the face of problems that can lead to losses to the farmer. The appears of metabolic affections are commonly observed in cows in production by farmers These metabolic diseases are often due to poor and incorrect management during the transition period of the cow, which includes the end of gestation and the beginning of lactation. This way, was aimed to elaborate a bibliographical review on aspects related to different nutritional management in the transition period of the dairy cow. Obtaining nutritional management alternatives to reduce problems during the transition period. The alternatives revolve around the supply of energy and protein diet, as well as diets with correct cationic-anionic difference (DCAD) in the pre partum, besides the use of macro and micro minerals and other additives through different routes. However, further studies are needed to elucidate the appropriate nutritional techniques for each production system.

KEYWORDS: dairy cattle, peripartum, hypocalcemia

1 | INTRODUÇÃO

A bovinocultura de leite do Brasil obteve uma expressiva produção com 33,62 bilhões de litros, mantendo a quinta posição no ranking mundial de produção de leite, ficando atrás somente da União Europeia, Índia, Estados Unidos e China (IBGE, 2017).

Em dez anos o estado de Santa Catarina excedeu em 82% a sua capacidade de produção, alcançando 3,1 bilhões de litros produzidos no ano de 2016, conservando a quarta posição no ranking nacional de produção. Considera-se ainda que a produção leiteira estadual aumente em até 77% nos próximos 10 anos. Regionalmente, o Oeste apresentou crescimento de 256% em produção nesse mesmo período, responsável por 75% da produção do estado. O Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola (Epagri/Cepa) estimou uma produção ainda maior no ano passado, em que o estado pode ter produzidos 3,4 bilhões de litros de leite e o país alcançado patamares de 35 bilhões (GOVERNO DE SANTA CATARINA, 2018).

O período de transição é definido como o período que envolve as três últimas semanas de gestação e as três primeiras semanas de lactação da vaca; sendo este tempo marcado por mudanças importantes para a fêmea, já que nele ocorre maior crescimento do feto e alterações hormonais expressivas com a finalidade de preparar o animal gestante para o parto e para a lactação (ESNAOLA, 2014). Alterações comportamentais, metabólicas, hormonais e físicas são mais evidentes nesse período, comprometendo principalmente a ingestão de matéria seca desses animais (CONTRERAS; SORDILLO, 2011).

O manejo alimentar do rebanho leiteiro neste período tem por finalidade a

ingestão de nutrientes de forma a manter a saúde e a produção de leite, visando a minimizar a ocorrência de distúrbios metabólicos e infecciosos possíveis, que podem acarretar em queda produtiva ou até mesmo a morte do animal (BRANT, 2012). Estima-se que 30 a 50% das vacas de leite são acometidas com algum tipo de enfermidade metabólica ou infecciosa próximo ao parto (LABLANC, 2010).

Nesse contexto, propõe-se com esta revisão bibliográfica apresentar aspectos relevantes do período de transição de vacas leiteiras, com técnicas e manejos que venham a auxiliar na formulação e recomendação de alternativas nutricionais, visando à saúde dos animais e a condições adequadas para a lactação.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Os melhores períodos para a prevenção de distúrbios metabólicos em vacas leiteiras são o final do período seco e o início da lactação, também conhecido como período de transição. Distúrbios metabólicos tais como esteatose hepática, cetose, hipocalcemia, deslocamento de abomaso (MULLIGAN; DUHERT, 2008), e até mesmo problemas reprodutivos e mastite podem ser prevenidos ou reduzidos através da manipulação de dieta fornecida aos animais. Com a redução da incidência destes problemas, é possível melhorar consideravelmente o desempenho da vaca na lactação, resultando em maior retorno econômico ao produtor e a atividade (SANTOS et al., 2009).

O manejo alimentar da vaca leiteira tem por objetivo suprir as exigências nutricionais nos diferentes estágios produtivos, com o intuito de minimizar ou evitar o surgimento de doenças metabólicas (DUBUC et al., 2010), além de mitigar perdas econômicas que se originam da manifestação destas afecções, culminado muitas vezes com a necessidade de reposição do animal ou até mesmo a morte (SANTOS et al., 2009).

Técnicas alimentares específicas devem ser adotadas para que o período de transição seja menos impactante para os bovinos de leite, potencializando sua aptidão genética e visando seu bem estar. Essas técnicas disponíveis requerem atenção e visam à melhoria da saúde das vacas no período, são elas:

2.1 Adensamento da Dieta

O surgimento de patologias metabólicas no período entre o final da gestação e o início de lactação em vacas, principalmente, de alta produção, é proveniente de um déficit na capacidade de ingestão de matéria seca. Devido a isso, há baixa ingestão de nutrientes, incapazes de atender às elevadas exigências nutricionais que se estabelecem nesse período, resultando em Balanço Energético Negativo

(BEN) (CASTRO et al., 2009; ALLEN; PIANTONI, 2013). Esse evento é considerado normal quando se trata de animais produtores de leite, pois se trata de uma forma de “adaptação” para manter sua produção durante períodos de escassez de alimentos (MCART et al., 2013).

Uma alternativa para minimizar as perdas nesse período é realizar o adensamento da dieta fornecida aos animais. Essa técnica consiste no aumento gradativo da relação concentrado/volumoso, de forma a compensar o baixo consumo de matéria seca (CMS) e suprir as necessidades energéticas que aumentam consideravelmente nessa fase, em razão principalmente de efeitos físicos (parto) e fisiológicos (hormonais) (CONTRERAS; SORDILLO, 2011).

Uma estratégia coerente é o aumento do fornecimento de concentrados, especialmente fontes de Carboidratos Não Fibrosos (CNF), como milho, sorgo, polpa cítrica. Essa estratégia, atrelada ao uso de volumosos de boa qualidade, altamente digestíveis, possibilitará elevada ingestão de energia, sem expor ao animal riscos significativos de ocorrência de acidose (PEDROSO, 2015).

Maturana Filho (2009) utilizou a suplementação com gordura nas rações de fêmeas leiteiras no período de transição e não obteve efeitos significativos na produção leiteira. No entanto, alcançou resultado positivo no balanço energético e no desempenho reprodutivo. Além do que, essa suplementação implicou também em diminuição do teor e da produção de gordura do leite, sugerindo que essa queda poderia ajudar a reduzir o BEN no início da lactação, melhorando o status metabólico de vacas leiteiras nessa fase.

Santos et al. (2009) estudaram dietas com adição de óleo de soja (3%) para vacas em período de transição e obtiveram resultados de maiores quantidades consumidas de extrato etéreo nos períodos pré e pós-parto. Apresentaram ainda, tendência de maior ingestão no pós-parto quando avaliadas no tempo (interação ração × tempo), calculado em kg/dia ($P = 0,091$) e em %PV ($P = 0,097$), Com esse consumo maior, os consumos de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) e Energia Líquida (EL) também aumentaram no período pós- parto para os animais alimentados com a ração com óleo de soja. A taxa de aumento no CMS entre a primeira e terceira semana foi de 1,38 e 2,08 kg por semana para as vacas que ingeriram as rações controle e com óleo de soja, respectivamente. Entretanto, muito cuidado deve ser tomado com essa maximização de CMS, em animais com alto escore de condição corporal ou com elevado consumo no período seco tendem a apresentar menor ingestão de alimentos no pré-parto (GRUMMER, 2009). Esse evento está diretamente ligado ao aumento de ácidos graxos não esterificados (AGNE's) e triglicerídeos hepáticos no pós-parto.

De acordo com Artunduaga (2011), ao testar a adição de fontes energéticas no período de transição de vacas leiteiras como Megalac- E®, soja tostada e propileno glicol, verificou que fontes de origem gliconeogênicas ou lipídicas foram eficientes em reduzir as concentrações de AGNE's, embora os animais tenham

mostrado afecções no pós-parto.

2.2 Diferença catiônica-Aniônica da Dieta

Os eletrólitos da dieta podem ser classificados com ânions (-) ou cátions (+). Os mais importantes cátions da dieta são o sódio, potássio, cálcio, magnésio e os ânions são o cloro, enxofre e fósforo. A diferença catiônica-aniônica da dieta (DCAD) é a diferença em miliequivalente entre os principais cátions e ânions da dieta. A suplementação mineral aniônica (Tabela 1.) nas semanas que antecedem o parto, é um método eficaz para um correto balanceamento cátion-ânionico negativo, de maneira a evitar problemas metabólicos e infecciosos (WILKENS et al., 2012).

O fornecimento de sais aniônicos à dieta de vacas leiteiras no pré- parto com o intuito de manter DCAD negativa é uma alternativa às propriedades, em especial, àquelas que possuem animais de alta produção.

Sal	Fórmula química	Meq/100g	%N	%Ca	%Mg	%S	%Cl	%MS
MO								
Sulfato de Amônio	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	- 1519	21,2			24,3		100
Sulfato de Cálcio	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	- 1162		23,3		18,6		79,1
Sulfato de Magnésio	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	- 812,5			9,9	13,0		48,8
Cloreto de Amônio	NH_4Cl	- 1870	26,2				66,3	100
Cloreto de Cálcio	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	- 1359		27,3			48,2	75,5
Cloreto de Magnésio	$\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	-984			12,0		34,9	46,8

Tabela 1. Composição química de sais aniônicos disponíveis (% de concentração de miliequivalentes da matéria original).

Fonte: Adaptado de Beede (1992).

Ao iniciar o período de transição, recomenda-se o fornecimento de dietas com DCAD negativa (Tabela 2) e altas concentrações de Ca na dieta (até 150 g/dia). O fornecimento de leguminosas nesse período deve ser o mínimo possível, já que possuem altas quantidades de cátions sódio (Na) e principalmente potássio (K). Com relação à ingestão de volumosos, deve-se priorizar o fornecimento de gramíneas, preferencialmente a silagem de milho. Finalmente, para alcançar valores de DCAD inferiores a -100 mEq/Kg MS, é necessário a adição de sais aniônicos ao núcleo mineral, principalmente os cloretos, que acidificam melhor os sulfatos (ESNAOLA, 2014).

Autor	DCAD (meq/ 100gr de MS) ¹	Nº de animais	Hipocalcemia (%)
Dishington (1975)	- 11,90	6	17
	- 2,20	6	0
	+ 34,60	14	86
Block (1984)	- 12,90	19	0
	+ 33,10	19	48
Oetzel et al. (1989)	- 7,50	24	4
	+ 18,90	24	17
Gaynor et al. (1989)	+ 22,0	5	0
	+ 60,0	6	33
	+ 126,0	6	17
Beede (1992)	+ 25,0	260	4
	+ 5,0	250	9

Tabela 2. Efeito da DCAD na incidência de hipocalcemia.

Fonte: Adaptado de Beede (1992).

No início da lactação, as exigências de Ca aumentam consideravelmente, pois a concentração deste macromineral no colostro é quase duas vezes superior a do leite. Dietas com baixa DCAD aumentam o fluxo de Ca circulante e liberam de forma rápida as reservas de Ca dos ossos para as fêmeas no pós-parto. É uma das alternativas para diminuir a incidência e a severidade da hipocalcemia em propriedades leiteiras (ESNAOLA, 2014).

DeGroot et al., (2010), avaliaram a DCAD e a influência da suplementação aniônica em vacas de leite em período de transição para características como consumo de ração e produção de leite. Animais alimentados no pré-parto com dietas aniônicas não afetaram a concentração de Ca plasmático, no entanto, vacas alimentadas com dietas aniônicas o declínio no Ca plasmático ocorreu mais tardio do que em animais que não estavam sendo suplementados. Os resultados sugerem que diminuindo o DCAD da dieta durante o pré-parto pode aumentar a IMS no pós-parto e a produção de leite de vacas múltiparas sem afetar negativamente o desempenho de primíparas.

Gregghi et al., (2014), estimaram o efeito de um suplemento mineral aniônico sobre parâmetros sanguíneos, urinários e incidência de hipocalcemia e retenção de placenta em vacas leiteiras. Com esse estudo, constataram que a suplementação não provocou acidose metabólica leve desejada, não sendo, portanto, eficaz na prevenção da hipocalcemia. Por outro lado, o Selênio (Se) contido na composição do suplemento, elevou a concentração desse micronutriente no soro dos animais, corroborando para menor retenção de placenta nos animais avaliados.

Weich e colaboradores (2013) avaliaram a exposição às dietas aniônicas por até 42 dias para evitar o manejo excessivo no pré-parto e mitigar os transtornos causados pelo estresse em novas socializações com remanejamento de lotes. Eles constataram que o efeito na produção pós-parto, balanço energético e homeostase de Ca de fêmeas

leiteiras que foram alimentadas com dietas aniônicas durante 42 dias foram similares às vacas alimentadas somente com 21 dias. No mesmo trabalho, foi realizado o acompanhamento de distúrbios metabólicos e no grupo controle relatou-se 16 vacas com problemas, no grupo alimentado por 21 dias com a dieta teste foram 10 vacas e no grupo alimentado por 42 dias foram relatados 12 animais, evidenciando menores distúrbios quando fornecida dietas alternativas próprias para o período de transição.

2.3 Manejos alternativos

Sá Fortes (2008) avaliaram o uso da monensina sódica (30ppm/dia) e propileno-glicol (300 ml/dia) em dietas de vacas no período de transição sobre a produção e a composição do leite. Concluíram que a inclusão de propileno-glicol apenas no período pós-parto resultou em diminuição da produção de leite e da quantidade total de gordura e proteína. Já a adição desse mesmo ingrediente no pré-parto acarretou em aumento da porcentagem de gordura, extrato seco e lactose. A inclusão de monensina tanto no pré quanto no pós-parto reduziu a porcentagem de proteína em relação aos outros tratamentos (controle e propileno-glicol). Ainda nesse contexto, Gordon et al., (2013), afirmam que a administração de oral de propileno-glicol é a melhor forma de tratamento para a cetose, já que ele é fermentado em propionato no rúmen, liberando succinato para o ciclo de Krebs. A partir dessa liberação, é facilitada a produção de oxalacetato, retomando a adequada oxidação dos ácidos graxos, bem como, a síntese de glicose.

O uso de monensina isolada, em especial no período de transição, melhora os parâmetros metabólicos, reduzindo os níveis de corpos cetônicos e ácidos graxos livres (AGL) séricos e aumentando os de glicose. Também tem grande potencial para diminuir a incidência de acidose ruminal subclínica no pós-parto (DIAS, 2015).

Soldá et al. (2017), avaliaram a utilização de um suplemento mineral composto por Cobre (Cu), Zinco (Zn), Magnésio (Mg) e K (Potássio) (Fosfosal®) em vacas leiteiras no período de transição e em seus recém-nascidos. Os resultados mostraram um aumento nos níveis de leucócitos totais, proteínas totais e globulinas na circulação destes animais, bem como redução nos níveis de hemoglobina. A atividade da enzima catalase foi aumentada para as fêmeas e suas crias, comprovando que a suplementação parenteral (intramuscular) com minerais favorece a imunidade do animal, bem como, a diminuição do risco de afecções devido ao período.

Outras fontes minerais foram estudadas por Cortinhas (2012) e seus colaboradores, ao fornecerem fontes de Zn, Cu e Se para fêmeas com 90 dias pré-parto e outras em 80 dias de lactação. O fornecimento desses minerais como fontes orgânicas em substituição às inorgânicas não influenciou o CMS e de nutrientes, bem como, o perfil metabólico, rendimento e composição do leite. Além disso, manteve as concentrações plasmáticas desses minerais e o índice de condição corporal de todos

os animais dos grupos estudados.

Aires et al., (2016), suplementaram fêmeas leiteiras no período de transição com colina protegida ruminalmente e avaliaram o efeito desta vitamina sobre a produção, o perfil metabólico, as enzimas hepáticas e ocorrência de endometrite. A suplementação não modificou os níveis de beta-hidroxibutirato (BHBA), AGNE's, frutossamina, fator de crescimento semelhante à glicose I (IGF-I), status oxidante total (TOS), aspartato aminotransferase (AST) e gamaglutamiltransferase (GGT) nos dias subsequentes ao parto, bem como, não alterou também a produção de leite desses animais (ZOM et al., 2011). Em outro trabalho, os animais suplementados com essa mesma vitamina protegida 60 dias pós-parto, tiveram menor incidência de endometrite quando comparados ao grupo que não recebeu a suplementação (controle). A utilização de colina no periparto de vacas leiteiras tem sido realizada por períodos e dosagens variáveis, mas muitos de seus resultados para parâmetros produtivos, de saúde e reprodutivos são controversos (LIMA et al., 2012).

Em estudos de Yuhan et al. (2015) com culturas de leveduras derivados do *Saccharomyces cerevisiae* adicionadas às dietas de animais em período de transição obtiveram resultados positivos e melhorias na fermentação ruminal, no CMS e na produção leiteira. Em conformidade com o descrito por Dias (2015), a suplementação com leveduras age sobre o sistema imunológico, promovendo também a saúde ruminal dos animais. Sendo assim, uma excelente estratégia durante o período de transição.

Em animais com elevado escore corporal, a utilização de niacina, uma vitamina do grupo B, é uma importante forma de evitar a cetose, pois é capaz de diminuir a lipólise. Além disso, animais com maior incidência de estatose hepática, apresentaram deficiência de colina, justificando a importância da suplementação dessa vitamina para animais no período de transição (SANTOS, 2011).

Acredita-se que a melhor forma de prevenção de distúrbios metabólicos nesse período é adequar o manejo nutricional em todas as fases que o antecedem, evitando que o animal esteja muito gordo no parto. Preconiza-se um Escore de Condição Corporal (ECC) igual ou inferior a 3,25 (escala de 1 a 5) (SANTOS, 2011), já que animais muito gordos possuem elevada produção de leptina. A leptina é um hormônio protéico sintetizado pelo tecido adiposo com alto potencial de limitação do consumo, justificando o baixo CMS de algumas vacas obesas no período de transição (ECHEVERRY et al., 2012).

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O período de transição é o momento mais adequado para a prevenção de distúrbios metabólicos, pois além de maximizar a produtividade do animal, também possibilita assegurar um bom desempenho reprodutivo e produtivo subsequente.

Aumentar a densidade a dieta é uma forma de garantir a ingestão de nutrientes

adequada, mesmo atrelada a uma menor IMS, possibilita mitigar o BEN no pós-parto.

A adoção de dietas aniônicas para animais no pré-parto é benéfica principalmente na redução de incidência de hipocalcemia logo após o parto.

Alternativas como a utilização de monensina sódica, propileno-glicol, suplementação mineral e o uso leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) para animais em transição também são manejos nutricionais interessantes nessa fase.

A inadequada formulação de dietas, manejo alimentar de baixa qualidade ou estresse ambiental excessivo podem comprometer os potenciais benefícios destas dietas mais caras, além da saúde do animal e sua lactação subsequente. Contudo, mais estudos são necessários para elucidar as técnicas nutricionais apropriadas para cada sistema de produção.

REFERÊNCIAS

AIRES, A.R. et al. Efeito da suplementação com colina protegida sobre parâmetros bioquímicos, produção e reprodução de vacas leiteiras no periparto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.68, n.6, p.1573-1580, 2016.

ALLEN, M.S; PIANTONI, P. Metabolic control of feed intake implications for metabolic disease of fresh cows. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.29, p.279-297, 2013.

ARTUNDUAGA, M.A.T. et al. Incidência de doenças no pós-parto de primíparas da raça holandesa alimentadas com diferentes fontes energéticas durante o período de transição. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.3, p.616-623, 2011.

BEEDE, D.K. The DCAD concept: Transition rations for dry pregnant cows. **Feedstuffs**, n.26, p.12-19, 1992.

BRANT, D. **Manejo nutricional das vacas em período de transição**. Rezagro. Artigos Técnicos. 2012.

CASTRO, D. et al. Medicina da produção: Incidência e distribuição de doenças metabólicas em explorações de bovinos de elevada produção leiteira na Região de Aveiro. Portugal. **PUBVET**, v.3, n.2, Art. 487, 2009.

CONTRERAS, G.A; SORDILLO, L.M. Lipid mobilization and inflammatory responses during the transition period of dairy cows. **Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases**, v.34, p.281-289, 2011.

CORTINHAS, C.S. et al. Organic and inorganic sources of zinc, copper and selenium in diets for dairy cows: intake, blood metabolic profile, milk yield and composition. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41. p.1477-1483, 2012.

DEGROOT, M.A.; BLOCK, E.; FRENCH, P.D. Effect of prepartum anionic supplementation on periparturient feed intake, health, and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.5268-5279, 2010.

DUBUC, J. et al. Risk factors for postpartum uterine diseases in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.5764-5771, 2010.

DIAS, A.P. Estratégias nutricionais para minimizar o balanço energético negativo em vacas leiteiras

- durante o período de transição. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2015.
- ECHEVERRY, D.M. et al. Papel de la leptina y su receptor en la glandula mamaria bovina. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v.25, n.3, p.500-510, 2012.
- ESNAOLA, G.S. Hipocalcemia: Relação com transtornos do puerpério. Seminário apresentado na disciplina de Transtornos Metabólicos, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. 15 p.
- GORDON, J.L. et al. Ketosis treatment in lactating dairy cattle. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.29, p.433-445, 2013.
- GOVERNO DE SANTA CATARINA. **Produção catarinense de leite aumenta 82% em dez anos e expectativa é de crescimento ainda maior**. 2018. Disponível em: <<http://sc.gov.br/index.php/noticias/temas/agricultura-e-pesca/producao-catarinense-de-leite-aumenta-82-em-dez-anos>> Acesso em: 15 jun. 2018.
- GREGHI, G. et al. Suplemento mineral aniônico para vacas no periparto: parâmetros sanguíneos, urinários e incidência de patologias de importância na bovinocultura leiteira. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.34, n.4, p.337-342, 2014.
- GRUMMER, R. Qual o período mais crítico: Pré parto vs periparto vs pós parto. In. XIII Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos, 2009, Uberlândia. **Anais...**, Uberlândia: 2009. p. 237-243.
- IBGE. **Produção da Pecuária Mundial 2016**. GEPEC/COAGRO. p.1-39, 2017. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/media/com_materialdeapoio/arquivos/ea77821e06cad1457f9b35c1abe2137f.pdf Acesso em: 15 jun. 2018.
- LABLANC, S. Health in the transition period and reproductive performance. **WCDS Advances in Dairy Technology**, v.22, p.97-110, 2010.
- LIMA, F.S. et al. Effects of feeding rumen-protected choline on incidence of diseases and reproduction of dairy cows. **The Veterinary Journal**, v.193, p.140-145, 2012.
- MATURANA FILHO, M. Desempenho produtivo e reprodutivo e parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras alimentadas com diferentes fontes de gordura no período de transição e início de lactação. 2009. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.
- MCART, J.A.A. et al. Elevated non-esterified fatty acids and b-hydroxybutyrate and their association with transition dairy cow performance. **The Veterinary Journal**, v.198, p.560-57, 2013.
- MULLIGAN, F.J.; DOHERTY, M.L. Production diseases of the transition cow. **The Veterinary Journal**, v.176, p.39. 2008.
- PEDROSO, A.M. **Manejo e alimentação de vacas em transição**. MilkPoint, 2015. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao/manejo-e-alimentacao-de-vacas-em-transicao-93129n.aspx?r=1124389756#>> Acesso em: 12 jun. 2018.
- SANTOS, A.D.F. et al. Use of soybean oil for dairy cows during transition period: Intake, milk yield and composition. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1363-1371, 2009.
- SANTOS, J.E.P. Distúrbios metabólicos. In: Berchielli TT, Pires AV, Oliveira SG. 2011. **Nutrição de ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal: Funep. 2011. p. 439-520.

SÁ FORTES, R.V. et al . Propileno-glicol ou monensina na dieta de vacas leiteiras no período de transição: saúde do úbere, produção e composição do leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 1, p. 179-184, 2008.

SOLDÁ, N.M. et al. Injectable mineral supplementation to transition period dairy cows and its effects on animal health. **Comparative Clinical Pathology**, v.26, p.335, 2017.

ZOM, R.L.G. et al. Effect of rumen-protected choline on performance, blood metabolites, and hepatic triacylglycerols of periparturient dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.94, n.1, p.4016- 4027, 2011.

WEICH, W. et al. Extended negative dietary cation-anion difference feeding does not negatively affect postpartum performance of multiparous dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.96, n.1, p.5780-5792, 2013.

WILKENS, M.R. et al. Influence of the combination of 25-hydroxyvitamin D3 and a diet negative in cation-anion difference on peripartal calcium homeostasis of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.95, n.1, p.151-64, 2012.

YUHAN, K et al. Yeast product supplementation modulated feeding behavior and metabolism in transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.98, n.1, p.532-430, 2015.

EFEITOS DO ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL NO COMPORTAMENTO E NOS NÍVEIS DE CORTISOL SÉRICO DE CÃES TERAPEUTAS

Letícia Vinhas Rampim

Universidade Estadual Paulista UNESP
Faculdade de Medicina Veterinária, Departamento
de anestesiologia
Araçatuba – São Paulo

Carlos Eduardo de Siqueira

Universidade Estadual Paulista UNESP
Faculdade de Medicina Veterinária, Departamento
de anestesiologia

Valéria Nobre Leal de Souza Oliva

Universidade Estadual Paulista UNESP
Faculdade de Medicina Veterinária, Departamento
de anestesiologia

RESUMO: O enriquecimento ambiental consiste em técnicas para modificação do ambiente de animais mantidos em cativeiro. Utilizado desde a década de 1970 para promover o bem-estar de animais silvestres, o enriquecimento ambiental ainda é pouco utilizado para animais domésticos. Este trabalho teve como objetivo avaliar a promoção de bem-estar em cães de Terapia Assistida por Animais, através de técnicas de enriquecimento ambiental, sendo avaliado o comportamento e as concentrações de cortisol sérico. O enriquecimento ambiental não se mostrou tão eficaz em cães de TAA mantidos em canil, fazendo-se necessário a investigação de técnicas diferentes para este grupo de cães de trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: etologia; manejo; TAA.

ABSTRACT: Environmental enrichment consists of techniques for modifying the environment of animals kept in captivity. Used since the 1970s to promote the welfare of wild animals, environmental enrichment is still little used for domestic animals. The objective of this work was to evaluate the welfare promotion in Dogs of Animal-Assisted Therapy, through environmental enrichment techniques, evaluating the behavior and concentrations of serum cortisol. Environmental enrichment did not prove to be as effective in TAA dogs kept in kennel, making it necessary to investigate different techniques for this group of working dogs.

KEYWORDS: ethology; animal handling; AAT.

1 | INTRODUÇÃO

Por séculos, os animais têm sido utilizados para modificação do comportamento humano. Instituições de saúde desenvolvem formas alternativas de humanizar a assistência ao paciente hospitalizado e entre essas atividades está a Terapia Assistida por Animais (TAA). A TAA é uma intervenção direcionada, individualizada e com critérios específicos em que o animal é parte integrante do processo do

tratamento (KOBAYASHI et al., 2009).

Vários estudos evidenciam o benefício da TAA com a redução dos níveis de estresse em pessoas submetidas a procedimentos médicos. A interação animal diminui a concentração de componentes fisiológicos do estresse (VIRUÉS-ORTEGA; COX, 2016).

Esses benefícios são utilizados desde os anos 1700, em que animais domésticos e de fazenda eram utilizados em instituições de tratamento psiquiátrico. No século 18, a equoterapia começou a ser utilizada no tratamento médico. Na Alemanha, em 1867, pessoas já eram tratadas com TAA. No Brasil, os primeiros relatos surgem em 1955 (DOTTI, 2005).

O cão tem sido uma das espécies mais utilizadas em TAA, por seu comportamento social e pela proximidade ao ser humano. Diversos estudos mostram o benefício dessa atividade para pacientes de hospitais, que reportam sentimentos positivos após a visita dos cães, além de benefícios a longo prazo (REED; FERRER; VILLEGAS, 2012).

Arqueólogos sugerem que a relação entre cães e humanos surgiu há 140.000 anos. Atualmente, os cães possuem vários papéis na sociedade, não só como pets, mas também são empregados na polícia, no exército e na saúde (BARDILL; HUTCHINSON, 1997; SOLOMON, 2010).

Um cão terapeuta auxilia na terapia em processos de reabilitação em Terapia Ocupacional, fisioterapia, fonoaudiologia, reabilitação cognitiva, entre outros (STAPLETON, 2016).

Estudos constatam altos níveis de estresse em cães de trabalho, devido ao tempo de permanência no canil. O estresse afeta o trabalho realizado pelo cão, sendo necessário o estabelecimento de ligações entre o bem-estar e o trabalho (ROONEY et al., 2009).

O projeto Cão-Cidadão-Unesp é um projeto de extensão da Faculdade de Medicina Veterinária da UNESP no qual são utilizados cães da raça labrador retriever na TAA de pacientes com necessidades especiais e idosos.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o comportamento e a concentração de cortisol em cães de Terapia Assistida por Animais, durante a permanência em canil e os efeitos do enriquecimento ambiental neste comportamento, na hipótese de que o enriquecimento ambiental possa ser eficiente em reduzir estresse e aumentar o bem-estar de cães mantidos em canis.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foram observadas três cadelas da raça Labrador Retriever pertencentes ao projeto de TAA Cão-Cidadão-Unesp de Araçatuba-SP. Os animais nasceram no próprio canil, foram adestrados para as atividades e saem todos os dias da semana para o atendimento do projeto às instituições.

Todos os animais são mantidos em canil coberto à noite, em baias individuais. Durante o dia, das 8 às 18 horas, são mantidos em solários coletivos, com acesso a ambientes de sol e sombra, ao ar livre.

O manejo alimentar constituiu-se no oferecimento de ração comercial seca de boa qualidade (super premium), em quantidades determinadas de acordo com o porte de cada animal, duas vezes ao dia (8 e às 18 horas) e acesso irrestrito a água limpa e fresca.

Os cães são vermifugados a cada seis meses com vermífugos de amplo espectro e periodicamente são realizados exames parasitológicos para pesquisa de helmintos ou protozoários.

O esquema de vacinação utilizado é o preconizado pelo setor de Clínica Médica de Pequenos Animais da faculdade qual seja: vacinação antirrábica, polivalente V10 (parvovirose, coronavirose, cinomose, hepatite infecciosa, laringotraqueíte, prainfluenza e leptospirose) e contra Leishmaniose Canina, anualmente.

Ao iniciar este trabalho, os cães foram avaliados por médicos veterinários do Hospital Veterinário, atentando a sanidade de todos os indivíduos.

A avaliação comportamental dos cães foi contabilizada em etogramas baseados em Palma et al. (2005) (Tabela 1), por meio do método de Focal Sampling. Os animais foram observados por câmeras de filmagem (Canon Powershot SX400IS e DVR HD) durante o fim de semana, quando os mesmos não possuem atividades e são mantidos nos solários durante todo dia. Foram realizadas cinco observações de 30 minutos cada, sempre durante o dia, em dois momentos experimentais: antes e depois do enriquecimento ambiental.

Categoria Comportamental	Comportamentos
Ansiedade	Coçar, circular, tremer, choramingar, automutilar, lamber objetos, bocejar.
Agressividade	Rosnar, pelo eriçado, morder.
Atenção	Orelhas levantadas, olhar para fora, olhar para o ambiente, olhar para outro cão, levantar para dianteira, farejar o ambiente, farejar outro cão, farejar objetos
Atividade	Andar, trotar, escavar, correr.
Brincadeira	Brincar.
Dominância	Montar, urinar com a perna levantada.
Necessidade	Urinar, defecar.
Medo	Cauda entre as patas, próximo ao chão, tenso, salivar, tentando escapar.
Ociosidade	Deitar, sentar, dormir.

Sociabilidade	Balançar a cauda, lambe e/ou farejar área anogenital de outro cão.
Subordinação	Deixar-se ser montado, decúbito dorsal.
Vocalização	Latir.

Tabela 1: Etograma (Palma et al., 2005) utilizado para análise comportamental.

Após realizadas as cinco avaliações sem o enriquecimento ambiental, foram incluídos cinco tipos de enriquecimento ambiental: alimentar (frutas congeladas) social (passeios para socialização com alunos do campus), cognitivo (quebra-cabeças, petiscos escondidos e aulas de adestramento), sensorial (grama, estopa e brinquedos pendurados por sisal) e físico (fonte de água corrente, túnel casinha, piscina de bolinhas), e mais cinco avaliações foram feitas, da mesma maneira como anteriormente.

Os vídeos obtidos foram analisados por meio do software AviTricks, permitindo a visualização em câmera lenta e aproximações, seguindo a metodologia Focal Sampling. Os comportamentos foram contabilizados em duração (segundos) e anotados em fichas. Foram comparados os resultados obtidos nas etapas anteriores e posteriores à introdução do enriquecimento ambiental, utilizando-se o teste t pareado.

Para avaliação hormonal, foram colhidas amostras sanguíneas em cinco dias, com intervalo de sete dias entre si, nas duas etapas de avaliação. As amostras de sangue foram colhidas da veia jugular no volume de 5ml, sendo imediatamente centrifugadas para extração do plasma e congelados a -80°C para análise laboratorial em uma única etapa, ao final dos períodos de coleta.

O método de dosagem utilizado foi o imunoensaio competitivo de fase sólida de enzimas químico-luminosas (fosfatase alcalina). Foram utilizados 10 μl da amostra para dosagem com o Kit Immulite Cortisol (Lote 0419 nº de catálogo LKCO1). Para construção da curva foi utilizado plasma canino tratado com carvão ativado. A dosagem foi realizada no Laboratório de Endocrinologia da Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba.

Foram comparados os resultados das concentrações de cortisol entre o período anterior e o período posterior ao enriquecimento ambiental através do teste t pareado.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar do comportamento destrutivo não ser observado nas filmagens – não aumentando a duração do comportamento de ansiedade – foram encontrados vários itens destruídos e com marcas de mordidas.

Houve diminuição significativa no comportamento de atenção ($p=0,0038$) e aumento significativo no comportamento de brincadeira ($p=0,024$) (Tabela 2; Figura 1).

Cão	Momento	ANS	ATE	ATI	BRI	DOM	NEC	OCI	SOC	SUB	VOC
1	Controle	108	154	279	54	0	94	664	258	18	172
	Tratado	111	56	339	125	0	70	686	252	19	142
2	Controle	152	217	233	68	0	101	663	170	44	153
	Tratado	152	104	298	124	0	72	697	222	14	117
3	Controle	140	257	306	59	66	45	699	38	0	192
	Tratado	109	73	264	155	35	61	940	39	0	124
p Valor		0,48	0,038	0,504	0,024	0,423	0,504	0,299	0,488	0,427	0,06

Tabela 2 – Média das durações (segundos) dos comportamentos e o p valor encontrado.

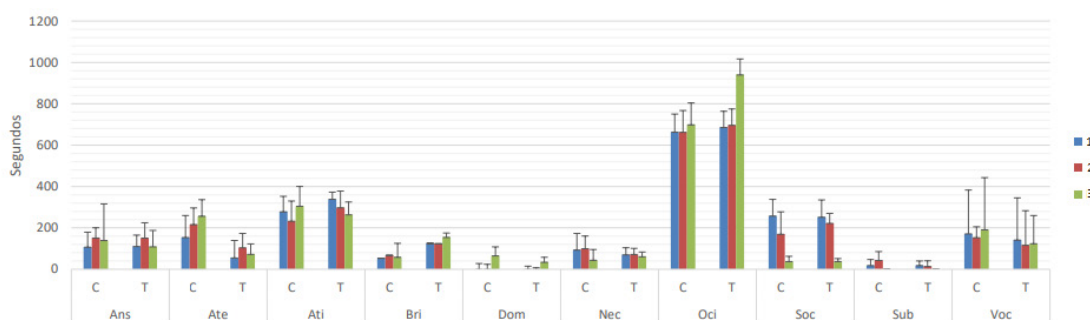


Figura 1 – Representação gráfica das durações das categorias comportamentais individuais dos cães com desvio padrão.

Alguns dos comportamentos apresentados estão representados na Figura 2.



Figura 2 – (a) Cães em repouso. (b) Cães olhando para fora do canil. (c) Cães brincando. (d) Comportamento de dominância.

Não houve diferença significativa entre as concentrações de cortisol ($p=0,43$) (Tabela 3. Figura 3).

Cão	C1	C2	C3	C4	C5	T1	T2	T3	T4	T5
1	<1	1,2	<1	<1	2,92	1,32	1,65	<1	1,05	<1
2	1,23	1,51	<1	<1	<1	<1	1,560	<1	<1	<1
3	1,31	<1	<1	1,36	1,35	<1	1,7	1,7	<1	<1

Tabela 3 – Concentrações de cortisol sérico ($\mu\text{l/dL}$) nas amostras colhidas antes (C1 a C5) e depois (T1 a T5) do enriquecimento ambiental.

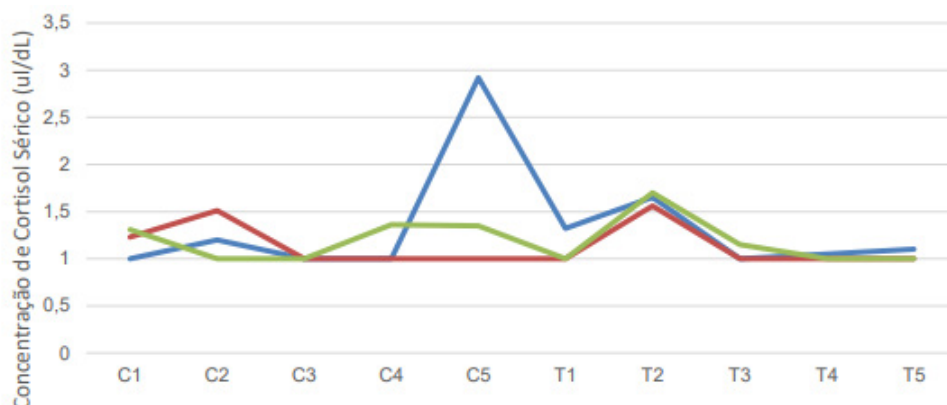


Figura 3 – Representação gráfica das concentrações de cortisol sérico.

Em estudo de 2015, os mesmos cães foram observados em canil fechado. Todos obtiveram uma alta frequência de comportamento de ansiedade. O fato foi explicado pela Síndrome de Ansiedade de Separação (SAS) (RAMPIM; NEGREIROS; OLIVA, 2015).

O comportamento destrutivo notado por alunos e funcionários após o enriquecimento ambiental demonstra que a técnica não foi efetiva para diminuição da ansiedade e, conseqüentemente, não pôde ser considerado um tratamento adequado para a SAS na situação apresentada.

Segundo King et al. (2000), o comportamento destrutivo quando os tutores não estão por perto é um dos principais sintomas da SAS. A hipervinculação é a condição necessária para a ocorrência da síndrome, através da rotina do cão e do tutor, havendo sinais de ansiedade em resposta ao afastamento da figura de vínculo (SOARES et al., 2010). Tais cães não possuem um único vínculo, pertencendo ao projeto de TAA e interagindo com diferentes pessoas sem, aparentemente, reconhecerem nenhuma delas como seu único ou preferencial tutor. No entanto, a falta de atividade e permanência no canil sem pessoas por perto, poderia, em nossa visão, desencadear a SAS.

A diminuição no comportamento de atenção pode ser explicada pelo aumento do comportamento de brincadeira, estimulado pelo enriquecimento ambiental. Um dos sintomas da SAS, o comportamento de ficar olhando para fora do canil, diminuiu significativamente. Segundo Soares et al. (2010), o comportamento de brincadeira é

pouco realizado em cães com SAS.

Apesar disso, as outras categorias não obtiveram diferenças significativas, ao contrário de outros trabalhos que enriqueceram o ambiente de canis (HUBRECHT, 1993; PALMA et al., 2005; HERRON et al., 2014). O enriquecimento pode não ter sido o ideal para esses animais. Não há relatos de enriquecimento ambiental realizado para cães de TAA, portanto sugere-se que o enriquecimento ambiental para essa categoria de cães trabalhados necessita aprofundamento de estudos e o teste de outros tipos de estímulos além dos convencionalmente utilizados. Considera-se que este é um largo e aberto campo para estudo, tendo em vista o tipo de manejo e às características específicas de cães com perfil para TAA.

Não houve diferença significativa das concentrações de cortisol sérico nos períodos anterior e posterior ao enriquecimento ambiental. Porém, os resultados mantiveram-se baixos, não evidenciando estado de estresse. Segundo o controle utilizado, disponibilizado pelo kit Immulite validado com plasma canino, a curva encontra-se entre

Em estudo de Yamamoto et al. (2012) foram analisadas as concentrações de cortisol sérico e salivar de cães terapeutas em diferentes momentos durante a Terapia Assistida por Animais. Em relação ao cortisol sérico, a média se mostrou acima das encontradas no presente estudo em momentos como: em repouso (3,8 ul/dL), antes da atividade (5,2 ul/dL) e depois da atividade (4,8 ul/dL). Os cães obtiveram concentrações mais baixas somente no momento 4 (24h depois da atividade) com (2 ul/dL).

4 | CONCLUSÕES

O presente trabalho constatou que o enriquecimento ambiental não demonstrou eficácia para a promoção do bem-estar, sendo necessário estudos posteriores para investigação de outras técnicas possíveis para redução da ansiedade.

O enriquecimento ambiental não revelou uma relação significativa com as concentrações de cortisol sérico, pois as concentrações permaneceram baixas nos dois momentos experimentais.

REFERÊNCIAS

BARDILL, Norine; HUTCHINSON, Sally. Animal-Assisted Therapy With Hospitalized Adolescents.

Journal Of Child And Adolescent Psychiatric Nursing, v. 10, n. 1, p.17-24, jan. 1997.

DOTTI, J. **Terapia & Animais**. São Paulo: PC Editorial, 2005.

HERRON, Meghan E.; KIRBY-MADDEN, Taylor M.; LORD, Linda K.. Effects of environmental enrichment on the behavior of shelter dogs. **Journal Of The American Veterinary Medical Association**, v. 244, n. 6, p.687-692, 15 mar. 2014.

HUBRECHT, R. **Dog Housing and Welfare**. Universities Federation For Animal Welfare, 1993. 13 p.

KING, J. et al. Treatment of separation anxiety in dogs with clomipramine: results from a prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled, parallel-group, multicenter clinical trial. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 67, n. 4, p.255- 275, abr. 2000.

KOBAYASHI, Cassia Tiemi et al. Desenvolvimento e implantação de Terapia Assistida por Animais em hospital universitário. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 62, n. 4, p.632-636, ago. 2009.

PALMA, Costanza de et al. Evaluating the Temperament in Shelter Dogs. **Behaviour**, v. 142, n. 9, p.1307-1328, set. 2005.

RAMPIM, Letícia Vinhas et al. Caracterização comportamental de cães terapeutas durante atividades de terapia assistida por animais (TAA). In: **8º CONGRESSO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA DA UNESP**, Araçatuba: Unesp, 2015. p. 1 – 8.

REED, Reiley; FERRER, Lilian; VILLEGAS, Natalia. Natural healers: a review of animal assisted therapy and activities as complementary treatment for chronic conditions. **Revista Latino-americana de Enfermagem**, v. 20, n. 3, p.612-618, jun. 2012.

ROONEY, Nicola; GAINES, Samantha; HIBY, Elly. A practitioner's guide to working dog welfare. *Journal Of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, v. 4, n. 3, p.127-134, maio 2009.

SOARES, Guilherme Marques; PEREIRA, João Telhado; PAIXÃO, Rita Leal. Estudo exploratório da síndrome de ansiedade de separação em cães de apartamento. **Ciência Rural**, v. 40, n. 3, p.548-553, mar. 2010.

SOLOMON, Olga. **What a Dog Can Do: Children with Autism and Therapy Dogs in Social Interaction**. *Ethos*, v. 38, n. 1, p.143-166, mar. 2010.

STAPLETON, Mary. Effectiveness of Animal Assisted Therapy after brain injury: A bridge to improved outcomes in CRT. **Neurorehabilitation**, v. 39, n. 1, p.135- 140, 6 jul. 2016.

VIRUES-ORTEGA, Javier; COX, Alison D.. Animal-Assisted Therapy for Older Adults. **The Encyclopedia Of Adulthood And Aging**, p.1-5, 20 dez. 2015.

YAMAMOTO, K.C.M. et al . Avaliação fisiológica e comportamental de cães utilizados em terapia assistida por animais (TAA). **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte , v. 64, n. 3, p. 568-576, June 2012.

EXPERIÊNCIA PRECOCE, HUMOR E DESENVOLVIMENTO DE REGIÕES VISUAIS

Adriano Junio Moreira de Souza

Centro Universitário Tocantinense Presidente
Antônio Carlos – UNITPAC, Araguaína, TO
Faculdade Católica Dom Orione - FACDO
Araguaína, TO

RESUMO: Desde meados dos anos trinta, os pesquisadores procuraram esclarecer como as primeiras experiências da vida podem contribuir para o desenvolvimento. Esses primeiros estudos são lembrados por terem identificado a importância do cuidado materno para o desenvolvimento - apontando para um profundo impacto no humor e na formação da personalidade. Pesquisas subsequentes contribuíram descrevendo os efeitos do cuidado materno na modulação da expressão gênica e no desenvolvimento de regiões cerebrais. Outros estudos mostraram que, além do cuidado materno, a experiência sensorial na interação com o ambiente também pode modular o desenvolvimento do sistema nervoso. Além disso, muitas evidências mostram que uma base segura de apego prepara a criança ou a criança para a interação social e ambiental nos estágios subsequentes de desenvolvimento. Nesse contexto, evidenciou-se que, além das regiões relacionadas aos processos de aprendizagem e memória, as regiões sensoriais também podem ser afetadas pelas experiências

iniciais. Estudos com primatas e roedores mostraram que tanto as regiões límbicas e cognitivas quanto as regiões sensoriais podem ser afetadas pela experiência inicial, incluindo regiões do sistema visual, como a retina e o córtex visual. Em resumo, dados de diversos estudos indicam que a experiência precoce - sensorial e afetiva - pode impactar de forma global o desenvolvimento do sistema nervoso. Palavras-chave: Visão; estresse; cuidado materno; depressão; fatores tróficos.

ABSTRACT: Since the mid-thirties, researchers have sought to clarify how early life experiences can contribute to development. These early studies are remembered for having identified the importance of maternal care for development - pointing to a profound impact on mood and personality formation. Subsequent research has contributed to the effects of maternal care on the modulation of gene expression and the development of brain regions. Other studies have shown that in addition to maternal care, sensory experience in interacting with the environment can also modulate the development of the nervous system. In addition, much evidence shows that a secure attachment base prepares the child or child for social and environmental interaction in the subsequent stages of development. In this context, it was evidenced that, in addition to the regions related

to the learning and memory processes, the sensory regions can also be affected by the initial experiences. Primate and rodent studies have shown that both limbic and cognitive regions as well as sensory regions can be affected by early experience, including regions of the visual system such as the retina and visual cortex. In summary, data from several studies indicate that early - sensory and affective experience - can have a global impact on the development of the nervous system.

KEYWORDS: Vision; stress; maternal care; depression; neurotrophic factors.

1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento é regulado por fatores hereditários (*nature*) e ambientais (*nurture*), que com o passar do tempo gradualmente vão transformando a criança - ou um filhote - em um adulto (WINNICOTT, 1988). Entende-se hoje que o genoma e o ambiente operam em confluência, a história de vida influi diretamente nos mecanismos de modulação da expressão gênica com consequências para a maturação neuroendócrina, para o fenótipo de regiões cerebrais e para a personalidade (KRUBITZER; KAHN, 2003; FRANCIS, 2011). Seguramente, as primeiras experiências de vida, peremptórias para o desenvolvimento, possuem relações estreitas com a figura materna e a qualidade de seus cuidados (SPITZ, 1979). Como foi “ensinado” por Freud (1914) e pesquisado por Harlow (1958), no início da vida, a mãe fornece ao neonato um repertório de cuidados que incluem além do alimento, o conforto e a segurança, e estes são imprescindíveis para o desenvolvimento saudável. É a partir do “ambiente materno” que a criança gradualmente percebe o mundo e se sente mais ou menos segura para explorá-lo e internalizar suas experiências (BOWLBY, 1969, 1973, 1980). O neurologista Iván Izquierdo (2011) descreveu de forma “poética” essa característica inerente aos organismos, que é a capacidade de guardar e evocar suas experiências:

Nas experiências que deixam memórias, aos olhos que veem se somam o cérebro – que compara – e o coração – que bate acelerado. No momento de evocar, muitas vezes é o coração quem pede ao cérebro que lembre, e muitas vezes a lembrança acelera o coração. (IZQUIERDO, 2011, p. 14).

Nos casos em que as lembranças têm por base abandono, negligência emocional, abuso e maus tratos, sofridos durante a infância, além do humor deprimido (SPITZ, 1946), foram descritas alterações em marcadores neuroquímicos vinculados a predisposição para o surgimento de psicopatologias como a depressão maior (CALDJI; DIORIO; MEANEY, 2000; HEIM, C.; BINDER, E. B., 2012). René Spitz (1946), com base na observação direta de crianças que entre o sexto e oitavo mês de vida foram privadas das mães - por um período de três meses contínuos - já havia descrito - em 1946 - um estado afetivo de depressão infantil. Para distinguir esse estado, do conceito nosológico de depressão em adultos, Spitz (1979) o discriminou como depressão anaclítica. Porém, Spitz (1946) argumentou que a sintomatologia

e a expressão facial dessas crianças lembravam muito o verificado em adultos que sofrem de depressão (SPITZ, 1979). Somado a essas observações, evidências clínicas correlacionam à depressão em adultos, com adversidades durante a infância (KESSLER; MAGEE, 1993; MULLEN, P. E. et al., 1996; KENDLER; KARKOWSKI; PRESCOTT, 1999). Correlação, inicialmente observada, e defendida por Spitz (1979), que percebeu uma correspondência cronológica entre a evolução do quadro clínico apresentado por crianças privadas das mães, e a *síndrome de adaptação geral* descrita por Hans Selye (1936), referente às fases de adaptação ao estresse (SELYE, H., 1946). Estudos em biologia molecular corroboram estas correlações (LEVINE, S. et al., 1991; WIGGER, A.; NEUMANN, I. D., 1999; CHAOULOFF, F., 2000; AISA, B. et al. 2007). A investigação com o modelo animal demonstrou que a privação materna leva a alterações persistentes na atividade de neurotransmissores (HALL, F. S. et al. 1999; RENTESI, G. et al., 2013) e de fatores tróficos no cérebro imaturo (MARAIS, L. et al., 2008) afetando a estrutura e a função do sistema nervoso central (SNC). Quando a privação materna se estende por um período longo de tempo são observados danos persistentes - e muitas vezes irreversíveis - na maturação do eixo hipotálamo-pituitária-adrenais (eixo-HPA) somado a efeitos desfavoráveis para o comportamento adaptativo (SAPOLSKY, R. M.; MEANEY, M. J., 1986; CALDJI; DIORIO; MEANEY, 2000). O eixo-HPA, exemplificado na figura 1, é o principal eixo neuroendócrino de resposta ao estresse, e alterações em seu mecanismo de feedback negativo de regulação do estresse são descritas em uma ampla gama de psicopatologias e transtornos de humor (EHLERT, U.; GAAB, J.; HEINRICHS, M., 2001; SHORTER, E.; FINK, M., 2010).

Segue-se que desde as primeiras evidências laboratoriais sobre a importância da experiência neonatal (HARLOW, H. F., 1958) foram observadas influências no humor e na reatividade social - além de influências no comportamento de exploração visual (GREEN, P. C.; GORDON, M., 1964). Filhotes de macaco privados da mãe, que é o objeto de apego original, foram descritos por não desenvolverem relações objetivas saudáveis e por demonstrarem embotamento para a exploração visual de objetos descritos como estimulantes para filhotes não privados. Podemos entender segundo Bowlby (1969, 1973, 1980), que em fases iniciais da vida, uma base segura de apego favorece comportamentos exploratórios e a curiosidade, já a sua ausência, está relacionada à inibição de comportamentos exploratórios e retraimento social (HARLOW, H. F., 1958). Observações deste tipo inspiraram e continuam inspirando muitos estudos em biologia molecular sobre as influências do cuidado materno e da experiência neonatal sobre a maturação do sistema nervoso central (SNC). Esses efeitos vêm sendo descritos em regiões límbicas, cognitivas e sensoriais incluindo regiões do sistema visual como a retina e o córtex visual (LANDI, S. et al., 2007 a, b; SALE et al., 2008; LANDI, S. et al. 2009), como iremos apresentar neste capítulo.

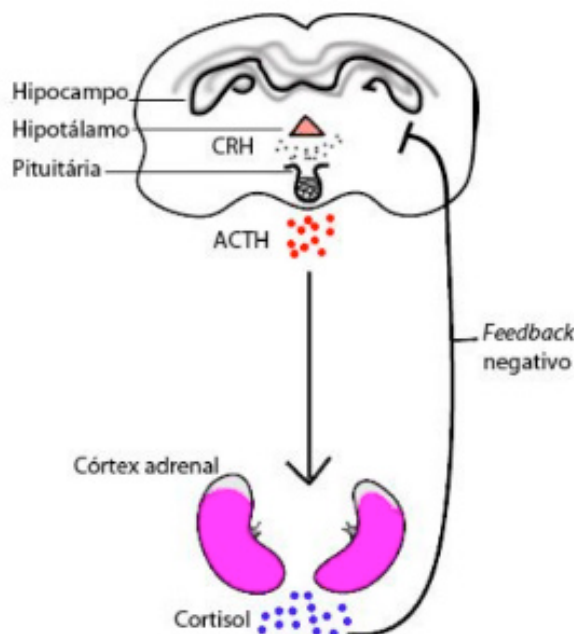


Figura 1 - Eixo Hipotálamo Hipófise e Adrenais – eixo HPA. O eixo – HPA atua na regulação da resposta de estresse e sua atividade é modulada por uma alça de feedback negativo. A liberação do fator liberador de corticotrofina (CRF) pelo hipotálamo regula a liberação do hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) pela pituitária que através da circulação modula a liberação de cortisol ao nível do córtex das adrenais. O cortisol por sua vez atua em regiões do eixo - HPA como o hipocampo e o hipotálamo inibindo a liberação de CRF e ACTH. É através dessa inibição que se dá a regulação da liberação de cortisol.

2 | DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA VISUAL: CONSIDERAÇÕES GERAIS

Em primatas, assim como em roedores, o sistema visual completa sua maturação no período pós-natal. Por exemplo, o córtex visual no homem foi descrito por diferenciar-se totalmente após o nascimento (BRONSON, G., 1974). Nesta acepção, David Hubel e Torsten Wiesel (1963) em uma sequência de estudos pioneiros, forneceram as evidências iniciais de que privar um animal da estimulação (*input*) visual no período pós-natal leva a alterações drásticas e persistentes no padrão de conexões neurais no córtex visual. Além de produzir atrofia das células do núcleo geniculado lateral nas camadas que recebem projeções do olho privado (WIESEL, T. N. et al., 1963). Isso forneceu os indícios do que veio a ser observado em muitos estudos posteriores, que o tecido nervoso pode conservar marcas desenvolvimentais das primeiras experiências de vida no padrão de conexões neurais (LEWIS, T. L.; MAURER, D., 2005). O sistema visual integra uma ampla gama de regiões do SNC e o desenvolvimento da função visual acompanha a maturação dessas regiões. Em humanos, o sistema visual é dominante, e o mais fortemente ligado ao desenvolvimento cognitivo e do ego, pois na medida em que se torna operante passa a ser o principal meio pelo qual o bebê explora o ambiente e interage socialmente (RAHIMI, S., 2013). Dessa forma, a função visual é uma via importante para o desenvolvimento de uma série de processos envolvendo a interação social, processos afetivos, cognitivos, intelectuais e emocionais (MARTIN, E. et al.,

1999). Portanto, a compreensão de que a maturação do sistema visual é dependente da atividade do tecido e da qualidade da experiência neonatal não é recente, como podemos constatar, os primeiros estudos sobre o desenvolvimento da visão no bebê humano se iniciaram nos anos 70 motivados principalmente pela discussão *nature X nurture* (TELLER, D. Y.; MOVSHON, J. A., 1986).

Por conseguinte, hoje é bem conhecido que ao nascer o bebê apresenta baixa acuidade visual, baixa capacidade de fixação, capacidade limitada para distinguir cores e campo visual limitado (TELLER, D. Y., 1981). Isso se deve ao estágio de maturação do SNC e dos mecanismos oculares de mediação da função visual. Entre outras observações (FARRONI, T.; MENON, E., 2008), no período neonatal a retina ainda está em fase neuroblástica em processo de diferenciação celular (YUODELIS, C.; HENDRICKSON, A., 1986) e os movimentos oculares são regulados basicamente por regiões subcorticais (ATKINSON, J., 1992). Esse é um período de total dependência e simbiose para com a mãe, que usa de suas funções para regular as funções homeostáticas/alostáticas imaturas do neonato (BENEDEK, T., 1949; BRAZELTON, T. B.; CRAMER, B. G., 1991). Por volta do terceiro mês de vida é descrita uma ação mais refinada nos movimentos oculares, o bebê começa a desenvolver a atenção visual, busca visual e a memória visual associativa (FARRONI, T.; MENON, E., 2008). O controle voluntário da atenção visual é descrito a partir do terceiro mês em decorrência da maturação de regiões como o córtex parietal e temporal (TOGA, A. W., 2006). Aos seis meses de idade o bebê se torna capaz de segurar e analisar visualmente um objeto (FARRONI, T.; MENON, E., 2008). Sabe-se que no córtex visual humano há um grande incremento da conectividade nos primeiros seis meses de vida (HUTTENLOCHER, P. R. et al., 1982; GAREY, L. J.; DE COURTEN, C., 1983) e estas novas sinapses são definidas e refinadas pelos estímulos que as células corticais respondem nessa fase (ATKINSON, J., 1992). A partir dos seis meses o sistema executivo da atenção torna-se operante, pois áreas como o córtex pré-frontal começam a desempenhar seu papel na manutenção da atenção (PETERSEN, S. E.; POSNER, M. I.; 2012). Por volta de um ano o bebê observa rostos, imita expressões e a capacidade visual mais desenvolvida, somado à maturação de outros sistemas, instiga comportamentos de exploração do ambiente (FARRONI, T.; MENON, E., 2008). Não podemos deixar de ponderar que uma base segura de apego, até então construída na relação com a mãe/cuidador, é uma condição elementar para “polir” esse processo (AINSWORTH, M. D. S.; BELL, S. M., 1970). Só aos dois anos de idade é que a mielinização do nervo óptico está completa. Também nessa idade as habilidades ópticas e a acuidade estão desenvolvidas, todavia, outras regiões ainda estão em desenvolvimento, por exemplo: as regiões cerebrais que permitem a análise de cenas visuais complexas (FARRONI, T.; MENON, E., 2008). É também neste período, que se inicia a compreensão do mundo social. Foi observado que aos três anos de idade o tecido retiniano está maduro e dos cinco aos sete anos o desenvolvimento das funções mais básicas do córtex sensorial é concluído (FARRONI, T.; MENON, E., 2008). Somado a isso, se observa aceleração

do crescimento das sinapses, seguida por um período de refinamento dos elementos desnecessários, que ocorre na puberdade (FARRONI, T.; MENON, E., 2008).

Como podemos notar, a função visual gradativamente se torna operante acompanhado à maturação do SNC, e é principalmente a partir desta, que a criança – incluindo outros primatas - passa a explorar e interagir com o ambiente. Estudos com o modelo animal demonstraram que este processo sofre influências diretas da estimulação sensório-motora, descritas por modular o processo de maturação e o ajuste fino e a conectividade das regiões. Por exemplo, animais que crescem em ambiente enriquecido (Figura 2) apresentam desenvolvimento do sistema visual mais acelerado e apresentam melhor acuidade visual (CANCEDDA, L. et al., 2004; SALE A. et al, 2004; SALE A. et al., 2008). Estes fenômenos são acompanhados por alterações na transcrição e sinalização por fatores importantes para o desenvolvimento do SNC, por exemplo, as neurotrofinas e fatores de crescimento (SALE et al., 2008).

As neurotrofinas, com ênfase para o Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF), regulam o desenvolvimento, crescimento, sobrevivência, refinamento sináptico e deleção de neurônios. Essas moléculas são sintetizadas como precursoras chamadas pro-neurotrofinas com cerca de 30 kiloDalton (kDa) que são clivadas proteoliticamente para a forma madura com cerca de 13 kDa que através da sinalização pelos receptores tyrosine kinases (Trk) e p75 neurotrophin receptor (p75NTR) atuam no processo natural neurogênese e a morte celular durante o desenvolvimento do SNC (SNIDER, W. D., 1994; NUMAKAWA, T. et al., 2013). Somado a isso, vários fatores de crescimento são produzidos também por tecidos como a retina e atuam na proliferação dos progenitores celulares (LILLIEN, L.; CEPKO, C., 1992) e na maturação do sistema visual. Esses polipeptídeos interagem com seus receptores estimulando vias de sinalização intracelulares modulando a transcrição gênica. Dentre os fatores de crescimento podemos destacar o Insulin-like Growth Factor-1 (IGF-1) (SMITH, L. et al., 1999) que juntamente com o BDNF são modulados pelo cuidado materno e pela estimulação sensório-motora (SALE et al., 2008), com efeitos importantes descritos na maturação do sistema visual.

3 | EFEITOS DA EXPERIÊNCIA PRECOCE NO HUMOR E NA MATURAÇÃO DO SISTEMA VISUAL

Prejuízos à exploração visual já foram descritos em primatas não humanos privados da mãe no período neonatal (GREEN, P. C.; GQRDON, 1964). Estes autores demonstraram que a preferência visual de filhotes de macaco, por observar objetos, é dependente da idade. Inicialmente, esses animais apresentam maior interesse em observar a mãe, e com o amadurecimento, vão transferindo esse interesse para um par da mesma idade. Já filhotes que passam por privação materna, não demonstram motivação nem curiosidade por observar quaisquer objetos (GREEN, P. C.; GQRDON,

filhotes apresentam aumento na sinalização por fatores como o BDNF e o IGF-1 no SNC imaturo, incluindo regiões do sistema visual como a retina o córtex visual primário (SALE, et al., 2004; SALE et al., 2008 SALE, A.; MAFFEI, L.; BERARDI, N., 2012). Inicialmente, induzidos pela influência dos cuidados maternos, seguido da influência direta do ambiente (Figura 3) (SALE, et al., 2004; SALE et al., 2008). Já filhotes que passam por privação materna de longa duração, e por isso, recebem poucos cuidados maternos, apresentam como consequências redução na sinalização por fatores tróficos como o BDNF, e quando na idade adulta, são mais vulneráveis aos efeitos do estresse (ROCERI, M. et al., 2002; KIKUSUI, T.; ICHIKAWA, S.; MORI, Y., 2009). Dentre os efeitos do estresse neonatal, podemos citar a redução na arborização neuronal em regiões cerebrais como o hipocampo, redução na neurogênese e sobrevivência neuronal, redução em processos como long term potentiation (LTP) e long term deprecation (LTD), dessa forma, na resiliência e plasticidade cerebral (GRUSS, M. et al., 2008; AISA, B. et al., 2009). Estes efeitos são duradouros e podem persistir por toda a vida, tornando o SNC mais suscetível a adversidades e, portanto, propenso a desenvolver psicopatologias como a depressão (FRANKLIN, T. B.; SAAB, B. J.; MANSUY, I. M., 2012). Neste sentido, foi observado em pessoas com depressão maior, diminuição da atividade elétrica da retina e na capacidade para visualizar contraste (BUBL et al. 2009). Efeito este, descrito como dependente da gravidade do quadro e atrelado uma possível redução da atividade dopaminérgica retiniana (BUBL et al. 2009; BUBL et al., 2010). Diminuição na sinalização dopaminérgica no tecido retiniano, com consequente redução na capacidade para visualizar contraste, também foi descrita na doença de Parkinson (WITKOVSKY, P., 2004). No desenvolvimento, a dopamina foi descrita por atuar na organização das células ganglionares da retina e dos campos receptivos das células bipolares, assim como na modulação da atividade dos fotorreceptores e nos processos de sensibilidade e seletividade espacial no processamento visual (MASSON, G.; MESTRE, D.; BLIN, O., 1993). É importante ressaltar que não apenas regiões límbicas e cognitivas, mas o ajuste fino do sistema visual sofre influências diretas da experiência precoce (SALE et al., 2004; LANDI et al., 2007; LANDI, S. et al., 2009). Somado a isso, como já citamos, alterações eletrofisiológicas na retina foram relacionadas com a depressão maior (LAM, R. W. et al., 1992; HÉBERT, M. et al., 2004; GAGNÉ, A-M.; HÉBERT, 2011; NOGUEIRA, R. et al., 2013) uma patologia longamente associada com estresse neonatal. Fatores neurotróficos como o BDNF e o IGF-1 diminuídos pelo estresse neonatal e na depressão maior (DUMAN, R. S.; MONTEGGIA, L. M., 2006) foram descritos por atuarem na sobrevivência de neurônios dopaminérgicos e por aumentar o número de sinapses dopaminérgicas na retina durante o desenvolvimento (CELLERINO, A. et al., 1998; COHEN-CORY, S.; LOM, B., 2004). Atuam também na modulação do crescimento das projeções retinocerebrais. Por exemplo, o BDNF produzido na retina, pode agir como um sinal anterógrado para o desenvolvimento do sistema visual, por mover-se anterogradamente ao longo do nervo óptico (MENNA, E. et al., 2003). Por outro lado, a redução da síntese de BDNF

na retina em desenvolvimento foi relacionada à retração da arborização dos alvos da retina no núcleo geniculado lateral (MENNA, E. et al., 2003). A síntese de BDNF é dependente da atividade elétrica do tecido (FAGIOLINI, M. et al., 1994; BOZZI, Y. et al., 1995) e a estimulação visual eleva os níveis de BDNF na retina (LANDI, S. et al., 2007; SALE, A.; BERARDI, N.; MAFFEI, L., 2009). Também foi demonstrado no córtex visual de ratos mantidos em ambiente enriquecido (no período pós-natal) uma maior densidade vascular e níveis elevados de proteína vascular endothelial growth factor (VEGF). Já animais mantidos em ambiente escuro, apresentaram menor densidade vascular e níveis de VEGF reduzidos (BENGOETXEA, H.; ARGANDOÑA, E. G.; LAFUENTE, J. V., 2008). Como podemos notar, a experiência visual precoce aumenta a densidade e o número de sinapses por neurônio, assim como a atividade neuronal. Essas mudanças levam a um aumento da demanda metabólica exigindo aumento na densidade vascular no córtex visual.

Não podemos deixar de ponderar que não apenas um efeito drástico, como os descritos por David Hubel e Torsten Wiesel (1963), mas pelo que tudo indica a exploração visual pós-natal pode atuar no refinamento sináptico das regiões visuais. Pois, a transcrição e sinalização por fatores como o BDNF, é afetada pelo estresse e pela atividade elétrica (MURAKAMI, S. et al., 2005; DUMAN, R. S.; MONTEGGIA, L. M., 2006). Como já descrevemos, no período neonatal, o cuidado materno é peremptório para as fases posteriores e prepara os filhotes para explorar o mundo ou se defender dele.

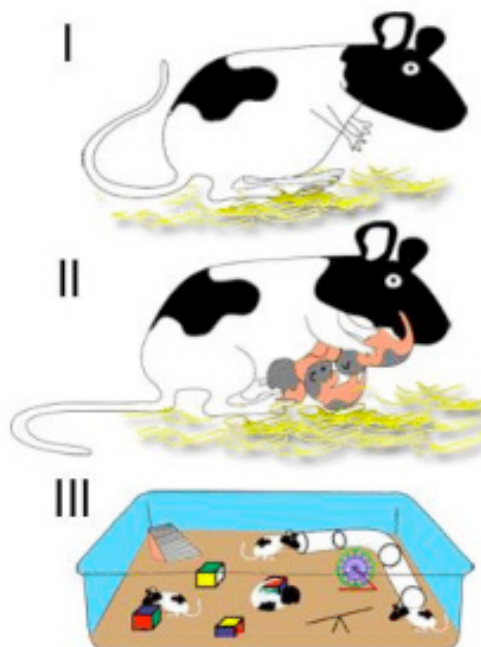


Figura 3 – Fatores associados ao desenvolvimento visual.

I) Influência pré-natal

(Vida embrionária).

Possíveis fatores IGF-1. Mudanças observadas: Aumento dos níveis de IGF-1 na camada das células ganglionares da retina (CGR) acelerando o processo de morte natural (SALE, 2008).

II) Influência maternal pós-natal

(Nascimento até o desmame)

Possíveis fatores IGF-1, BDNF e o desenvolvimento do sistema inibitório. Mudanças observadas: Aumento da expressão cortical de BDNF e GAD, aumento na expressão de BDNF e IGF-1 na retina; aceleração na estratificação das células ganglionares da retina (CGR); desencadeamento de eventos posteriores (aceleração da acuidade retiniana, aceleração parcial da acuidade visual) (SALE, 2008).

III) Influência direta do ambiente

(Desmame até a idade adulta)

Possíveis fatores IGF-1, BDNF e sistema inibitório. Mudanças observadas: aumento da expressão cortical de IGF-1; prevenção dos efeitos da criação no escuro acelera o desenvolvimento da acuidade visual, aumento da plasticidade do córtex visual adulto (SALE, 2008).

A transcrição de neurotrofinas é altamente regulada pela sinalização por cortisol (HANSSON, A. C. et al., 2000). Os receptores de cortisol são fatores de transcrição conservados evolutivamente e quando ativados de forma crônica em fases iniciais do desenvolvimento levam a redução na expressão gênica de fatores como o BDNF (HANSSON, A. C. et al., 2000), em detrimento de respostas mais urgentes, afetando a citoarquitetura de regiões cerebrais como o hipocampo e o fenótipo de sistemas de neurotransmissores como o serotoninérgico e dopaminérgico (HALL, F. S. et al., 1999; CHAOULOFF, F., 2000). Esses estudos apontam que a estimulação pelo repertório de cuidados maternos seguida da estimulação sensório-motora na interação com o ambiente desempenham efeitos positivos sobre a maturação da retina e suas projeções no SNC.

4 | CONCLUSÃO

O período neonatal é naturalmente hiporresponsivo ao estresse, neonatos apresentam uma concentração basal baixa de cortisol e uma resposta reduzida ao estresse (SAPOLSKY et al., 1986; CALDJI, C.; DIORIO, J.; MEANEY, M., 2000). Sptiz (1976) foi pioneiro ao observar - em humanos - que o “aparelho perceptivo dos recém-nascidos é protegido do mundo exterior por uma barreira de estímulo extremamente

alta” (p.36). Essa barreira foi descrita por proteger o neonato, nos primeiros meses de vida, da estimulação do ambiente. A investigação com animais demonstrou um período semelhante, que no rato ocorre nas duas primeiras semanas de vida. Nesse período, o aumento da sinalização por cortisol e interleucinas pró-inflamatórias foi relacionado com a redução na expressão de fatores tróficos no cérebro imaturo (SAPOLSKY, R. et al. 1987). Nessa fase, o cuidado materno foi identificado por atuar como um regulador das funções imaturas do neonato, sendo sua privação um potente desencadeador de estresse (SUCHECKI, D. et al, 1993). Já foi demonstrado que submeter neonatos a níveis elevados de sinalizadores de estresse afeta a maturação do eixo-HPA, alterando a concentração de receptores de corticoide (glicocorticoides e mineralocorticoides) em regiões do eixo como o hipocampo, levando a anormalidades no mecanismo feedback negativo de resposta do eixo-HPA (LIU, D. et al., 1997). Estudos pré-clínicos demonstram que as vias moleculares do vínculo social são reguladas pela interação de neurotrofinas e o eixo-HPA (MARAZZITI, D. et al., 2008). Esse sistema também foi descrito na etiologia de uma diversidade de transtornos mentais e psicopatologias, como a depressão (EHLERT, U.; GAAB, J.; HEINRICHS, M., 2001; TYRKA, A. R. et al., 2008). Em síntese, extensas evidências indicam que uma base segura de apego, prepara a criança - ou o filhote - para a interação social, assim como, dá suporte a comportamentos exploratórios e a curiosidade. Primatas não humanos manifestam tanto o humor quanto a exploração visual e ambiental afetados pela ausência do afeto materno em fases iniciais da vida (HARLOW, 1958; GREEN, P. C.; GORDON, 1964). Também foi demonstrado em bebês humanos, que a estimulação cutânea neonatal acelera o desenvolvimento da acuidade visual (SALE, A.; MAFFEI, L.; BERARDI, N., 2012). Efeito relacionado com aumento dos níveis de fatores como o BDNF. O tato é o primeiro sentido a se desenvolver (MONTAGU, A., 1971) e estimulação cutânea neonatal - pelo contato materno - modula a concentração de receptores de oxitocina no cérebro, que está relacionada com diferentes tipos de apego (BARTELS, A.; ZEKI, S., 2004; ZEKI, S., 2007), assim como eleva os níveis de fatores tróficos em regiões límbicas cognitivas e sensoriais. Essas evidências são da maior importância, pois permitem entender que situações que afetam regiões emocionais, podem afetar de forma análoga regiões sensoriais. O que permite ponderar que os olhos não apenas enviam informações ao SNC, mas também podem informar, além da emocionalidade o humor.

REFERÊNCIAS:

AINSWORTH, Mary D. Salter; BELL, Silvia M. **Attachment, exploration, and separation: Illustrated by the behavior of one-year-olds in a strange situation.** *Child development*, p. 49-67, 1970.

AISA, Bárbara et al. **Cognitive impairment associated to HPA axis hyperactivity after maternal separation in rats.** *Psychoneuroendocrinology*, v. 32, n. 3, p. 256-266, 2007.

AISA, Bárbara et al. **Effects of neonatal stress on markers of synaptic plasticity in the**

hippocampus: implications for spatial memory. Hippocampus, v. 19, n. 12, p. 1222-1231, 2009.

ATKINSON, Janette. **Early visual development: differential functioning of parvocellular and magnocellular pathways.** Eye, v. 6, n. 2, p. 129-135, 1992.

BARTELS, Andreas; ZEKI, Semir. **The neural correlates of maternal and romantic love.** Neuroimage, v. 21, n. 3, p. 1155-1166, 2004.

BENEDEK, Therese. **The psychosomatic implications of the primary unit: mother-child.** American Journal of Orthopsychiatry, v. 19, n. 4, p. 642, 1949.

BENGOETXEA, Harkaitz; ARGANDOÑA, Enrike G.; LAFUENTE, José V. **Effects of visual experience on vascular endothelial growth factor expression during the postnatal development of the rat visual cortex.** Cerebral Cortex, v. 18, n. 7, p. 1630-1639, 2008.

BOWLBY, J. **Attachment and Loss, Separation: Anxiety and Anger.** New York: Basic Books, 1973.

BOWLBY, J. **Attachment and loss.** New York: Basic Books, 1969.

BOWLBY, J. **Attachment and loss.** New York: Basic Books, 1980.

BOZZI, Y. et al. **Monocular deprivation decreases the expression of messenger RNA for brain-derived neurotrophic factor in the rat visual cortex.** Neuroscience, v. 69, n. 4, p. 1133-1144, 1995.

BRAZELTON, T. Berry; CRAMER, Bertrand G. **The earliest relationship: parents, infants and the drama of early attachment.** Karnac books, 1991.

BRONSON, Gordon. **The postnatal growth of visual capacity.** Child development, p. 873-890, 1974.

BUBL, E., KERN, E., EBERT, D., BACH, M., & TEBARTZ VAN ELST, L. **Seeing gray when feeling blue? Depression can be measured in the eye of the diseased.** Biological psychiatry, 68(2), 205-208, 2010.

Bubl, E; Tebartz Van Elst, L; Gondan, M., Ebert, D; & Greenlee, M. W. **Vision in depressive disorder.** World Journal of Biological Psychiatry. 10(4_2), 377-384, 2009.

CALDJI, Christian; DIORIO, Josie; MEANEY, Michael J. **Variations in maternal care in infancy regulate the development of stress reactivity.** Biological psychiatry, v. 48, n. 12, p. 1164-1174, 2000.

CANCEDDA, Laura et al. **Acceleration of visual system development by environmental enrichment.** The Journal of Neuroscience, v. 24, n. 20, p. 4840-4848, 2004.

Cellerino, A., Pinzón-Duarte, G., Carroll, P., & Kohler, K. **Brain-derived neurotrophic factor modulates the development of the dopaminergic network in the rodent retina.** The Journal of Neuroscience. 18(9), 3351-3362, 1998.

CHALUPA, Leo M. et al. **Eye, retina, and visual system of the mouse.** Mit Press, 2008.

CHAOULOFF, Francis. **Serotonin, stress and corticoids.** Journal of Psychopharmacology, v. 14, n. 2, p. 139-151, 2000.

COHEN-CORY, S.; & LOM, B.. **Neurotrophic regulation of retinal ganglion cell synaptic connectivity: from axons and dendrites to synapses.** International Journal of Developmental Biology. v. 48, n. 8-9, p. 947-956, 2004.

DUMAN, Ronald S.; MONTEGGIA, Lisa M. **A neurotrophic model for stress-related mood disorders**. *Biological psychiatry*, v. 59, n. 12, p. 1116-1127, 2006.

EHLERT, Ulrike; GAAB, Jens; HEINRICH, Markus. **Psychoneuroendocrinological contributions to the etiology of depression, posttraumatic stress disorder, and stress-related bodily disorders: the role of the hypothalamus–pituitary–adrenal axis**. *Biological psychology*, v. 57, n. 1, p. 141-152, 2001.

FAGIOLINI, Michela et al. **Functional postnatal development of the rat primary visual cortex and the role of visual experience: dark rearing and monocular deprivation**. *Vision research*, v. 34, n. 6, p. 709-720, 1994.

FARRONI, Teresa; MENON, Enrica. **Visual perception and early brain development**. *Encyclopedia on early childhood development*, Montréal, QC, Centre of excellence for early childhood development, retrieved May, v. 5, n. 2009, p. 1-6, 2008.

FRANCIS, Richard C. **Epigenetics: The ultimate mystery of inheritance**. New York: WW Norton, 2011.

FRANKLIN, Tamara B.; SAAB, Bechara J.; MANSUY, Isabelle M. **Neural mechanisms of stress resilience and vulnerability**. *Neuron*, v. 75, n. 5, p. 747-761, 2012.

FREUD, Sigmund. **On narcissism: An introduction**. Read Books Ltd, 2014.

GAGNÉ, Anne-Marie; HÉBERT, Marc. **Atypical pattern of rod electroretinogram modulation by recent light history: a possible biomarker of seasonal affective disorder**. *Psychiatry research*, v. 187, n. 3, p. 370-374, 2011.

GAREY, L. J.; DE COURTEN, C. **Structural development of the lateral geniculate nucleus and visual cortex in monkey and man**. *Behavioural brain research*, v. 10, n. 1, p. 3-13, 1983.

GREEN, Phillip C.; GORDON, Michael. **Maternal deprivation: Its influence on visual exploration in infant monkeys**. *Science*, v. 145, n. 3629, p. 292-294, 1964.

GRUSS, M. et al. **Maternal separation during a specific postnatal time window prevents reinforcement of hippocampal long-term potentiation in adolescent rats**. *Neuroscience*, v. 152, n. 1, p. 1-7, 2008.

HALL, F. S. et al. **Maternal deprivation of neonatal rats produces enduring changes in dopamine function**. *Synapse*, v. 32, n. 1, p. 37-43, 1999.

HANSSON, Anita C. et al. **Glucocorticoid and mineralocorticoid receptor-mediated regulation of neurotrophic factor gene expression in the dorsal hippocampus and the neocortex of the rat**. *European Journal of Neuroscience*, v. 12, n. 8, p. 2918-2934, 2000.

HARLOW, H.F. **The Nature of Love**. *American Psychologist* 13, 673-685. 1958

HÉBERT, Marc et al. **Electroretinography in patients with winter seasonal affective disorder**. *Psychiatry research*, v. 127, n. 1, p. 27-34, 2004.

HEIM, Christine; BINDER, Elisabeth B. **Current research trends in early life stress and depression: Review of human studies on sensitive periods, gene–environment interactions, and epigenetics**. *Experimental neurology*, v. 233, n. 1, p. 102-111, 2012.

HEIM, Christine; NEMEROFF, Charles B. **The role of childhood trauma in the neurobiology of mood and anxiety disorders: preclinical and clinical studies**. *Biological psychiatry*, v. 49, n. 12, p. 1023-1039, 2001.

HORQUINI-BARBOSA, Everton; LACHAT, João-José. **Tactile stimulation during development alters the neuroanatomical organization of the optic nerve in normal rats.** *Experimental brain research*, v. 234, n. 6, p. 1737-1746, 2016.

HUTTENLOCHER, Peter R. et al. **Synaptogenesis in human visual cortex—evidence for synapse elimination during normal development.** *Neuroscience letters*, v. 33, n. 3, p. 247-252, 1982.

ICKES, Brian R. et al. **Long-term environmental enrichment leads to regional increases in neurotrophin levels in rat brain.** *Experimental neurology*, v. 164, n. 1, p. 45-52, 2000.

IZQUIERDO, I. **memória.** Porto Alegre: artmed, 2011.

KENDLER, Kenneth S.; KARKOWSKI, Laura M.; PRESCOTT, Carol A. **Causal relationship between stressful life events and the onset of major depression.** *American Journal of Psychiatry*, 1999.

KESSLER, Ronald C.; MAGEE, William J. **Childhood adversities and adult depression: basic patterns of association in a US national survey.** *Psychological medicine*, v. 23, n. 03, p. 679-690, 1993.

KIKUSUI, Takefumi; ICHIKAWA, Sozo; MORI, Yuji. **Maternal deprivation by early weaning increases corticosterone and decreases hippocampal BDNF and neurogenesis in mice.** *Psychoneuroendocrinology*, v. 34, n. 5, p. 762-772, 2009.

KRUBITZER, Leah; KAHN, Dianna M. **Nature versus nurture revisited: an old idea with a new twist.** *Progress in neurobiology*, v. 70, n. 1, p. 33-52, 2003.

LAM, Raymond W. et al. **Electroretinography in seasonal affective disorder.** *Psychiatry research*, v. 43, n. 1, p. 55-63, 1992.

LANDI, S. et al. **Retinal functional development is sensitive to environmental enrichment: a role for BDNF.** *The FASEB Journal*, v. 21, n. 1, p. 130-139, 2007.

LANDI, Silvia et al. **Environmental enrichment effects on development of retinal ganglion cell dendritic stratification require retinal BDNF.** *PLoS One*, v. 2, n. 4, p. e346, 2007.

LANDI, Silvia et al. **Setting the pace for retinal development: environmental enrichment acts through insulin-like growth factor 1 and brain-derived neurotrophic factor.** *The Journal of neuroscience*, v. 29, n. 35, p. 10809-10819, 2009.

LEVINE, Seymour et al. **Time course of the effect of maternal deprivation on the hypothalamic-pituitary-adrenal axis in the infant rat.** *Developmental psychobiology*, v. 24, n. 8, p. 547-558, 1991.

LEWIS, Terri L.; MAURER, Daphne. **Multiple sensitive periods in human visual development: evidence from visually deprived children.** *Developmental psychobiology*, v. 46, n. 3, p. 163-183, 2005.

LILLIEN, LAURA; CEPKO, CONNIE. **Control of proliferation in the retina: temporal changes in responsiveness to FGF and TGF alpha.** *Development*, v. 115, n. 1, p. 253-266, 1992.

LIU, Dong et al. **Maternal care, hippocampal glucocorticoid receptors, and hypothalamic-pituitary-adrenal responses to stress.** *Science*, v. 277, n. 5332, p. 1659-1662, 1997.

MARAIS, Lelanie et al. **Maternal separation of rat pups increases the risk of developing depressive-like behavior after subsequent chronic stress by altering corticosterone and**

- neurotrophin levels in the hippocampus.** Neuroscience research, v. 61, n. 1, p. 106-112, 2008.
- MARAZZITI, Donatella et al. **Neurotrophins and attachment.** *Clinical Neuropsychiatry: Journal of Treatment Evaluation*, v. 5, n. 2, p. 100-106, 2008.
- MARTIN, Ernst et al. **Visual processing in infants and children studied using functional MRI.** *Pediatric Research*, v. 46, n. 2, p. 135-140, 1999.
- MASSON, G.; MESTRE, D.; BLIN, O. **Dopaminergic modulation of visual sensitivity in man.** *Fundamental & clinical pharmacology*, v. 7, n. 8, p. 449-463, 1993.
- MENNA, Elisabetta et al. **The anterogradely transported BDNF promotes retinal axon remodeling during eye specific segregation within the LGN.** *Molecular and Cellular Neuroscience*, v. 24, n. 4, p. 972-983, 2003.
- MONTAGU, Ashley. **Touching: The human significance of the skin.** 1971.
- MULLEN, Paul E. et al. **The long-term impact of the physical, emotional, and sexual abuse of children: A community study.** *Child abuse & neglect*, v. 20, n. 1, p. 7-21, 1996.
- MURAKAMI, Shuji et al. **Chronic stress, as well as acute stress, reduces BDNF mRNA expression in the rat hippocampus but less robustly.** *Neuroscience research*, v. 53, n. 2, p. 129-139, 2005.
- NOGUEIRA, Renata MTBL et al. **Mesopic Visual Contrast Sensitivity in Patients with Major Depression.** *Open Journal of Depression*, v. 2, n. 04, p. 82, 2013.
- NUMAKAWA, T. et al. **Brain-derived neurotrophic factor and glucocorticoids: reciprocal influence on the central nervous system.** *Neuroscience*, v. 239, p. 157-172, 2013.
- PETERSEN, Steven E.; POSNER, Michael I. **The attention system of the human brain: 20 years after.** *Annual review of neuroscience*, v. 35, p. 73, 2012.
- RAHIMI, Sadeq. **The ego, the ocular, and the uncanny: Why are metaphors of vision central in accounts of the uncanny?.** *The International Journal of Psychoanalysis*, v. 94, n. 3, p. 453-476, 2013.
- RENTESEI, Georgia et al. **Early maternal deprivation-induced modifications in the neurobiological, neurochemical and behavioral profile of adult rats.** *Behavioural brain research*, v. 244, p. 29-37, 2013.
- ROCERI, M. et al. **Early maternal deprivation reduces the expression of BDNF and NMDA receptor subunits in rat hippocampus.** *Molecular psychiatry*, v. 7, n. 6, p. 609-616, 2002.
- SALE A. et al. **Environmental Enrichment and Visual System Plasticity** in CHALUPA, L. M. et al. *Eye, retina, and visual system of the mouse.* Mit Press, 2008. Cap. 37
- SALE, Alessandro et al. **Enriched environment and acceleration of visual system development.** *Neuropharmacology*, v. 47, n. 5, p. 649-660, 2004.
- SALE, Alessandro; BERARDI, Nicoletta; MAFFEI, Lamberto. **Enrich the environment to empower the brain.** *Trends in neurosciences*, v. 32, n. 4, p. 233-239, 2009.
- SALE, Alessandro; MAFFEI, Lamberto; BERARDI, Nicoletta. **Environmental influences on visual cortex development and plasticity.** INTECH Open Access Publisher, 2012.
- SAPOLSKY, Robert et al. **Interleukin-1 stimulates the secretion of hypothalamic corticotropin-releasing factor.** *Science*, v. 238, n. 4826, p. 522-524, 1987.

SAPOLSKY, Robert M.; MEANEY, Michael J. **Maturation of the adrenocortical stress response: neuroendocrine control mechanisms and the stress hypo-responsive period.** Brain Research Reviews, v. 11, n. 1, p. 65-76, 1986.

SELYE, Hans et al. A syndrome produced by diverse noxious agents. In: Nature. 1936.

SELYE, Hans. **The general adaptation syndrome and the diseases of adaptation.** The journal of clinical endocrinology, v. 6, n. 2, p. 117-230, 1946.

SHORTER, E., FINK, M. **Endocrine Psychiatry: Solving the Riddle of Melancholia.** Oxford University Press, 2010.

SMITH, Lois EH et al. **Regulation of vascular endothelial growth factor-dependent retinal neovascularization by insulin-like growth factor-1 receptor.** Nature medicine, v. 5, n. 12, p. 1390-1395, 1999.

SNIDER, William D. **Functions of the neurotrophins during nervous system development: what the knockouts are teaching us.** Cell, v. 77, n. 5, p. 627-638, 1994.

SPITZ, R. A. **Anaclitic Depression: An Inquiry into the Genesis of Psychiatric Conditions in Early Childhood, II.** The Psychoanalytic Study of the child, 2. 1946

SPITZ, R. A. **O Primeiro Ano de Vida: um estudo psicanalítico do desenvolvimento normal e anômalo das relações objetivas;** 3ªed. São Paulo: Martins Fontes, 1979.

SUCHECKI, D. et al. **Effects of maternal deprivation on the ACTH stress response in the infant rat.** Neuroendocrinology, v. 57, n. 2, p. 204-212, 1993.

TELLER, Davida Y. **The development of visual acuity in human and monkey infants.** Trends in Neurosciences, v. 4, p. 21-24, 1981.

TELLER, Davida Y.; MOVSHON, J. Anthony. **Visual development.** Vision research, v. 26, n. 9, p. 1483-1506, 1986.

TOGA, Arthur W.; THOMPSON, Paul M.; SOWELL, Elizabeth R. Mapping brain maturation. Focus, 2006.

TYRKA, Audrey R. et al. **Childhood parental loss and adult hypothalamic-pituitary-adrenal function.** Biological psychiatry, v. 63, n. 12, p. 1147-1154, 2008.

WIESEL, Torsten N. et al. **Effects of visual deprivation on morphology and physiology of cells in the cat's lateral geniculate body.** J Neurophysiol, v. 26, n. 978, p. 6, 1963.

WIGGER, Alexandra; NEUMANN, Inga D. **Periodic maternal deprivation induces gender-dependent alterations in behavioral and neuroendocrine responses to emotional stress in adult rats.** Physiology & behavior, v. 66, n. 2, p. 293-302, 1999.

WINNICOTT, D. W. **Human Nature.** London: Free association Books, 1988.

WITKOVSKY, Paul. Dopamine and retinal function. Documenta ophthalmologica, v. 108, n. 1, p. 17-39, 2004.

YUODELIS, Cristine; HENDRICKSON, Anita. **A qualitative and quantitative analysis of the human fovea during development.** Vision research, v. 26, n. 6, p. 847-855, 1986.

ZEKI, Semir. The neurobiology of love. FEBS letters, v. 581, n. 14, p. 2575-2579, 2007.

IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CAPIVARA (*HYDROCHOERUS HYDROCHAERIS LINNAEUS, 1766*) E DA EMA (*RHEA AMERICANA LINNAEUS, 1758*) EM ÁREAS AGRÍCOLAS

Ianê Correia de Lima Almeida

Aluna de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP
Câmpus de Botucatu – SP

Gisele Aparecida Felix

Docente do Curso de Medicina Veterinária da Faculdade de Ciências Exatas e Agrárias da UNIGRAN – Centro Universitário da Grande Dourados, Dourados – MS

Caio César dos Ouros

Aluno de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Câmpus de Botucatu – SP

Gustavo Henrique Coelho Chaves

Aluno de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP
Câmpus de Botucatu – SP

Mariana Rodrigues Borges

Aluna de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP
Câmpus de Botucatu – SP

Marconi Italo Lourenço Silva

Aluno de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP
Câmpus de Botucatu – SP

Kauan Souza Alves

Aluno de Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP
Câmpus de Botucatu – SP

Ibiara Correia de Lima Almeida Paz

Professora Associada da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Câmpus de Botucatu – SP
Departamento de Produção Animal.

RESUMO: esta revisão de literatura foi realizada com o objetivo de reunir informações relevantes sobre a importância econômica de animais de vida livre como a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris Linnaeus, 1766*) e a ema (*Rhea americana Linnaeus, 1758*) em regiões agrícolas brasileiras. Sabe-se que esses animais, muitas vezes, são considerados população problema, pois predam áreas agrícolas, causando prejuízo aos agricultores, sobremaneira aos pequenos proprietários, já que geralmente as áreas predadas estão diretamente relacionadas ao tamanho da população destes animais na região. No entanto, já houve um tempo em que se estudou a possibilidade da exploração racional destes animais, visando a normatização de sua caça e o aumento de renda dos pequenos produtores, principalmente das comunidades ribeirinhas. Porém, estas tentativas de exploração

commercial da capivara e ema, no Brasil, ainda precisam ser melhor estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: culturas agrícolas, danos, vida livre.

ABSTRACT: This literature review was written with the purpose of gathering relevant information about the economic importance of free - living animals such as capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris* Linnaeus, 1766) and ema (*Rhea americana* Linnaeus, 1758) in Brazilian agricultural regions. It is known that these animals are often considered a problem population because they predate agricultural areas, causing damage to the farmers, especially to the smallholders, since generally the predatory areas are directly related to the size of the population of these animals in the region. However, there has been a time when the possibility of rational exploitation of these animals has been studied, aiming to regulate their hunting and increase the income of small producers, especially the riverside communities. However, these attempts at commercial exploitation of capybara and ema in Brazil still need to be better studied.

KEY WORDS: agricultural crops, damage, free living.

REVISÃO DE LITERATURA

Os herbívoros silvestres desenvolveram diferentes estratégias de seleção da dieta, de acordo com a qualidade e abundância de alimentos, tipo de habitat, morfologia e fisiologia do animal (BORGES e COLARES, 2007). Além disto, as características dos alimentos com relação a sua composição química também podem influenciar na seleção da dieta e sua preferência por estes animais.

As modificações antrópicas no ambiente, principalmente aquelas relacionadas com a introdução de culturas agrícolas, geram problemas já que, além de diminuir a área útil aos animais, as culturas se tornam fontes acessíveis e estáveis de alimento, permitindo o aumento aparente em grupos sociais e tamanho da população de animais silvestres (FERRAZ et al., 2009; FERRAZ et al., 2010) que podem invadir ambientes agrícolas (FERRAZ et al., 2003; GIANNONI, 1996) e urbanos, causando danos às culturas e risco para a saúde humana (FERRAZ et al., 2009).

Em diversas regiões do país, é comum o conflito entre espécies silvestres e o homem por espaço e recursos ambientais. O processo de alteração da paisagem original pode ter influência direta ou indireta sobre o padrão de distribuição e abundância das espécies (WIENS, 1996; FERRAZ et al., 2003; VIVIAN, 2007).

Quantificar os danos causados, especialmente quando se tem um impacto econômico significativo, é essencial para o estabelecimento de uma política adequada para o manejo e controle em áreas agrícolas (WYWIALOWSKI, 1996; FERRAZ et al., 2003). A ausência de conhecimento sobre a demografia da espécie na região é hoje uma das barreiras para a avaliação de danos causados pela espécie ao ecossistema e também aos sistemas produtivos.

De acordo com FERRAZ e VERDADE (2001), em condições naturais com pouca interferência humana, pode-se dizer que as capivaras são animais de hábitos diurnos,

com pico de atividade concentrado nos períodos vespertino e crepuscular. Entretanto, em áreas antrópicas ou em áreas de elevada pressão de caça, estes animais tendem a tornar-se noturnos e escondidos (MOREIRA e MACDONALD 1997, FERRAZ et al. 2007), concordando com o observado no presente estudo.

Conforme cita OJASTI (1973), as capivaras são mais ativas no período da tarde, a partir das 16 horas até o início da noite, mas podem realizar suas atividades a qualquer hora do dia, principalmente nas épocas de chuvas. Os resultados deste trabalho sugerem que os animais foram mais ativos ao entardecer e durante a noite, provavelmente pelo fato das áreas serem antropizadas.

Com relação ao horário de pastejo, foi verificado que as plantas aquáticas, uma das principais fontes de alimentação em áreas naturais segundo QUINTANA et al. (1994), somente foram consumidas ao amanhecer e durante as horas mais quentes do dia, quando a espécie encontrava-se próxima a área de descanso e abrigo. Os momentos de maior atividade alimentar foram ao anoitecer e durante a noite. No entanto, no estudo de FELIX et al (2014) o maior número de registros de capivaras nas lavouras foi a partir das 20:00 h na maioria das fazendas estudadas. Segundo os autores, os dados encontrados contradizem o padrão de atividade e uso do ambiente para a espécie descrito JACOMASSA (2010), em seu trabalho realizado no pantanal na cidade de Miranda, Matogrosso do Sul, Brasil, quando os resultados sugeriram que as capivaras são mais ativas no amanhecer e no meio do dia, forrageando com maior frequência no meio do dia (66 %).

Ainda, segundo FELIX et al (2014) os prejuízos causados ao produtor rural pela espécie possuem forte relação entre si, assim como com relação à área danificada. Isto implica que as diversas formas de quantificar os danos, são equivalentes. Entretanto, o prejuízo financeiro possui maior relação com a área danificada (ha) do que com a perda de produção (t). Além disto, o número de animais possui relação direta com os danos causados nas lavouras, principalmente quando avalia-se o prejuízo em toneladas de grãos. Tais resultados reforçam evidências de que a presença de capivaras está associada a perdas produtivas, confirmando o descrito por MOTTA (1996) e FERRAZ et al. (2003) que descrevem que as altas densidades de ungulados são geralmente relacionados com a intensidade de danos causados, mas não com a sua incidência. Com isto, quanto maior for a densidade animal na área agrícola, maior será a procura por alimentos, ocasionando aumento ainda maior nos danos às culturas (FERRAZ et al. 2003).

Animais da fauna silvestre como as capivaras e as emas podem causar danos às culturas agrícolas, porém, poderiam trazer alguma renda aos pequenos produtores. Desde que sua utilização seja realizada de forma racional e sustentável.

A fauna silvestre tem sido utilizada há décadas como fonte de proteína animal, pelas populações indígenas e rurais do interior do Brasil (FIGUEIRA et al., 2003). De acordo com os mesmos autores, apesar das legislações proibitivas, a caça tem sido o meio utilizado para esta exploração, que aliada à supressão dos habitats, vem

causando perdas de recursos naturais muito pouco conhecidos.

Sistemas extensivos de manejo sustentável de populações selvagens poderia ser uma alternativa para a exploração adequada das espécies, entretanto, restrições legais impedem o desenvolvimento de sistemas de manejo das populações livres destes animais (FIGUEIRA et al., 2003). Estes sistemas têm a vantagem de proporcionar a conservação do ecossistema onde a espécie ocorre, através de sua valorização, resultante da geração de renda a partir de um recurso até então não utilizado racionalmente (CAUGHLEY e SINCLAIR 1994).

O controle da fauna é uma forma eficaz de minimizar estes problemas (CAUGHLEY e SINCLAIR 1994; FERRAZ et al., 2010). Na província de Corrientes, Argentina, o Serviço de Fauna permite a caça controlada de populações de capivaras e emas associados a danos à agricultura e pastagens (OJASTI, 1991). A caça comercial de alguns animais silvestres, como as capivaras que é bastante praticada na Argentina e Uruguai tem como principal objetivo a comercialização do couro (BOLKOVIC et al., 2006). Outros países latino-americanos que exploram comercialmente a capivara, como Venezuela, Colômbia e Brasil, utilizam como fonte principal a carne (GONZÁLEZ JIMÉNEZ, 1995; NOGUEIRA-FILHO, 1996; ALVAREZ, 2011).

Ainda que permita o controle de populações pragas e até mesmo a caça não comercial, a Lei nº 5.197 não permite que o produto deste controle seja comercializado (MOREIRA e PIOVEZAN, 2005). Nos anos de 1990, no Brasil, existiam propriedades rurais realizando o manejo de populações problema de capivaras de forma comercial, embasados na portaria número 118 (15 de outubro de 1997), que normalizava o funcionamento de criadouros de animais da fauna silvestre brasileira com fins econômicos e industriais e também no decreto nº 3.420, de 20 de abril de 2000, cujo objetivo geral era “a promoção do desenvolvimento sustentável, conciliando a exploração com a proteção dos ecossistemas e a compatibilização da política florestal com os demais setores de modo a promover a ampliação do mercado interno e externo e o desenvolvimento institucional do setor” (BRASIL, 2000).

Entretanto, restrições legais impedem o desenvolvimento de sistemas de manejo das populações livres no Brasil. O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, atualmente como forma de minimizar este problema, faz a remoção de parte da população e transferência para parques e reservas. No entanto, esta medida é apenas paliativa, pois a remoção de uma parcela de uma população silvestre reduz a competição por recursos ambientais (por exemplo, água, alimento, abrigo, parceiro sexual) entre os indivíduos remanescentes e conseqüentemente aumenta a taxa reprodutiva da população (MOREIRA e PIOVEZAN, 2005).

Mas, além de haver poucos técnicos capacitados nas faculdades para este tipo de atividade, as estratégias de manejo são praticamente opostas às metas comerciais, pois a busca pela maximização da produção será sempre conflitante com a busca pela minimização do dano, não havendo nenhuma preocupação com a variação do tamanho populacional da espécie ao longo do tempo (MOREIRA e PIOVEZAN, 2005).

A permissão da comercialização bem como a extração do produto para os proprietários de áreas onde as capivaras são problemas é uma alternativa viável não só para a conservação das populações remanescentes da espécie, mas também das áreas por elas utilizadas e com isto o retorno para a conservação do meio ambiente seria maior (MOREIRA e PIOVEZAN, 2005). Além de contribuir com a proteção e preservação da fauna, em termos econômicos este tipo de atividade, significa nova alternativa para o produtor rural, gerando divisas e proteína a baixo custo para as populações humanas (SALDANHA, 2000; ALVAREZ e KRAVETZ, 2006).

A implementação de manejo sustentável da vida silvestre com comunidades requer de acordo com BODMER e PENN-JUNIOR (1997), a integração de informações sobre a biologia das espécies de caça e a economia do uso sustentável com as aspirações das comunidades locais. Para isto, fortes vínculos devem ser criados entre cientistas, extensionistas e representantes das comunidades para implantar um verdadeiro sistema de uso sustentável.

No Brasil, existem várias espécies que poderiam ter sido domesticadas, como a cotia (*Dasyprocta Aguti*), a paca (*Cuniculus paca*), a anta (*Tapirus terrestris*), dentre outros e, embora tenham domesticado diversas plantas, os povos amazônicos não o fizeram com os animais. Uma das vantagens da criação zootécnica dos animais silvestres de acordo com LAVORENTI (1995) é estes podem servir como estoque para eventuais repovoamentos de áreas bem como, reduzir a pressão de caça sobre os mesmos além de proporcionar retorno econômico para o produtor. A capivara segundo NOGUEIRA et al. (1999) e GIRARDI, et al. (2005) é aquele com melhor adaptação ao processo de domesticação dentre os animais silvestres brasileiros (MOREIRA et al., 2009).

Segundo OJASTI (1991) existem pelo menos duas maneiras diferentes para o aproveitamento sustentável das capivaras sendo elas a caça comercial e a produção em cativeiro. Em seu estudo ALVAREZ (2011) aponta no mínimo três estratégias: a caça de subsistência, a caça comercial e a criação em cativeiro. A caça de subsistência tem por objetivo a obtenção de carne para consumo e geralmente é desenvolvida por populações tradicionais, rurais ou marginalizadas economicamente em toda a área de distribuição geográfica da espécie, independentemente das normas legais de proteção à fauna silvestre vigentes em cada país (ALVAREZ, 2011).

Devido ao fato das emas, assim como os avestruzes, serem aves corredoras, as mesmas não possuem o músculo peitoral desenvolvido e as asas são atrofiadas. Logo, à parte, mas apreciada, por possuir uma maior quantidade de carne são as pernas. Mas outras partes da ave também podem ser aproveitadas, mesmo em pedaços menores, mas todas com homogeneidade de cor e sabor, podendo ser utilizadas em diferentes modos de preparo (BALOG et al, 2008). Demonstrando grande potencial para consumo.

A criação de capivaras e emas em cativeiro é uma prática zootécnica na qual as condições do habitat são, em maior ou menor grau, controladas pelo produtor.

Assim, distinguem-se em sistemas semi-intensivo e intensivo (ALVAREZ, 2011). Neste sentido os animais silvestres podem se transformar em fontes renováveis de produtos de grande rentabilidade, contribuindo para a produção de alimentos e concorrendo, em custo de produção, com os animais domésticos (ODA et al., 2004). Por esta razão, a criação comercial dessa espécie tem atraído a atenção de proprietários rurais, em razão do baixo custo de produção (herbívoro monogástrico) e da possibilidade de exploração econômica de áreas de formações ciliares, cuja preservação é obrigatória.

Por se tratar de animais rústicos, resistentes a doenças (OJASTI 1991; GONZÁLEZ JIMÉNEZ 1995), as capivaras e emas, se adaptam bem ao meio rural, o que torna sua criação uma excelente alternativa agropecuária, podendo transformar em fontes renováveis de produtos de grande rentabilidade (ODA et al., 2004; GIANNONI, 1996), contribuindo para a produção de alimentos e concorrendo, em custo de produção, com os animais domésticos. Além disto, tem se destacado devido seu potencial zootécnico, crescimento rápido, aproveitamento econômico, elevado preço de venda da carne, ótimo sabor, prolificidade e plasticidade alimentar (HOSKEN e SILVEIRA, 2002).

Estes dados demonstram que em condições naturais, as capivaras, apresentam se seis vezes mais eficientes que os bovinos em condições naturais apresentando eficiência reprodutiva de 0,25 contra 0,04 dos bovinos. Este atributo, juntamente com a alta taxa de crescimento, sociabilidade e adaptação a dietas de baixo custo garantem, o sucesso da produção e a sustentabilidade da criação.

A carne de capivara é considerada saudável pelo baixo teor de gordura (PAIVA, 1992) e pela composição dessa fração lipídica (FUKUSHIMA et al., 1997). Além da carne, seu couro, é bastante apreciado, principalmente no mercado internacional, sendo utilizado na confecção de sapatos, roupas, estofados e luvas (JARDIM, 2001; MIGUEL, 2002).

Outro produto comercial obtido da capivara é o óleo que é extraído da gordura subcutânea. Este produto é utilizado para fins medicinais, pois há cresças de que este produto cura asma, bronquite, reumatismo e alergias (MOREIRA e MCDONALD, 1997; MIGUEL, 2002).

Na Venezuela, e em menor medida na Colômbia, há longa tradição na exploração, em grande escala, da carne de capivaras, que é consumida salgada, principalmente durante a Semana Santa (OJASTI, 1973; GONZÁLEZ JIMÉNEZ, 1995). Conforme cita ALVAREZ (2011), desde 1968, na Venezuela é praticada a exploração sustentável das populações silvestres desse roedor, por meio da captura controlada.

Quando as populações atingem densidades iguais ou superiores a 0,6 indivíduo por hectare, autoriza-se a captura anual de até 30% da população (OJASTI, 1973). Estima-se que, entre 30 e 50 mil animais são abatidos legalmente a cada ano na Venezuela. Na Argentina, são exportados em torno de 10.000 couros/ano (98% dos couros vão para o mercado interno), através de caça ilegal e legalizados (PINHEIRO, 2010).

No Brasil, o mercado apresenta-se promissor, pois a procura pela carne e pele é

incomparavelmente superior à oferta. O couro dos animais silvestres (catetos, emas, queixada) inclusive as capivaras, é muito procurado pelas indústrias para a confecção de calçados, cintos, bolsas, luvas, bolas de *baiseball* dentre outros (ROCHA, 2003).

A carne de capivara é consumida em todo o país especialmente na Amazônia, onde a carne é considerada uma das carnes mais apreciadas pelos povos indígenas (JARDIM, 2001). Hoje em dia, nos grandes centros consumidores, observa-se a formação de um mercado de carnes exóticas onde a carne de capivara e ema têm se mostrado uma promissora alternativa, por suas características apreciadas (PINTO et al., 2007). As partes nobres, como pernil e lombo, já são comercializadas regularmente em alguns pontos específicos de venda, principalmente nas grandes cidades, porém apresentando preços bastante elevados (PINTO et al., 2007).

De acordo com comerciantes de carnes exóticas, o consumo mensal no país alcançou 35 toneladas no ano de 2007, sendo São Paulo o maior centro consumidor (CALSAVARA, 2011).

CONCLUSÃO

As capivaras e emas que vivem em áreas antropizadas acessam preferencialmente os alimentos mais próximos à mata em que abrigam-se. Especialmente as capivaras preferem alimentar-se em regiões próximas de onde está a fonte de água. A cultura de arroz, em áreas alagadas, geralmente é a preferida pelos animais, possivelmente pelo fato dos indivíduos sentirem-se seguros próximos às suas áreas de refúgio.

Entretanto, a cultura predada que mais reflete prejuízo aos agricultores, no caso de capivaras é o milho, uma vez que esta é cultivada durante quase todo ano (safra e safrinha). O pico de atividade alimentar das capivaras concentrou-se nos períodos crepuscular e noturno, provavelmente como adaptação à ação antrópica.

Já para emas, o maior prejuízo ocorre na cultura da soja, pois esse animais têm preferência por pastejar o seu broto.

O potencial para exploração da criação comercial de capivaras e emas em todo o território nacional é muito grande, desde que haja estudos que permitam a criação sustentável e a exploração racional do potencial das espécies.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, M. R.; KRAVETZ, F. O. Reproductive performance of capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in captivity under different management systems in Argentina. **Anim. Res.**, v.55, p.153-164, 2006.

ALVAREZ, M. R. Criação em cativeiro de capivaras na Venezuela. **R. Bras. Zootec.**, v.40, p.44-47, 2011.

BALOG, A.; MENDES, A.A.; ALMEIDA PAZ, I.C.L.; SILVA, M.C.; TAKAHASHI, S.E.; KOMIYAMA, C.M.; Carne de avestruz: rendimento de carcaça e aspectos físicos e químicos (Ostrich meat: carcass yield

and physical and chemical characteristics). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.28, n.2, p.400-407, abr.-jun. 2008.

BODMER, R. E.; PENN JUNIOR., J. W. Manejo da vida silvestre em comunidades da Amazônia. In: VALLADARES- PADUA, C.; BODMER, R. E. **Manejo e conservação da vida silvestre no Brasil**: CNPq, v.4, p.52-69, 285p, 1997.

BOLKOVIC, M.L.; QUINTANA, R.D.; RAMADORI, D.; ELISETCH, M.; RABINOVICH, J. Proyecto carpincho: Propuesta para el uso sustentable del carpincho (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en la Argentina. In: BOLKOVIC, M.L.; RAMADORI, D. (Eds.). **Manejo de fauna silvestre en La Argentina**: programas de uso sustentable. Buenos Aires: Dirección de Fauna Silvestre, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 168p, 2006.

BORGES, L. V.; COLARES, I. G. Feeding Habits of Capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*, Linnaeus 1766), in the Ecological Reserve of Taim (ESEC -Taim) - South of Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.50, n.3, p. 409-416, 2007.

BRASIL. Decreto nº 3.420, de 20 de abril de 2000. Dispõe sobre a criação do Programa Nacional de Florestas – PNF, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, poder Executivo, Brasília, DF, 20 abr. 2000.

CALSAVARA, K. **Carne de caça estão cada vez mais presentes em cardápios de SP**. 2011. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/saopaulo/951906-carnes-de-caca-estao-cada-vez-mais-presentes-em-cardapios-de-sp.shtml>>. Acesso em: 02 ago. 2011.

CAUGHLEY, G.; SINCLAIR, A.R.E. **Wildlife Ecology and Management**. Boston: Blackwell Scientific Publications, 334p., 1994.

FELIX, G.A.; ALMEIDA PAZ, I.C.L.; PIOVEZAN, U.; GARCIA, R.G.; LIMA, K.A.O.; NÄÄS, I.A.; SLAGADO, D.D.; PILLECO, M.; BELLONI, M. Feeding behavior and crop damage caused by capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in an agricultural landscape. **Braz. J. Biol.**, v.74, n.4, p. 779-786, 2014.

FERRAZ, K. M. P. M. B.; LECHEVALIER, M. A.; COUTO, H. T. Z.; VERDADE, L. M. Damage caused by capybaras on a corn field. **Scientia Agricola**, v.60, p. 191–194, 2003.

FERRAZ, K.M.P.M.B.; FERRAZ, S.F.B.; MOREIRA, J.R.; COUTO, H.T.; VERDADE, L.M. Capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) distribution in agroecosystems: a cross-scale habitat analysis. **Journal of Biogeography** v.34, p. 223–230, 2007.

FERRAZ, K.M.P.M.B.; PETERSON, T.A.; SCACHETTI-PEREIRA, R.; VETTORAZZI, C.A; VERDADE, L.M. Distribution of Capybaras in an Agroecosystem, Southeastern Brazil, Based on Ecological Niche Modeling. **Journal of Mammalogy**, v.90, n. 1, p. 189-194, 2009.

FERRAZ, K.M.P.M. B.; MANLY, B.; VERDADE, L.M. The influence of environmental variables on capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*: Rodentia, Hydrochoeridae) detectability in anthropogenic environments of southeastern Brazil. **Popul Ecol.**, v.52, p. 263–270, 2010.

FERRAZ, K.M.P.M.B.; VERDADE, L.M. Ecologia comportamental da capivara: bases biológicas para o manejo da espécie. In: W. R. S. Mattos, (Org.). **A Produção Animal na Visão dos Brasileiros**. Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 589-595, 2001.

FIGUEIRA, M.L.O.A.; CARRER, C.R.O.; NETO, P.B.S. Ganho de peso e evolução do rebanho de queixadas selvagens em sistemas de criação semi-extensivo e extensivo, em reserva de cerrado. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.1, p.191-199, 2003.

FUKUSHIMA, M.; TAKAYAMA, Y.; HABAGUCHI, T.; NAKANO, M. Comparative hypocholesterolemic

effects of capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) oil, horse oil and sardine oil in cholesterol-fed rats. **Lipids**, v.32, n.4, p.391-395, 1997.

GALENDE, G.I.; GRIGERA, D. Relaciones alimentarias de *Lagidium viscacia* (Rodentia, Chinchillidae) com herbívoros introducidos en El Parque Nacional Nahuel Huapi, Argentina. **Iheringia. Série Zoológica**, v.84, p.175-184, 1998.

GIANNONI, M.L. **Emas & Avestruzes**. Uma alternativa para o produtor rural. FUNEP, UNESP – Jaboticabal, São Paulo, 1996.

GIRARDI, F.; CARDOZO, R.M.; SOUZA, V.L.F.; MORAES, G.V.; SANTOS, C.R.; VISENTAINER, J.V.; ZARA, R.F.; SOUZA, N.E. Proximate composition and fatty acid profile of semi confined young capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris* L. 1766) meat. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.18, p.647-654, 2005.

GONZÁLEZ JIMÉNEZ, E. **El capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*)** - Estado actual de su producción. (Estudio FAO Producción y Sanidad Animal, 122). Roma: FAO, 110p, 1995.

HOSKEN, F. M.; SILVEIRA, A. C. da. **Criação de Capivaras**. UFV, Viçosa. 2002.

JARDIM, N.S. **Sexo e diferentes pesos ao abate na qualidade da carne de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris* L.1766)**. 2001. 119p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos alimentos) - Universidade Federal de Lavras: UFLA, 2001.

JACOMASSA, F.A.F. Atividade, uso de ambientes, comportamento e densidade de capivara *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766) (Mammalia: Rodentia: Caviidae) no Pantanal do Miranda, MS. **Biodiversidade Pampeana** v.8, n.1, p. 46-49, 2010.

LAVORENTI, A. Situação atual da pesquisa com animais silvestres no Brasil – perspectivas e necessidades futuras. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA (BARCELLOS, A O; MARIANTE, A S; ROCHA, C.M.C; LEITE, G.C., eds.). Sociedade Brasileira de Zootecnia. Brasília, D. F. **Anais...** p. 382-383, 1995.

MIGUEL, G.Z. **Caracterização da carcaça e da carne de capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766) em idade adulta**. 2002, 107f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras: UFLA, 2002.

MOREIRA, J.R.; MACDONALD, D.W. Técnicas de manejo de capivaras e outros grandes roedores na Amazônia. In: VALLADARES-PÁDUA et al. (Ed). **Manejo e conservação de vida silvestre no Brasil**. Brasília: Sociedade Civil Mamirauá, p.186-213, 1997.

MOREIRA, J.R.; PIOVEZAN, U. **Conceitos de manejo de fauna, manejo de população problema e o exemplo da capivara**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 23p, 2005.

MOREIRA, J.R.; EAGLE, M.; GILLESPIE, O.J.; DAVIDSON, A.; MARRIOTT, F.H.C.; MACDONALD, D. W. A model to search for birth probabilities of mammal populations using fertility data. **Braz. J. Biol.**, v. 69, n.4, p. 1127-1131, 2009.

MOTTA, R. Impact of wild ungulates on forest regeneration and tree composition of mountain forests in the Western Italian Alps. **Forest Ecology and Management**, v.88, p.93-98, 1996.

NOGUEIRA-FILHO, S.L.G. **Manual de criação da capivara**. Viçosa, MG: Centro de Produções Técnicas - CPT, v.1, 50p., 1996.

NOGUEIRA, S.S.C.; NOGUEIRA-FILHO, S.L.G.; OTTA, E.; DIAS, C.T.S.; CARVALHO, A. Determination of the causes of infanticide in capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) groups in captivity. **Applied Animal Behavior Science**, v.62, p. 351–357, 1999.

ODA, S.H.I.; BRESSAN, M.C.; FREITAS, R.T.F.; MIGUEL, G.Z.; VIEIRA, J.O.; FARIA, P.B.; SAVIAN, T.V.; KABEYA, D.M. Composição centesimal e teor de colesterol dos cortes comerciais de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766). **Ciênc. Agrotec**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1344-1351, 2004.

OJASTI, J. **Estudio biológico del chigüire o capibara**. Caracas: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 257p, 1973.

OJASTI, J. Human exploitation of capybara. In: ROBINSON, J.G.; REDFORD, K.H. (Ed.) **Neotropical wildlife use and conservation**. Chicago: University Press, p. 236-252, 1991.

PAIVA, R. Capivara: bicho novo no pasto. **Globo Rural**, n.80, p.42-47, 1992.

PINHEIRO, M.S.; POUHEY, J.L.O.F.; DEWANTIER, L.R.; GARCIA, C.A.N.; RODRIGUES, R.C.; SILVA J.J.C. Avaliação de carcaça de fêmeas e machos inteiros de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) criados em sistema semi-intensivo. **Asociación Latinoamericana de Producción Animal**, v.15, n.2, p. 52-57, 2007.

PINHEIRO, M.S. **Capincho é alternativa econômica para o bioma Pampa**. 2010. Artigo em Hipertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/artigos/2010_4/capincho/index.htm>. Acesso em: 12 set. 2011.

PINTO, M.F.; PONSANO, E.H.G.; ALMEIDA, A. P.S.; HEINEMANN, R. J. B.; SOUZA, W. M. Características e potencial tecnológico da carne da capivara. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.3, p.868-873, 2007.

QUINTANA, R.D.; RABINOVICH, J.E. Assessment of capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) populations in the wetlands of Corrientes, Argentina. **Wetlands Ecology and Management**, v.2, p. 223–230, 1993.

ROCHA, D.C.C. **Caracterização da cadeia produtiva de animais silvestres (capivaras, catetos e queixadas) no sul do Brasil**. 2003. 243p. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul: UFRGS, 2003.

SALDANHA, T. **Determinação da composição centesimal nos diferentes cortes da carne de capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*)**. 2000. 105 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de alimentos) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, 2000.

VIVIAN D.; LANA E. D. 2007. **Criação de Avestruz -Superadas as dificuldades, o mercado promete**. Disponível em:< <http://www.ufrgs.br/ensinodareportagem/economia/avestruz.html> >. Acesso em: 13 out. 2013.

WIENS, J.A. Metapopulation dynamics and landscape ecology. In: HANSKI, I.A.; GILPIN, M.E. (Ed.) **Metapopulation biology: ecology, genetics and evolution**. São Diego: Academic Press, p. 43-62, 1996.

WYWIALOWSKI, A.P. Wildlife damage to field corn in 1993. **Wildlife Society Bulletin**, v.24, n.2, p.264-271, 1996.

INFLUÊNCIA DE TÉCNICAS DE ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL NO COMPORTAMENTO DE *ALOUATTA CARAYA* (HUMBOLDT, 1812) (PRIMATES: ATELIDAE) CATIVOS NO PARQUE ZOOBOTÂNICO GETÚLIO VARGAS, SALVADOR, BAHIA

Denise Costa Rebouças Lauton

Universidade Federal da Bahia. Rua Augusto Viana, s/n, CEP 40110-909, Salvador – Bahia Brasil, E-mail: deniselauton@yahoo.com.br

Airan dos Santos Protázio

Departamento de Ensino, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia Rodovia BA 148, Km 04, 1800, Vila Esperança CEP 44900-000, Irecê, Bahia, Brasil, E-mail: airanprotazio@yahoo.com.br

Jacileide Santos Silva Lima

Universidade Estadual de Feira de Santana Av. Transnordestina, s/n, Novo Horizonte, CEP 44036-900, Feira de Santana, Bahia, Brasil E-mail: leidejss@yahoo.com.br

Téo Veiga de Oliveira

Divisão de Mamíferos do Museu de Zoologia Departamento de Ciências Biológicas Universidade Estadual de Feira de Santana Av. Transnordestina, s/n, Novo Horizonte, CEP 44036-900, Feira de Santana, Bahia, Brasil E-mail: teovoli@yahoo.com.br

RESUMO: Restrição de espaço e falta de estímulos, sejam físicos, sociais ou motores, são algumas, dentre outras circunstâncias encontradas em ambientes cativos, que podem comprometer o padrão natural de atividades dos indivíduos cativos e levar a baixos níveis de bem-estar. Técnicas de enriquecimento ambiental

têm sido frequentemente empregadas em ambiente cativo com o intuito de proporcionar uma melhora nos recintos desses animais, tornando-os mais dinâmicos e estimulando os animais a explorá-los de maneira mais efetiva. Este estudo avaliou a influência de diferentes técnicas de enriquecimento no repertório comportamental de dois indivíduos adultos (um macho e uma fêmea) de *Alouatta caraya* (Humboldt, 1812) mantidos cativos no Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, Salvador, Bahia, Brasil. As observações ocorreram entre os meses de agosto de 2011 e junho de 2012 e foram divididas em quatro fases: controle ou pré-enriquecimento; enriquecimento sensorial; enriquecimento alimentar e pós-enriquecimento. Para observação foi utilizado o método animal-focal com registro instantâneo a cada 30 segundos, o que totalizou 120 registros por fase para cada indivíduo. A frequência dos atos comportamentais exibidos nas diferentes fases de enriquecimento foi comparada com a da fase controle através do teste Wilcoxon. Na fase controle, dos 14 atos comportamentais exibidos, ambos indivíduos apresentaram apenas 6 destes, sendo destaque o ato Descansar e Observar. Embora estes sejam atos comuns e frequentemente expressos em ambiente natural, a não expressão de uma maior variedade de atos pode ser um indício de baixo grau de bem-estar, condicionado

por um ambiente empobrecido. Durante a fase experimental, apesar da biologia da espécie ter sido considerada na elaboração dos enriquecimentos, os indivíduos continuaram a despender grande parte do seu tempo ao Descanso e Observação. Não houve diferença significativa entre os comportamentos observados antes e após os enriquecimentos, tanto para o Macho ($W=11$; $p=1,00$) quanto para a fêmea ($W=14$; $p=0,93$). Os resultados demonstram que *A. caraya* no Parque Zoobotânico necessita de uma maior atenção. Ambiente físico amplo e estímulos variados e frequentes podem melhorar a condição de *A. caraya*, inclusive podendo obter melhora reprodutiva.

PALAVRAS-CHAVE: comportamento, primatas, cativeiro, Atelidae, enriquecimento.

ABSTRACT: Restriction of space and lack of stimuli, whether physical, social or motor, are some, among other circumstances found in captive environments, which can compromise the natural pattern of activities of captive individuals and lead to low levels of well-being. Environmental enrichment techniques have often been employed in a captive environment in order to provide an improvement in the enclosures of these animals, making them more dynamic and stimulating the animals to explore them more effectively. This study evaluated the influence of different enrichment techniques on the behavioral repertoire of two adult individuals (one male and one female) of *Alouatta caraya* (Humboldt, 1812) kept captive in the Getulio Vargas Zoobotanical Park, Salvador, Bahia, Brazil. Observations occurred between August 2011 and June 2012 and were divided into four phases: control or pre-enrichment; sensory enrichment; food enrichment and post-enrichment. For observation, the animal-focal method with instantaneous recording was used every 30 seconds, which added up to 120 records per phase for each individual. The frequency of the behavioral acts exhibited in the different stages of enrichment was compared with that of the control phase through the Wilcoxon test. In the control phase, from the 14 behavioral acts recorded, both individuals presented only 6 of these, emphasizing the acts of Resting and Observing. Although these are common acts and often expressed in the natural environment, the non-expression of a greater variety of acts may be an indication of a low degree of well-being, conditioned by an impoverished environment. Even though the biology of the species is considered in the elaboration of the enrichment, during the experimental phases individuals continued to spend much of their time at Rest and Observation. There was no significant difference between the behaviors observed before and after enrichment, for both male ($W=11$, $p=1.00$) and female ($W=14$, $p=0.93$). The results show that *A. caraya* in the Zoobotanical Park needs more attention. Ample physical environment and varied and frequent stimuli can improve the condition of *A. caraya*, including reproductive improvement.

KEYWORDS: behavior, primates, captivity, Atelidae, enrichment.

1 | INTRODUÇÃO

Alimentação em horários pré-estabelecidos e de fácil acesso, restrição de espaço

e convívio social, falta de atrativos motores, físicos e sensoriais são circunstâncias que caracterizam um ambiente cativo como empobrecido e que podem acarretar no desenvolvimento de distúrbios comportamentais, aumentar a suscetibilidade a doenças, insucesso reprodutivo e o óbito (CARLSTEAD; SLIEPHERDSON, 1994; ALMEIDA et al., 2008; PIZZUTO et al., 2009; BORGES et al., 2011; BUCHANAN-SMITH, 2010). Assim, o modo tradicional de exposição dos animais cativos pode ocasiona vários problemas para estes, tanto de ordem fisiológica quanto psicológica (BORGES et al., 2011).

A adoção de técnicas de enriquecimento ambiental é uma alternativa largamente utilizada para melhorar o grau de bem-estar de animais cativos (BOERE, 2001). O método de enriquecimento consiste em criar oportunidades de privacidade, de exploração e de convivência social, possibilitando que o animal cativo tenha controle sobre o seu ambiente (SHEPHERDSON, 2010). Portanto, trabalhos de enriquecimento ambiental objetivam modificar e dinamizar o ambiente cativo, fazendo com que seus indivíduos explorem cada vez mais o seu recinto e apresentem um repertório comportamental mais típico para a espécie, de modo que diminuam a frequência de estereotípias (BOERE, 2001; BUCHANAN-SMITH, 2010).

Para facilitar a implantação das técnicas em recintos de primatas, Bloomsmith et al. (1991) as classificaram em cinco tipos principais: alimentar, social, sensorial, cognitiva e do ambiente físico. Cada uma destas categorias de enriquecimento pode interferir, em intensidade variável, no padrão de atividades dos indivíduos cativos, sendo necessário o conhecimento prévio das necessidades comportamentais e especificidades da espécie em seu habitat natural para que a adoção da técnica tenha resultados satisfatórios (Bloomsmith et al., 1991; Boere 2001; Buchanan-Smith, 2010; Borges et al., 2011).

Ao comparar o tamanho da área de uso de *Alouatta caraya* (Humboldt, 1812), o qual pode chegar a dois hectares em ambiente natural (BICCA-MARQUES, 1994; BRAVO; SALLENAVE, 2003), ao espaço ocupado pelos indivíduos da espécie mantidos cativos no Parque Zoobotânico Getúlio Vargas na cidade de Salvador, aliado a falta de estímulos físicos, sensoriais, motores e a aparente fisionomia apática e baixo sucesso reprodutivo destes, o presente estudo propõe verificar os efeitos de diferentes técnicas de enriquecimento ambiental no padrão comportamental de *A. caraya*, considerando que a expressão de diferentes respostas comportamentais, bem como de comportamentos semelhantes ao existente em vida livre, são indícios de promoção de bem-estar.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e Espécie de Estudo

Este estudo foi desenvolvido no Parque Zoobotânico Getúlio Vargas - PZGV (13°01'S; 38°31'W), localizado na área urbana da cidade de Salvador, Estado da Bahia, Brasil. O Parque está situado no interior de um remanescente de Floresta Atlântica Tropical, com clima do tipo tropical úmido a superúmido, precipitação média anual de 1.758 mm e temperatura média anual de 25.3°C (INMET, 2016). Reconhecido por apresentar um plantel diverso, com mais de 1.600 animais (ZOO, 2018), o Parque abriga, dentre as várias espécies de primatas, indivíduos de *Alouata caraya* (Humboldt, 1812).

Dois indivíduos, um macho e uma fêmea adultos, de *A. caraya* foram observados neste estudo. Diante das mudanças e avanços tecnológicos, dados sobre a origem dos espécimes e data de incorporação ao plantel do PZGV são imprecisos. No entanto, sabe-se que estes indivíduos são cativos a mais de seis anos no Parque. Os indivíduos foram distinguidos entre si por coloração da pelagem e características sexuais. Seguindo uma rotina diária, a alimentação de *A. caraya* no PZGV é ofertada duas vezes ao dia, a primeira pela manhã e a segunda pela tarde, contendo frutas e folhas. Estes itens são inseridos no mesmo e único comedouro e, esporadicamente, são penduradas nas grades laterais.

O recinto deste casal está dividido em dois ambientes: (i) **área de contenção** - ambiente coberto, na qual os indivíduos são contidos para procedimentos médico-veterinários, limpeza do recinto, alimentação e na qual são conduzidos à noite para dormir (esta área faz divisa, através de grades, com uma área que possui um outro casal de bugios); (ii) solário - ambiente sem cobertura, no qual os indivíduos são manejados para realizar as atividades diurnas. O solário é utilizado separadamente por ambos os casais (Figura 1).



Figura 1. Recinto dos indivíduos de *Alouatta caraya* mantidos cativos no Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, município de Salvador, 1- área de contenção do casal alvo do estudo (área: 9,50m²); 2- área de contenção do outro casal de bugios (área: 6,12m²); 3 - Solário (ambiente utilizado separadamente por ambos os casais, área: 34,90m²).

2.2 Procedimento

O estudo ocorreu entre agosto de 2011 e junho de 2012 e foi dividido em quatro fases: (i) controle ou pré-enriquecimento; (ii) enriquecimento sensorial; (iii) enriquecimento alimentar e (iv) pós-enriquecimento. Estas fases foram antecedidas por um período preliminar de observação realizado com o intuito de elaborar um etograma (Tabela 1). A fase controle consistiu na observação dos padrões comportamentais habituais dos indivíduos, sem a influência de qualquer tipo de enriquecimento. A fase de enriquecimento sensorial consistiu em se alocar pedaços de bambu (11 a 15 cm de comprimento) impregnados por essências com aromas variados, em diferentes pontos do recinto. O material utilizado para confecção do artefato foi adquirido no Parque. Na fase de enriquecimento alimentar, caixas de madeira (50 cm x 40 cm), contendo compartimentos alimentares separados, foram inseridas no recinto como tentativa de variar a forma de oferecimento do alimento e tornar mais complexa sua obtenção. Nesta fase, para que o condicionamento imposto pela alimentação em horários fixos não causasse influência nos resultados das observações, foi adotado o método de “quebra alimentar” descrito por Borges et al. (2011), que se dá através de variações na rotina dos horários de oferta, dos locais e dos recipientes de alimentação. Na última fase, a de pós-enriquecimento, observações sem a existência de nenhum tipo de enriquecimento no viveiro foram novamente realizadas, com o intuito de avaliar a eficácia dos enriquecimentos propostos nas fases anteriores. A inserção dos artefatos de enriquecimento no recinto foi realizada pelos tratadores.

Comportamento	Descrição
Agonístico	Comportar-se de forma agressiva, mostrando os dentes ou rugindo e/ou entrar em contato físico agressivo com outrem.
Locomoção	Deslocar no ou entre substratos, galhos. Considera-se as diferentes velocidades, sem aparentar estar engajado em outra atividade.
Brincar	Realizar movimentos rápidos, pular, correr, rodar, morder, puxar cauda ou perseguir, simular luta. Atividade solitária ou envolvendo outro indivíduo.
Auto-catação ou “Grooming”	Catar e inspecionar seu próprio pelo, removendo sujeira e ectoparasitos, utilizando as mãos, língua ou dentes.
Catação Social ou “Grooming”	Catar, inspecionar o pelo de outro animal ou ser catado por outrem. Para remover a sujeira ou ectoparasitos utiliza as mãos, língua ou dentes.
Coçar	Coçar ou esfregar alguma região do corpo com as mãos ou pés ou o corpo é esfregado em galhos ou no recinto.
Comer	Mastigar e ingerir itens alimentares.
Descansar	Sem atividade dinâmica aparente, o indivíduo não se desloca do ponto onde se encontra; pode estar em repouso temporário ou dormindo.
Estereotípias	Andar pelo recinto de forma repetitiva, morder o próprio corpo ou objetos do recinto, dentre outras ações sem objetivo aparente.
Marcar	Esfregação de partes do corpo, do hióide (osso hipertrofiado) ou região anogenital (odorífera) em outrem ou em algum substrato.
Coprofagia	Mastigar e/ou ingerir subprodutos da sua excreta ou da de outros.
Observar	Olhar desatento para qualquer direção sem finalidade aparente.
Vigiar	Olhar fixamente para uma direção a ser focalizada. Geralmente o indivíduo se mantém parado, embora possa movimentar o tronco.
Vocalizar	Emitir sons, de pequeno a médio alcance, ou rugidos.
Manipular artefatos	Interação com o artefato posto no recinto durante o enriquecimento.

Tabela 1. Etograma de *Alouatta caraya* no Parque Zoológico Getúlio Vargas (PZGV), baseado em Albuquerque e Codenotti (2006).

Para observação dos dois indivíduos foi utilizado o método animal-focal com registro instantâneo (Altmann, 1974), onde a cada 30 segundos a atividade do indivíduo foi registrada. As sessões foram semanais e tiveram duração de 15 minutos para cada indivíduo, sendo realizada em dois períodos do dia (matutino e vespertino), como tentativa de reduzir possíveis influências diárias no comportamento. Em cada sessão, a observação dos atos comportamentais do macho e da fêmea foram intercaladas, de modo a otimizar o registro. Ao todo, foram realizados 60 registros por sessão e 120 por

fase, para cada indivíduo.

2.3 Análise Estatística

Para verificar se os enriquecimentos tiveram influência sobre o comportamento dos indivíduos, a frequência dos atos comportamentais exibidos pelo macho e pela fêmea nas diferentes fases de enriquecimento foram comparados com os exibidos na fase controle através do teste Wilcoxon. O teste Wilcoxon foi selecionado por se tratar de amostras que não apresentaram distribuição normal. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste Shapiro-Wilk. Nos testes, os dados do macho e da fêmea foram tratados separadamente e realizados no programa BioEstat 5.0 (AYRES et al., 2007), com o nível de significância de 0.05.

3 | RESULTADOS

Na fase preliminar, 14 comportamentos foram registrados para os indivíduos de *A. caraya*. Durante a fase controle, a fêmea exibiu seis destes atos comportamentais, sendo Observar (56%), Andar (15%) e Comer (14%), os mais frequentes (Figura 2). Na fase de enriquecimento sensorial, Descansar foi o ato mais frequente (40%), seguida de Observar (33%). Estes mesmos atos se destacaram na fase de enriquecimento alimentar, no entanto, Observar foi o mais frequente (53%). Na fase de pós-enriquecimento, Observar (48%) também foi o ato mais frequente, no entanto, este foi seguido de Comer (22%) e Catação social (11%).

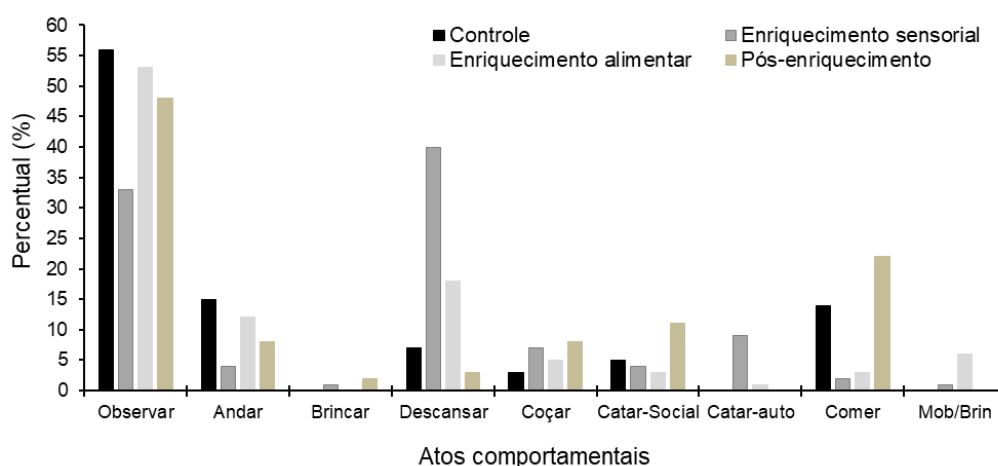


Figura 2. Porcentagem dos registros comportamentais da fêmea de *Alouata caraya* no Parque Zoológico Getúlio Vargas nas fases controle, enriquecimento sensorial, enriquecimento alimentar e pós-enriquecimento.

O macho também exibiu seis atos comportamentais na fase controle (Figura 3),

sendo Descansar (50%) e Observar (38%) os mais frequentes. Na fase sensorial, Observar (55%), passou a ser o ato mais frequente, seguido de Descansar (28%). Estes mesmos atos foram os mais frequentes também na fase alimentar, no entanto, Coçar (13%) também se destacou. Na fase de pós enriquecimento, Descansar (57%), voltou a ser o ato comportamental mais frequente, seguido de Observar (39%). O teste estatístico não mostrou diferença significativa entre os comportamentos exibidos nas diferentes fases de enriquecimento, para ambos os indivíduos (Tabela 2).

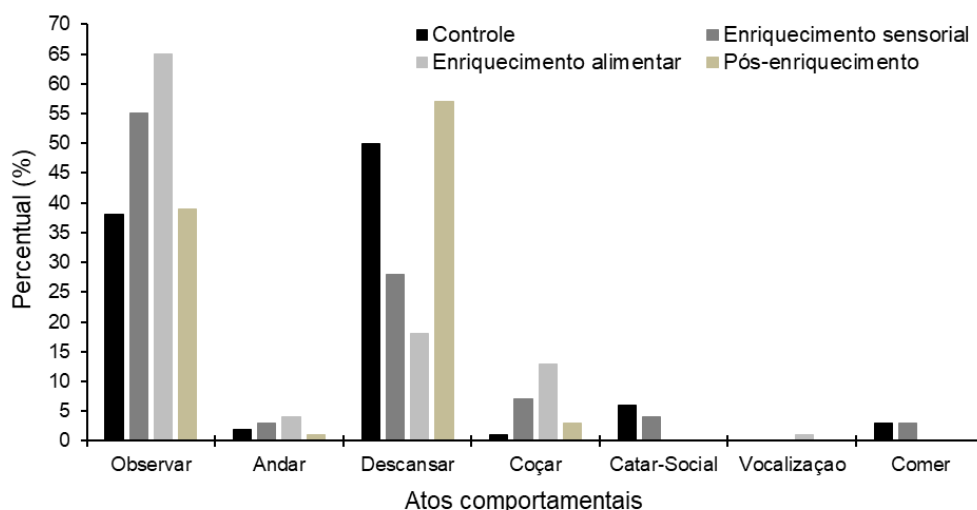


Figura 3. Porcentagem dos registros comportamentais do macho de *Alouata caraya* no Parque Zoobotânico Getúlio Vargas nas fases controle, enriquecimento sensorial, enriquecimento alimentar e pós- enriquecimento

	<i>Wilcoxon</i>	<i>p</i> -valor
Fêmea		
Controle x Sensorial	22	0.95
Controle x Alimentar	17	0.84
Controle x Pós-enriquecimento	14	0.93
Macho		
Controle x Sensorial	7	0.89
Controle x Alimentar	14	1.00
Controle x Pós-enriquecimento	11	1.00

Tabela 2. Test Wilcoxon e *p*-valor da comparação entre as frequências dos atos comportamentais registrados entre as diferentes fases.

4 | DISCUSSÃO

Os indivíduos de *A. caraya* mantidos no Parque Zoobotânico Getúlio Vargas encontram-se em um ambiente reduzido, sem estímulos motores, sensoriais, privados da convivência social, com fácil acesso à comida e desjejuns em horários fixos. Tais

condições caracterizam o ambiente cativo como condicionado a uma rotina sem estímulos, fatores que, aliado ao longo período cativo, contribuem para aparência apática e baixo sucesso reprodutivo destes primatas no Parque Zoobotânico. Este cenário pode justificar a alta frequência do ato Observar registrado neste estudo, representando 48% da frequência das atividades da espécie no PZGV e se destacando em todas as fases do estudo, para ambos os indivíduos, uma vez que esta expressão pode estar vinculada a falta de estímulos do ambiente cativo. De fato, o comportamento da espécie diferiu bastante ao encontrado em vida livre, onde indivíduos de *Alouatta caraya* despendem a maior parte do tempo ao descanso, à alimentação e à locomoção (BRAVO; SALLENAVE, 2003; ALBUQUERQUE; CODENOTTI, 2006; RÍMOLI et al., 2012).

Além disso, os dados deste estudo também demonstram a reduzida diversidade de atos comportamentais expressa por ambos os indivíduos. Albuquerque e Codenotti (2006), ao observarem *A. caraya* em habitat natural, ainda que fragmentado, verificaram 44 categoriais comportamentais para a espécie, ampla diversidade quando comparado aos atos registrados neste estudo, bem como em outros realizados em ambiente cativo (NETO et al., 2011). Este fato pode ser explicado pela falta, nestes ambientes cativos, de circunstâncias que atendam e satisfaçam as necessidades da espécie. Cabe salientar a ausência da expressão de atividades realizadas com frequência em ambiente natural. Como exemplo, podemos mencionar o ato Vocalizar, comportamento marcante no gênero *Alouatta* e que representa uma parte importante do sistema de comunicação destes indivíduos (OLIVEIRA, 2002; MARTINS, 2015; PORTO et al., 2015), e o ato Comer, que, apesar de não chegar a representar metade da frequência geralmente registrada em ambiente natural (ALBUQUERQUE; CODENOTTI, 2006), não teve grande ocorrência no PZGV, o que pode estar associado ao fornecimento da alimentação em horários pré-determinados.

De modo geral, trabalhos de enriquecimento ambiental em ambientes cativos têm sido efetivos para o gênero *Alouatta*. Neto et al. (2011) observaram redução de comportamentos estereotipados e aumento das interações sociais para *Alouatta caraya* após emprego de métodos de enriquecimento social e do ambiente físico, sugerindo elevação do bem-estar do animal cativo. Martins (2015) também encontrou resultados semelhantes para a espécie, enquanto Muhle e Bicca-Marques (2008) encontraram resultado semelhante para *Alouatta guariba clamitans* (Cabrera, 1940). Ainda assim, diferente resultado foi encontrado neste estudo, onde os indivíduos continuaram a despendem grande parte do seu tempo aos atos Descansar e Observar, além de apresentarem baixa diversidade comportamental, ainda que a biologia da espécie tenha sido considerada na elaboração dos enriquecimentos, como sugerido por Boere (2001), embora algumas variações, em termos de frequência, puderam ser visualizadas. Aparentemente houve a rápida perda do interesse dos indivíduos aos artefatos apresentados e estes não se estabeleceram. Supõe-se, portanto, que esse resultado possa estar sendo influenciado pelo fato dos indivíduos de *A. caraya*

mantidos no PZGV estarem a um longo período expostos a um ambiente condicionado à uma rotina sem estímulos, sendo deste modo mais indiferente às mudanças.

Portanto, os resultados demonstram que *A. caraya* necessita de uma maior atenção no Parque Zoobotânico, com a ampliação de espaço físico e inserção de estímulos que atendam e satisfaçam as necessidades e especificidades da espécie. Tais condições podem melhorar a situação de *A. caraya*, inclusive podendo alcançar melhora reprodutiva, como observado por Muhle e Bicca-Marques (2008) ao enriquecerem ambientes cativos de *Alouatta guariba clamitans* no Parque Zoológico de Sapucaia do Sul, RS.

5 | CONCLUSÃO

Técnicas de enriquecimento ambiental são aparentemente efetivas para contornar o estado de baixo bem-estar que primatas cativos podem apresentar. Entretanto estas técnicas devem ser aliadas a mudanças de longo efeito sobre as espécies. As condições do recinto de *A. caraya* no Parque Zoobotânico parecem impróprias por não apresentarem condições ou atrativos que estimulem os indivíduos a expressarem uma maior diversidade comportamental. Diante do cenário, *A. caraya* parece ser mais apática às mudanças, mesmo diante da adoção de técnicas de enriquecimento ambiental. Sugere-se, portanto, mudança do tamanho do recinto paralelo a adoção de outras técnicas de enriquecimento ambiental aplicada de forma mais dinâmica e frequente.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, por permitir a realização das atividades nas suas dependências e pelo apoio logístico; aos funcionários e tratadores do Parque, em especial a Erivaldo Silva e a Universidade Estadual de Faria de Santana pela colaboração no desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, V. J.; CODENOTTI, T. L. Etograma de um Grupo de Bugios-pretos, *Alouatta caraya* (Humboldt, 1812) (Primates, Atelidae) em um Habitat Fragmentado. **Revista de Etologia**, v.8, n. 2, p. 97–107, 2006.

ALMEIDA, A. M. R; MARGARIDO, T. C. C.; FILHO, E. L. D. A. M. Influência do enriquecimento ambiental no comportamento de primatas do gênero *Ateles* em Cativeiro. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar**, v. 11, p. 97–102, 2008.

ALTMANN, J. Observational study of behavior: sampling methods. **Behaviour**, v. 49, p. 227–267, 1974.

- BICCA-MARQUES, J. C. Padrão de utilização de uma ilha de mata por *Alouatta caraya* (Primates: Cebidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 54, n. 1, p. 161–171, 1994.
- BLOOMSMITH, M. A.; BRENT, L. Y.; SCHAPIRO, S. J. Guidelines for developing and managing an environmental enrichment program for nonhuman Primates. **Laboratory Animal Science**, v. 41, p. 372–377, 1991.
- BOERE, V. Environmental enrichment for neotropical primates in captivity. **Ciência Rural**, v. 31, p. 543–551, 2001.
- BORGES, M. P.; BYK, J.; DEL-CLARO, K. Influência de técnicas de enriquecimento ambiental no aumento do bem-estar de *Callithrix penicillata* (E. Geoffroy, 1812) (Primates: Callitrichidae). **Biotemas**, v. 24, p. 83–94, 2011.
- BRAVO, S. P.; SALLENAVE, A. Foraging behavior and activity patterns of *Alouatta caraya* in the northeastern argentinean flooded Forest. **International Journal of Primatology**, Chicago, v. 24, n.4, p. 825–846, 2003.
- BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**, v. 142, p. 524–526, 1986.
- BUCHANAN-SMITH, H. M. Environmental enrichment for neotropical primates in laboratories. **Advances in Science & Research**, v. 5, p. 41–56, 2010.
- CARLSTEAD, K.; SLIEPHERDSON, D. Effects of environmental enrichment on reproduction. **Zoo Biology**, v. 13, p. 447–458, 1994.
- INMET, 2016. **Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 28 abr. 2018.
- MARTINS, D. S. **Bioacústica e bem-estar em cativeiro: rugidos de *Alouatta caraya*** (Primates, Atelidae) como elemento de enriquecimento ambiental. 2015. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.
- MUHLE, C. B.; BICCA-MARQUES, J. C. Influência do enriquecimento ambiental sobre o comportamento de bugios-ruivos (*Alouatta guariba clamitans*) em cativeiro. In: FERRARI, S. F.; RÍMOLI, J. (Eds.). **A Primatologia no Brasil - 9**. Aracaju: Sociedade Brasileira de Primatologia, 2008. p.38-48.
- NETO, M. C.; KANDA, C. Z.; DORIA, E. Z.; ZAMARRENHO, L. G. Avaliação do bem-estar de um bugio (*Alouatta caraya*) cativo durante enriquecimento social e ambiental: indicadores comportamentais. **Revista de Etologia**, v. 10, n. 1, p. 12–20, 2011.
- OLIVEIRA, D. A. G. **Vocalizações de longo alcance de *Alouatta fusca clamitans* e *Alouatta belzebul belzebul***: estrutura e contextos. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- PIZZUTTO C. S., SGAÍ M. G. F. G.; GUIMARÃES M. A. B. V. O enriquecimento ambiental como ferramenta para melhorar a reprodução e o bem-estar de animais cativos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 33, n. 3, p. 129–138, 2009.
- PORTO, G. S.; BORDIGNON, M. O.; REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; ROSA, G. L. M. Subfamília Alouattinae – gênero *Alouatta* (Lacépède, 1799). In: REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; BATISTA, C. B.; ROSA, G. L. M. (Org.). **Primates do Brasil: guia de campo**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2015. p. 279–287.
- RÍMOLI, J.; NANTES, R. S.; JÚNIOR, A. E. L. Diet and activity patterns of black howler monkeys *Alouatta caraya* (Humboldt, 1812, Primates, Atelidae) in ecotone cerrado-pantanal in the left bank of

aquidauana river, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Oecologia Australis**, v. 16, n.4, p. 933–948, 2012.

SHEPHERDSON, D. Principles of and research on environmental enrichment for mammals, In: KLEIMAN, D. G.; THOMPSON, K. V.; BAER, C. K. (Eds.). **Wild Mammals in Captivity: principles and Techniques for Zoo Management**. Chicago: University of Chicago Press, 2010. p. 62–67.

ZOO, 2018. **Zoológico de Salvador**. Disponível em: <<http://www.zoo.ba.gov.br/o-zoo/>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

INTERAÇÃO ACÚSTICA DE ANUROS EM UMA POÇA TEMPORÁRIA NO MUNICÍPIO DE CRUZ DAS ALMAS, BAHIA

Marcos Vinícius dos Santos da Anunciação Vieira

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,
Centro de Ciências Agrárias Ambientais e
Biológicas, Cruz das Almas, Bahia

Amanda Caldas de Almeida

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Centro de Ciências Agrárias Ambientais e
Biológicas, Cruz das Almas, Bahia.

Hugo Santos Neri Braga

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Centro de Ciências Agrárias Ambientais e
Biológicas, Cruz das Almas, Bahia.

Arielson dos Santos Protázio

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,
Centro de Ciências Agrárias Ambientais e
Biológicas, Cruz das Almas, Bahia.

RESUMO: Anuros apresentam reprodução marcada pela reunião de muitos machos próximos a corpos d'água, onde emitem vocalizações para atração das fêmeas. Tal interação pode aumentar os níveis de sobreposição acústica e no substrato de canto. Aqui investigamos como ocorre a interação acústica entre anuros de uma poça temporária em um remanescente de Mata Atlântica. Buscamos verificar: (i) como os machos das espécies se distribuem no espaço; (ii) qual o papel do canto de anúncio na interação; (iii) e quais os eixos do nicho (espacial ou acústico) mais relevantes para a

coexistência. Para isso, coletamos dados do tipo de substrato de canto e dos parâmetros do canto de anúncio das espécies identificadas na poça e calculamos a largura de nicho (substrato de canto) de cada espécie e a sobreposição de nicho (substrato de canto e canto de anúncio) entre espécies. Foram identificadas 17 espécies utilizando 10 substratos de canto. Hilídeos, *Phyllomedusa* e *Pithecopus* vocalizaram exclusivamente empoleirados, enquanto os leptodactilídeos utilizaram o solo e a água como sítio de canto. Todas as espécies evidenciaram comportamento especialista e duas guildas foram identificadas quanto a sobreposição no substrato de canto. A maioria das espécies vocalizou em frequências próximas a 2.000 e 3.000 Hz, variando de 750 Hz (*Physalaemus cuvieri*) a 6.375 Hz (*Dendropsophus branneri*). Ainda assim, não foram identificadas competição no uso do substrato de canto e no canto de anúncio. É possível que a competição ocorra em outras dimensões de nicho multidimensional não investigadas aqui.

PALAVRAS-CHAVE: Canto de anúncio; Nicho acústico; Comportamento reprodutivo; Competição.

ABSTRACT: Anurans present reproduction marked by the meeting of many males near water bodies, where they emit vocalizations to attract females. Such interaction may

increase overlap levels in advertisement call and in the calling substrate. Here we investigate how the acoustic interaction between anurans of a temporary pond in a remnant of the Atlantic Forest occurs. We aimed to answer: (i) how do males species spread in space; (ii) what is the role of advertisement call; and (iii) which niche axes (spatial or acoustic) more relevant to coexistence. For this, we collected data of the calling substrate type and acoustic parameters of the species identified in the pond and we calculate the niche width (calling substrate) of each species and the niche overlap (calling substrate and advertisement call) between species. Seventeen species were identified using 10 calling substrates. Hylids, *Phyllomedusa* and *Pithecopus* vocalized exclusively perched, while the leptodactylids used the ground and water as a calling site. All species showed specialist behaviour and two guilds were identified as regards overlap in the calling substrate. Most of the species vocalized at frequencies close to 2.000 and 3.000 Hz, ranging from 750 Hz (*Physalaemus cuvieri*) to 6.375 Hz. Even so, competition in the use of the calling substrate and in the advertisement call was not identified. We believe that is possible the competition occurs in other multidimensional niche dimensions not investigated here.

KEYWORDS: Advertisement call; Acoustic niche; Reproductive behaviour; Competition.

1 | INTRODUÇÃO

Na região Neotropical, anuros frequentemente utilizam ambientes aquáticos (poça, lagoa, riacho ou rio) para a reprodução (DUELLMAN; TRUEB, 1994). Durante o período reprodutivo muitos machos se agregam próximos aos corpos d'água onde emitem sinais acústicos para atração das fêmeas e defesa do território, chamados de canto de anúncio (DUELLMAN; TRUEB, 1994). O canto de anúncio é um importante atributo de seleção sexual, utilizados pelas fêmeas para escolher machos com atributos que denotam as melhores aptidões para geração de uma prole adaptada às pressões ambientais locais (MARTÍNEZ-RIVERA; GERHARDT, 2008; RYAN; GUERRA, 2014).

A característica dos anuros de agregar uma grande quantidade de indivíduos machos de diferentes espécies em uma mesmo local de reprodução pode gerar uma elevada sobreposição no espaço físico e acústico, com conseqüente interferência na transmissão do sinal reprodutivo ou prejuízo na recepção do sinal acústico pelas fêmeas (WELLS, 1988; BOURNE; YORKE, 2001). Desse modo, é possível que machos das diferentes espécies vocalizem em diferentes faixas de frequências ou desloquem outros parâmetros do canto de anúncio, a fim de promoverem uma separação no nicho acústico, tendendo a minimizar os efeitos negativos da interferência (GERHARDT, 1994; HÖBEL; GERHARDT, 2003; SILVA et al., 2008).

A emissão do canto de anúncio envolve elementos neurais que estão associados à escolha de sítios de canto específicos (HÖLD, 1977). Assim, espera-se que machos de anuros participem de fenômenos de interação acústica que envolve a partilha de recursos e a redução de sobreposição em diferentes eixos do nicho ecológico, seja na

escolha do substrato de canto ou nas características do canto de anúncio, de modo que potencializem a emissão do sinal acústico e aumente as chances de sucesso reprodutivo (BOURNE; YORKE, 2001; SINSCH et al., 2012; PROTÁZIO et al., 2014).

Fatores como o uso do sítio de canto, a forma do corpo, o período reprodutivo, a composição de espécies e a densidade de machos vocalizantes podem exercer grande influência nas características espectrais e temporais do canto de anúncio (WELLS, 1977, 2007). Nos coros, a vocalização dos machos de uma determinada espécie pode estimular machos de outras espécies a emitirem o canto de anúncio, gerando um aumento da sobreposição interespecífica (WELLS, 2007). Por outro lado, este mesmo tipo de interação também pode ocorrer entre machos coespecíficos, estimulando a emissão de cantos com altas taxas de repetição ou com regularidade de tempo de emissão, a fim de reduzir os níveis de sobreposição (SCHWARTZ; WELLS 1983; WELLS 1988; DUELLMAN; TRUEB, 1994).

Estudos realizados sob a ótica da interação das espécies nas taxocenoses têm ajudado a identificar elementos comportamentais e evolutivos envolvidos na determinação da coexistência entre as diferentes espécies, relevantes para a compreensão dos mecanismos geradores da diversidade. Neste estudo utilizamos dados do uso do micro-habitat de vocalização e acústicos para verificar como machos de anuros se relacionam em uma poça temporária. Buscamos responder as seguintes perguntas: (i) como machos de anuros que vivem em sintopia se distribuem no espaço em uma pequena poça temporária? (ii) qual o papel do canto de anúncio na interação entre machos na poça? e quais os eixos do nicho multidimensional (espacial ou acústico) mais relevantes para a coexistência dos machos de anuros?

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em uma poça temporária localizada na Mata da Cascalheira, no município de Cruz das Almas, Estado da Bahia, Brasil (Figura 1). A Mata da Cascalheira está situada na microrregião conhecida como Recôncavo Baiano, inserida no Bioma Mata Atlântica, caracterizada por ter formação vegetacional do tipo Floresta Estacional Semidecidual (CONCEIÇÃO, 2015). A Mata da Cascalheira encontra-se fortemente degradada pela ação antrópica, sobretudo para extração de madeira e criação de gado, sendo predominante a formação de áreas abertas (pastos) e a presença de arbustos e gramíneas, com poucas árvores de grande porte. Apesar disso, existe a presença de muitos corpos d'água, tanto permanentes quanto temporários, os quais são utilizados por muitas espécies de anuros para a reprodução.

Para estabelecimento do comportamento de uso do espaço, nós obtivemos dados do uso do substrato de canto dos indivíduos de cada espécie, a partir de diversas atividades de campo não padronizadas que ocorrerem entre o período de abril de 2015 a junho de 2017, totalizando 22 amostragens. O objetivo aqui foi verificar

a existência de preferência dos machos das diferentes espécies por substratos de canto específicos, uma vez que a seleção do micro-habitat é um importante atributo na determinação do sucesso reprodutivo dos machos. Além disso, buscamos verificar se as diferentes espécies partilham o espaço, de modo a reduzir interações negativas como a competição.

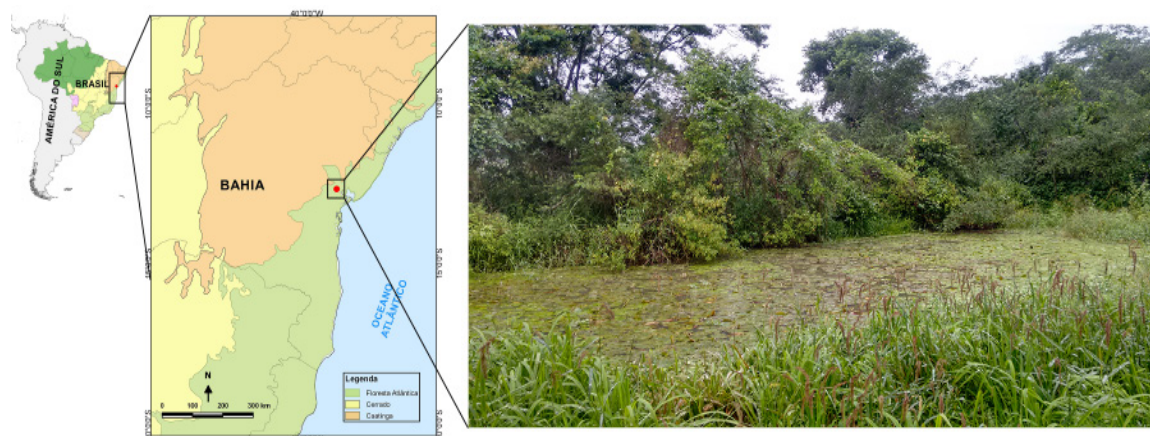


Figura 1. Poça temporária localizada na Mata da Cascalheira, município de Cruz das Almas, estado da Bahia.

Utilizamos o inverso do Índice de Diversidade De Simpson (SIMPSON, 1949) para calcular a largura de nicho no substrato de canto de cada espécie, com a fórmula: $B = \frac{1}{\sum_{i=1}^n p_i^2}$, onde p corresponde à proporção no uso do substrato i , e n o número total de categorias de substrato de canto utilizadas por cada espécie. O resultado obtido através deste cálculo permite inferir se as espécies presentes na taxocenose são especialistas ou generalistas no uso do substrato de canto.

Posteriormente, calculamos a sobreposição no uso do substrato de canto entre pares de espécie, utilizando-se a equação de Pianka (1973): $\phi_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n p_{ij} p_{ik}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n p_{ij}^2 \sum_{i=1}^n p_{ik}^2}}$, onde p corresponde à proporção no uso do substrato i e n o número total de categorias de substrato de canto utilizadas pelas espécies j e k . Valores de sobreposição pela equação de Pianka variam de 0 (ausência de sobreposição) a 1 (sobreposição completa). Como muitas espécies apresentara-se como falsos especialistas (um único registro), nós realizamos uma análise adicional envolvendo apenas as espécies que tiveram até três registros, a fim de reduzir viés associado a abundância de indivíduos.

Para investigar como ocorre a interação no espaço acústico entre machos, nós realizamos 12 atividades de campo que tiveram início a aproximadamente 18:00 horas e término às 12:00, entre os meses de junho a agosto de 2017 para registro do canto de anúncio dos machos vocalizantes. Adicionalmente, com o intuito de complementar a base de dados acústica das espécies que vocalizaram na poça temporária, nós também obtivemos registros de cantos de anúncio da Coleção Herpetológica da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, oriundas de estudos anteriores no mesmo local de estudo. Para minimizar as chances de encontrar variações no canto

de anúncio decorrente de outros contextos sociais ou influência ambiental, apenas registros acústicos da mesma poça temporária foram utilizados.

Todos os cantos de anúncio foram gravados a aproximadamente 1 metro do macho cantor com um gravador digital ZOOM H4n acoplado a um microfone unidirecional YOGA HT-320A, com uma taxa de frequência de 48 kHz e 24 bits de resolução. A terminologia utilizada na análise acústica seguiu as sugestões de Duellman e Trueb (1994) a partir das seguintes definições:

I. O canto ou grupo de canto é o sinal acústico produzido em uma determinada sequência. Pode ser uma nota única, uma série de notas idênticas ou grupos de notas com características acústicas distintas;

II. Taxa de canto é a frequência de produção de cantos ou grupos dos mesmos. Geralmente estes são medidos a partir da emissão da vocalização por minuto;

III. Uma nota é uma determinada unidade individual de som, seja um pulso curto e único ou uma longa série de pulsos trinados;

IV. A taxa de repetição da nota é a frequência de produção de notas em um canto com multinotas. É medido em notas por segundo.

V. Os pulsos são impulsos energéticos enfatizados no espectro temporal de uma nota. Algumas espécies podem apresentar notas sem pulsos;

VI. Taxa de pulso é o número de pulsos por segundo ou milissegundos;

VII. Frequência espectral ou largura de banda espectral é correspondente ao tom do canto. O som emitido por um anuro tem um espectro de frequências medidos em Hertz (Hz). Em notas bem definidas, o espectro é dividido em harmônicos distintos, mascarados, mas, no entanto, presentes em notas mal ajustadas. Apresenta uma frequência fundamental (frequência mais baixa) e uma frequência dominante (frequência com mais ênfase).

As vocalizações foram digitalizadas e analisadas no programa Raven Pro 1.5, sendo analisada uma faixa de um minuto de cada registro. Os parâmetros espectrais foram obtidos pela análise direta dos espectrogramas através do algoritmo Discreta Transformação de Fourier com filtro de 248 Hz. Os parâmetros temporais foram obtidos através da análise direta dos oscilogramas. Foram mensuradas onze variáveis acústicas: frequência fundamental (Hz), frequência dominante (Hz), número de notas, duração da nota (ms), duração do canto (ms), distância entre notas (ms), distância entre cantos (ms), número de pulsos por nota, distância entre pulsos (ms), duração dos pulsos e números de harmônicos.

Para verificar os níveis de sobreposição acústica entre as espécies que vocalizam na poça foi calculada a sobreposição de nicho acústico entre pares de espécies, a partir da média de cada parâmetro acústico transformado logaritmicamente. Posteriormente, foi utilizado modelo nulo para verificar a existência de competição no espaço acústico, baseado na metodologia empregada por Bourne e York (2001). A análise de sobreposição e competição foi realizada com o EcoSim (GOTELLI; ENTSMINGER, 2003), a partir de 5.000 aleatorizações e com o algoritmo 2. Também

foi realizada uma análise de similaridade utilizando-se a distância de Bray-Curtis e 1000 aleatorizações com Bootstrap para verificar o nível de semelhança no canto de anúncio entre as espécies. A análise e similaridade foi realizada no programa PAST 3.19 (HAMMER et al., 2001).

3 | RESULTADOS

Foram identificadas 17 espécies de anuros utilizando 10 substratos de canto (Tabela 1). Hilídeos e filomedusas vocalizaram exclusivamente empoleiradas e a vegetação arbustiva e emergente foram os substratos mais utilizados. Leptodactilídeos utilizaram o solo e a água como sitio de canto e solo exposto e parcialmente submerso foram os substratos mais utilizados.

	<i>Bcr</i>	<i>Bal</i>	<i>Dbr</i>	<i>Del</i>	<i>Dsp</i>	<i>Dno</i>	<i>Lfu</i>	<i>Lma</i>	<i>Lmy</i>	<i>Lna</i>	<i>Lva</i>	<i>Pba</i>	<i>Pno</i>	<i>Pcu</i>	<i>Pkr</i>	<i>Sau</i>	<i>Seu</i>
	3	16	1	87	2	3	3	3	2	1	1	2	4	25	20	2	6
EVAR	–	5	–	4	–	3	–	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–
EVA	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	1
EVE	1	9	1	78	1	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	4
EVH	–	2	–	3	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–
VSED	1	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
SEV	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–
SE	–	–	–	–	–	–	2	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–
OS	–	–	–	–	–	–	–	3	–	1	–	–	–	24	18	–	0
PSB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	2	–	–
BUR	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–
Largura de Nicho	3,0	2,3	1,0	1,2	2,0	1,0	1,8	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,6	1,1	1,2	1,0	2,0

Tabela 1. Abundância de anuros por substrato de canto em poça temporária no município de Cruz das Almas, Bahia. *Bcr* = *Boana crepitans*, *Bal* = *Boana albomarginata*, *Dbr* = *Dendropsophus branneri*, *Del* = *Dendropsophus elegans*, *Dsp* = *Dendropsophus* sp., *Dno* = *Dendropsophus novaisi*, *Lfu* = *Leptodactylus fuscus*, *Lma* = *Leptodactylus macrosternum*, *Lmy* = *Leptodactylus mystaceus*, *Lna* = *Leptodactylus natalensis*, *Lva* = *Leptoractylus vastus*, *Pba* = *Phyllomedusa bahiana*, *Pno* = *Pithecopus nordestinus*, *Pcu* = *Physalaemus cuvieri*, *Pkr* = *Physalaemus kroyeri*, *Sau* = *Scinax auratus*, *Seu* = *Scinax eurydice*. EVAR = empoleirado vegetação arbustiva, EVH = empoleirado vegetação herbácea, EVA = empoleirado vegetação arborea, EVE = empoleirado vegetação emergente, VSED = vegetação sob espelho d'água, PS = parcialmente submerso, PSB = parcialmente submerso em buraco, SEV = solo entre vegetação, SE = solo exposto, BU = buraco.

As espécies *Dendropsophus branneri* (Cochran, 1948), *Dendropsophus elegans* (Wied-Neuwied, 1824), *Dendropsophus novaisi* (Bokermann, 1968), *Leptodactylus fuscus* (Schneider, 1799), *Leptodactylus macrosternum* Miranda-Ribeiro, 1926, *Leptodactylus vastus* Lutz, 1930, *Phyllomedusa bahiana* Lutz, 1925, *Pithecopus nordestinus* (Caramaschi, 2006), *Physalaemus cuvieri* Fitzinger, 1826, *Physalaemus kroyeri* (Reinhardt & Lütken, 1862), e *Scinax auratus* (Wied-Neuwied, 1821) se comportaram como especialistas no uso do substrato de canto e apenas cinco espécies (*Boana crepitans* Wied-Neuwied, 1824; *Boana albomarginata* Spix, 1824; *Dendropsophus* sp. Fitzinger, 1843; *Leptodactylus mystaceus* Spix, 1824; *Scinax eurydice* Bokermann, 1968) apresentaram larguras de nicho levemente elevadas, sendo que o maior valor foi 3,0. Ainda, a grande quantidade de espécies com um ou dois registros pode ter promovido a elevada quantidade de especialistas (falsos especialistas).

Análise de sobreposição no substrato de canto evidenciou elevada sobreposição dentro das guildas. Espécies que vocalizaram empoleiradas (hilídeos e filomedusas) e espécies que vocalizam na água ou no solo (leptodactilídeos) evidenciaram maior sobreposição entre si (Tabela 2). Análise com modelo nulo evidenciou média de sobreposição observada de 17% e simulada de 15%, com chances não significativas da média observada ser menor que a média simulada ($p = 0,96$). Análise adicional envolvendo apenas espécies com até três registros, evidenciou resultados similares, com média de sobreposição observada de 23% e simulada de 19%, com chances não significativas da média observada ser maior que a simulada ($p = 0,98$).

Por outro lado, análise da variância no substrato de canto indicou chances significativas da variância observada ser maior que a simulada ($p = 0,003$), indicando a presença de estrutura interna e a formação de pares de espécies muito similares e pares de espécies muito dissimilares no uso do espaço. Uma nova análise envolvendo apenas espécies pertencentes as duas guildas evidenciou um aumento nos níveis de sobreposição (guilda do solo e água = 33%; guilda de empolierados = 36%), todavia, também não foi indicada a presença de competição (guilda do solo e água: $p = 0,99$; guilda de empolierados: $p = 0,85$).

Foram analisadas os parâmetros acústicos de 10 espécies (*D. branneri*, *D. elegans*, *D. novaisi*, *B. albomarginata*, *Scinax x-signatus* (Spix, 1824), *P. bahiana*, *P. nordestinus*, *L. mystaceus*, *P. cuvieri* e *P. kroyeri*) (Figura 2). A maioria dos cantos apresentaram estrutura simples, compostos por apenas uma nota, exceto *D. elegans* e *P. nordestinus*, que apresentaram canto estruturado em duas notas.

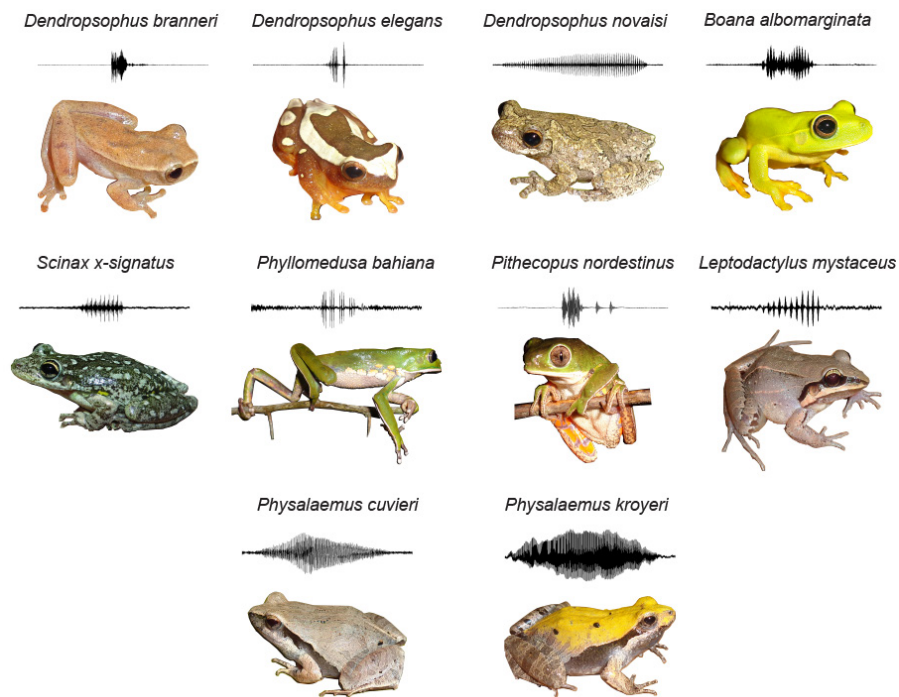


Figura 2. Espécies que tiveram o canto de anúncio analisados na poça temporária, de Cruz das Almas, Bahia.

A duração do canto de cada espécie foi muito variável. *Dendropsophus novaisi*, *P. cuvieri* e *P. kroyeri* foram as espécies que apresentaram canto com maior tempo de duração (Tabela 3). A frequência dominante variou de 750 Hz (*P. cuvieri*) a 6.375 Hz (*D. branneri*), no entanto, a maioria dos indivíduos vocalizaram em frequências próximas as faixas de 2.000 a 3.000 Hz. A análise de similaridade separou as 10 espécies em dois grupos principais: (1) composto por *P. bahiana*, *L. mystaceus* e *P. cuvieri*, com semelhança na duração do canto e frequência dominante abaixo de 1.300 Hz; e (2) representado por *D. branneri*, *D. elegans*, *D. novaisi*, *B. albomarginata*, *S. x-signatus*, *P. kroyeri* e *P. nordestinus* que tiveram frequência dominante acima de 2000 Hz (Figura 3). *Phyllomedusa bahiana* e *L. mystaceus* foram as espécies que apresentaram maior nível de similaridade no canto de anúncio, com 95% com similaridade e consistência de 69% no *bootstrap*.

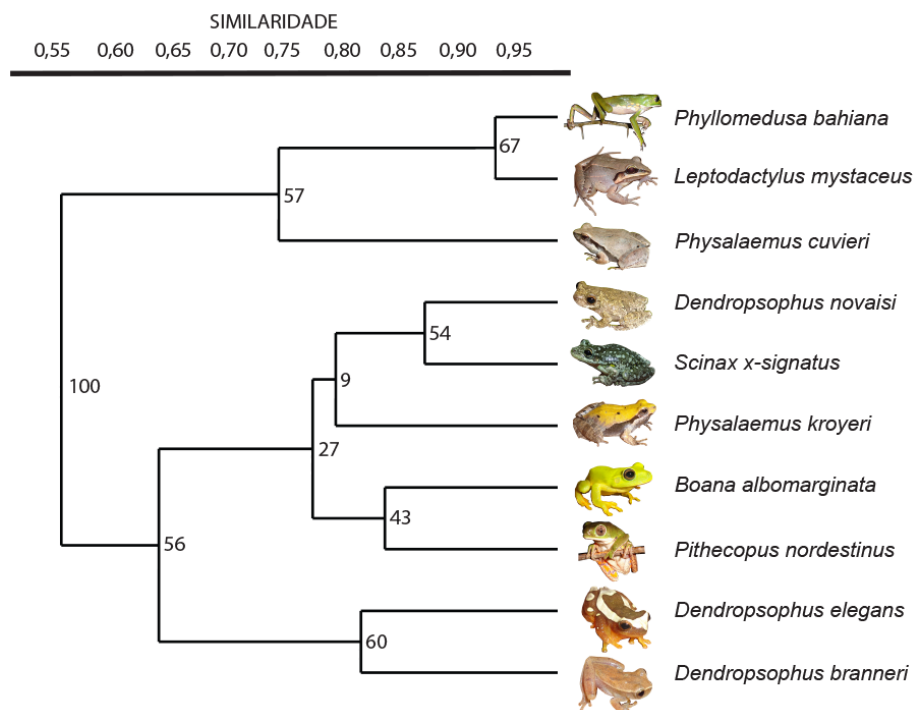


Figura 3. Análise de similaridade baseada na distância Bray-Curtis e 1.000 aleatorizações de *bootstrap*, calculada a partir da média de onze parâmetros acústicos de 10 espécies de anuros.

A análise de sobreposição evidenciou sobreposições elevadas, variando de 70% (B. albomarginata e P. cuvieri) a 99% (vários pares de espécies) (Tabela 2). A análise com modelo nulo evidenciou uma média de sobreposição observada de 91% e média esperada de 73%, com chances não significativas da média observada ser menor do que a média esperada ($p = 1,00$), indicando a ausência de competição no espaço acústico.

4 | DISCUSSÃO

Muitas taxocenoses de anuros tem evidenciado comportamento fortemente especializado no uso do substrato de canto de muitas espécies (POMBAL, 1997; SÃO PEDRO; FEIO, 2010; PROTÁZIO et al., 2014). Este panorama tem reforçado a interpretação de que o micro-habitat de vocalização é um atributo conservado dentro das linhagens, associado a um comportamento evolutivo que promove o isolamento reprodutivo (BERNARDE; ANJOS, 1999; ETEROVICK; SAZIMA, 2000; POMBAL, 2010). Em nosso estudo, todas as espécies analisadas apresentaram um comportamento especialista no uso do substrato de canto, evidenciando baixas larguras de nicho. Apesar disso, a análise com modelo nulo não evidenciou a presença de competição, o que sugere duas possibilidades; (i) a existência da influência histórica na determinação do substrato de canto, ou (ii) grande abundância de recursos (substrato) permitindo a coexistência.

A ausência de competição no uso do substrato de canto de anuros também foi encontrada no estudo de Afonso e Eterovick (2007) em uma região de ecótono entre

Cerrado e Mata Atlântica na Serra do Espinhaço de estado de Minas Gerais. No estudo, os autores concluíram que o uso de substrato de canto reflete um comportamento associado às preferências reprodutivas que potencializam o sucesso dos machos ou até mesmo a habilidade para colonização dos substratos do que necessária competição. É possível que a escolha do micro-habitat de vocalização em anuros esteja na dependência de atributos morfológicos que determine o uso de substratos específicos (ROSSA-FERES; JIM, 2001) ou fisiológicos que restrinja o uso de micro-habitats ideais que aumente as chances de sucesso reprodutivo (VIEIRA et al., 2009).

Por outro lado, o uso do micro-habitat de vocalização também pode ser influenciado pela riqueza e composição de espécies nas taxocenoses (SILVA et al., 2008). Taxocenoses com elevada riqueza devem apresentar maior sobreposição decorrente do elevado nível de saturação espacial. Contudo, nossos resultados contrastam com esta hipótese. Ainda que a poça estudada tenha apresentado elevada riqueza de espécies reprodutivas (17 espécies), a média de sobreposição observada foi baixa (17%), mostrando um padrão diferente do esperado. Nesta perspectiva, a heterogeneidade dos corpos d'água pode promover uma grande abundância e disponibilidade de substratos de canto, permitindo a manutenção da elevada riqueza em taxocenoses florestais, como observado por Cardoso et al., (1989).

	<i>Bal</i>	<i>Dbr</i>	<i>Del</i>	<i>Dsp</i>	<i>Dno</i>	<i>Lfu</i>	<i>Lma</i>	<i>Lmy</i>	<i>Lna</i>	<i>Lva</i>	<i>Pba</i>	<i>Pno</i>	<i>Pcu</i>	<i>Pkr</i>	<i>Sau</i>	<i>Seu</i>
<i>Bcr</i>	0,49	0,58	0,59	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58	0,18	0,00	0,00	0,00	0,82
<i>Bal</i>		0,86	0,89	0,75	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	0,00	0,00	0,20	0,81
<i>Dbr</i>	0,89		0,99	0,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,00	0,00	0,00	0,94
<i>Del</i>	0,71	0,95		0,73	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,00	0,00	0,03	0,94
<i>Dsp</i>	–	–	–		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,70	0,66
<i>Dno</i>	0,87	0,99	0,96			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Lfu</i>	–	–	–	–	–		0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Lma</i>	–	–	–	–	–	–		0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	0,00	0,00
<i>Lmy</i>	0,71	0,95	0,99		0,96	–	–		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Lna</i>	–	–	–	–	–	–	–	–		0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	0,00	0,00
<i>Lva</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pba</i>	0,71	0,95	0,99	–	0,96	–	–	0,99	–	–		0,00	0,00	0,00	0,00	0,24
<i>Pno</i>	0,71	0,95	0,99	–	0,96	–	–	0,99	–	–	0,99		0,00	0,00	0,00	0,30
<i>Pcu</i>	0,70	0,94	0,99	–	0,96	–	–	0,99	–	–	0,99	–		0,99	0,00	0,00
<i>Pkr</i>	0,97	0,96	0,83	–	0,95	–	–	0,83	–	–	0,83	–	0,83		0,00	0,00
<i>Sau</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		0,00
<i>Sxs</i>	0,95	0,95	0,83	–	0,95	–	–	0,82	–	–	0,82	0,82	0,82	0,97	–	

Tabela 2. Sobreposição no substrato de canto e nos parâmetros do canto de anúncio de anuros da poça temporária de Cruz das Almas, Bahia. *Bcr* = *Boana crepitans*, *Bal* = *Boana albomarginata*, *Dbr* = *Dendropsophus branneri*, *Del* = *Dendropsophus elegans*, *Dsp* = *Dendropsophus* sp., *Dno* = *Dendropsophus novaisi*, *Lfu* = *Leptodactylus fuscus*, *Lma* = *Leptodactylus macrosternum*, *Lmy* = *Leptodactylus mystaceus*, *Lna* = *Leptodactylus natalensis*, *Lva* = *Leptoractylus vastus*, *Pba* = *Phyllomedusa bahiana*, *Pno* = *Phitecopus nordestinus*, *Pcu* = *Physalaemus cuvieri*, *Pkr* = *Physalaemus kroyeri*, *Sau* = *Scinax auratus*, *Seu* = *Scinax eurydice*, *Sxs* = *Scinax x-signatus*.

Espécies	Duração do canto (ms)	Distância entre cantos (ms)	Nota/Canto	Duração da nota (ms)	Distância entre notas (ms)	Pulsos/nota	Duração dos pulsos (ms)	Distância entre pulsos (ms)	Frequência dominante (Hz)	Frequência fundamental (Hz)	Harmônicos
<i>Dbr</i> (1)	0,01 ± 0,00	1,02 ± 1,03	1,00 ± 0,00	0,02 ± 0,00	1,02 ± 1,04	6,00 ± 0,71	0,00 ± 0,001	0,0004 ± 0,0005	6375,0 ± 0,0	3250, ± 030,0	11,5 ± 03,8
	(0,01 - 0,02)	(0,31 - 7,16)	(1,00 - 1,00)	(0,01 - 0,02)	(0,31 - 7,16)	(5,0 - 0,7)	(0,0 - 0,003)	(0,0 - 0,00)	(6375 - 6375,0)	(030,0 - 040,0)	(9,0 - 17,0)
<i>Del</i> (2)	0,13 ± 0,02	17,25 ± 18,12	2,00 ± 0,00	0,09 ± 0,06	4,19 ± 7,59	7,22 ± 7,25	0,003 ± 0,002	0,004 ± 0,005	3770,0 ± 343,7	3770, ± 343,8	55,3 ± 2,0
	(0,09 - 0,17)	(0,46 - 58,87)	(2,00 - 2,00)	(0,01 - 0,17)	(0,02 - 22,78)	(1,0 - 31,0)	(0,0 - 0,009)	(0,001 - 0,028)	(375,00 - 4125,00)	(375,0 - 4125,0)	(3,0 - 8,0)
<i>Dno</i> (2)	0,88 ± 0,07	1,39 ± 0,18	1,00 ± 0,00	0,88 ± 0,07	1,39 ± 0,18	76,17 ± 5,75	0,001 ± 0,001	0,008 ± 0,002	3359,0 ± 168,8	1875,0 ± 0,0	-
	(0,75 - 0,97)	(1,08 - 1,69)	(1,00 - 1,00)	(0,75 - 0,97)	(1,08 - 1,69)	(60,0 - 86,0)	(0,002 - 0,013)	(0,003 - 0,021)	(3187,50 - 3562,0)	(1875,0 - 1875,0)	-
<i>Bal</i> (2)	0,13 ± 0,04	1,37 ± 3,41	1,00 ± 0,00	0,13 ± 0,04	1,37 ± 3,41	13,84 ± 3,76	0,006 ± 0,002	0,003 ± 0,001	2362,5 ± 96,8	1125,0 ± 0,0	5,3 ± 1,1
	(0,09 - 0,20)	(0,16 - 18,40)	(1,00 - 1,00)	(0,09 - 0,20)	(0,16 - 18,40)	(9,0 - 22,0)	(0,003 - 0,017)	(0,001 - 0,006)	(2250,0 - 2437,0)	(1125,0 - 1125,0)	(7,0 - 3,0)
<i>Sxs</i> (1)	0,19 ± 0,04	1,41 ± 2,67	1,00 ± 0,00	0,19 ± 0,04	1,41 ± 2,67	8,40 ± 0,89	0,002 ± 0,0006	0,002 ± 0,02	3375,0 ± 0,00	760,0 ± 120,0	-
	(0,13 - 0,25)	(0,28 - 12,51)	(1,00 - 1,00)	(0,13 - 0,25)	(0,28 - 12,51)	(7,0 - 9,0)	(0,001 - 0,003)	(0,01 - 0,021)	(3375,0 - 3375,0)	(700,0 - 1000,0)	-
<i>Pba</i> (1)	0,29 ± 0,01	8,83 ± 1,5	1,00 ± 0,00	0,288 ± 0,01	8,83 ± 1,56	13,60 ± 0,55	0,0001 ± 0,0	0,0001 ± 0,0	1125,0 ± 0,0	1125,0 ± 0,0	-
	(0,28 - 0,31)	(7,43 - 10,75)	(1,00 - 1,00)	(0,27 - 0,31)	(7,43 - 10,75)	(13,0 - 14,0)	(0,0001 - 0,0001)	(0,0001 - 0,0001)	(1125,0 - 1125,0)	(1125,0 - 1125,0)	-
<i>Pno</i> (2)	0,07 ± 0,01	2,31 ± 0,57	2,00 ± 0,00	0,03 ± 0,01	0,01 ± 0,00	2,70 ± 0,48	0,006 ± 0,007	0,004 ± 0,005	2118,7 ± 90,6	2118,75 ± 90,6	-
	(0,05 - 0,09)	(1,60 - 4,05)	(2,00 - 2,00)	(0,02 - 0,05)	(0,02 - 0,02)	(2,0 - 3,0)	(0,040 - 0,007)	(0,001 - 0,020)	(2062,5 - 2250,0)	(2062,5 - 2250,0)	-
<i>Lma</i> (2)	0,28 ± 0,01	1,43 ± 3,03	1,00 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,01 ± 0,00	11,50 ± 0,58	0,011 ± 0,003	0,013 ± 0,003	1275,0 ± 118,6	1275,0 ± 118,6	0,4 ± 0,9
	(0,25 - 0,3)	(0,52 - 22,98)	(1,00 - 1,00)	(0,00 - 0,02)	(0,01 - 0,03)	(111,0 - 12,0)	(0,004 - 0,023)	(0,006 - 0,020)	(937,50 - 1312,50)	(937,50 - 1312,5)	(0,0 - 2,0)
<i>Pcu</i> (1)	0,29 ± 0,12	4,53 ± 4,12	1,00 ± 0,00	0,29 ± 0,12	4,53 ± 4,12	144,60 ± 15,77	0,003 ± 0,019	0,0009 ± 0,001	750,0 ± 0,0	750,0 ± 0,0	7,0 ± 0,0
	(0,24 - 0,70)	(0,9 - 16,05)	(1,00 - 1,00)	(0,24 - 0,70)	(0,86 - 16,05)	(117,0 - 154,0)	(0,0 - 0,218)	(0,0 - 0,002)	(750,0 - 750,0)	(750,0 - 750,0)	(7,0 - 7,0)
<i>Pkr</i> (2)	0,75 ± 0,12	17,05 ± 10,02	1,00 ± 0,00	0,75 ± 0,10	17,05 ± 10,02	321,83 ± 20,8	0,001 ± 0,000	0,001 ± 0,00	2695,3 ± 171,8	559,5 ± 11,2	7,0 ± 0,0
	(0,60 - 0,93)	(6,92 - 30,08)	(1,00 - 1,00)	(0,60 - 0,93)	(6,92 - 30,08)	(296,0 - 350)	(0,000 - 0,002)	(0,000 - 0,002)	(2437,5 - 2812,5)	(538,0 - 572,0)	(7,0 - 7,0)

Tabela 3. Média ± desvio padrão dos parâmetros acústicos de 10 espécies de anuros de Cruz das Almas, Bahia. Os valores entre parênteses representam o mínimo e o máximo de cada variável acústica. Para siglas das espécies, veja a tabela 2.

Elevadas sobreposição foram observadas entre pares de espécies cogenéricas, sugerindo que a história evolutiva apresenta papel relevante no comportamento de uso do espaço de anuros. Todavia, é possível que a coexistência entre as espécies envolvam outras dimensões do nicho espacial ou descritores do micro-habitat (altura no poleiro, distância para a margem da poça, posição no substrato), como observado por Rossa-Feres e Jim (2001) e Martins et al. (2006), o que talvez explique a elevada sobreposição entre pares de espécies filogeneticamente próximas. Nossa análise de sobreposição limitou-se a investigação do tipo de substrato utilizado por cada espécie, sem, contudo, analisar de maneira mais refinada outros descritores do nicho espacial, o que pode ter promovido uma elevada sobreposição virtual entre pares de espécies.

Muitos estudos tem evidenciado diferenciação no uso do micro-habitat entre diferentes linhagens de anuros (ETEROVICK; SAZIMA, 2000; PRADO; POMBAL, 2005). Hilídeos e flomedusas, animais que podem utilizar substratos verticais, frequentemente apresentam comportamento generalista no uso do substrato de canto, enquanto as demais linhagens estão mais restritas ao uso do solo ou água (SANTOS; ROSSA-FERES, 2007; SILVA et al., 2008). Para Cardoso et al. (1989) esta diferenciação está associada a presença de discos adesivos nos hilídeos, os quais possibilitam a exploração de novos substratos, com consequente redução da

competição. Este cenário é corroborado pela evidência de que o uso do substrato de canto pode ser determinado por fatores históricos que surgiram cedo na história evolutiva dos anuros, com diferenciação no uso do espaço entre as linhagens basais (PROTÁZIO et al., 2014) e explica o porquê identificamos a presença de estrutura interna (guilda) entre hilídeos/filomedusas e leptodactilídeos no uso do substrato de canto.

O canto de anúncio das espécies analisadas não diferiu do canto descrito em outros estudos (BOKERMAN 1967; HEYER et al., 1996; POMBAL, 2010; SILVA et al., 2008; VILAÇA et al., 2011), sugerindo uma conservação intraespecífica. *Physalaemus cuvieri* foi a única espécie encontrada na poça que vocalizou em uma faixa de frequência dominante baixa (750 Hz), enquanto as demais vocalizaram acima de 1.000 Hz. Todavia, esta mesma faixa de frequência dominante do canto de anúncio de *P. cuvieri* também foi encontrado no estudo de Silva et al. (2008), indicando que é um padrão comum e não reflete adaptação ao contexto de interação interespecífica.

A similaridade do canto de anúncio entre pares de espécies cogenéricas foi baixa, indicando que espécies mais próximas filogeneticamente apresentam cantos mais diferentes. Apenas *D. branneri* e *D. elegans* ficaram agrupadas juntas, indicando que o canto dessas duas espécies apresentam parâmetros muito parecidos, todavia, as duas espécies vocalizam em frequência dominantes com 3.000 Hz de separação e evidenciaram diferenças no número de harmônicos. Fêmeas de anuros podem utilizar variações na frequência dominante, número de pulsos e harmônicos como sinal para seleção de machos (GERHARDT, 1994), o que pode explicar a diferença na frequência dominante entre os dois hilídeos.

Todavia, a seleção sexual de anuros também pode envolver outros atributos acústicos. Para Martins e Jim (2003), espécies cogenéricas podem apresentar diferenciação nos parâmetros do canto de anúncio para permitir a comunicação, evidenciados nos parâmetros temporais do canto. Em nosso estudo, não identificamos uma clara segregação nos parâmetros temporais do canto das espécies da poça, o que nos remete a interpretação de importância secundária desses elementos. Além disso, a diferenciação entre espécies nem sempre perpassa pelo eixo de nicho acústico, podendo envolver atributos comportamentais ou temporais do padrão de atividade. Assim, espécies com elevada sobreposição nos cantos de anúncio podem apresentar diferenciação no substrato de canto (SILVA et al., 2008) ou no período de atividade (PROTÁZIO et al., 2014), o que nos parece ser fatores relevantes na interação entre as espécies analisadas.

A ausência de competição e a presença de alta similaridade nos parâmetros acústicos sugere que as espécies da poça temporária de Cruz participam em outras dimensões do nicho multidimensional. A evidência da existência de complementaridade de nicho já foi relatada em outros estudos com taxocenose de anuros (POMBAL, 1997; SANTOS; ROSSA-FERES, 2007; SILVA et al., 2008; PROTÁZIO et al., 2014) e também envolvendo pares de espécies (FRANÇA et al., 2004; MENIN et al., 2005; CAJADE

et al., 2010; JIMÉNEZ; BOLAÑOS, 2012) indicando ser um fenômeno frequente nas taxocenoses. Portanto, são necessárias investigações que levem em consideração outros atributos do nicho multidimensional (espaciais, acústicos, alimentares e morfológicos) para uma melhor compreensão dos mecanismos envolvidos na interação entre anuros nos sítios reprodutivos.

5 | CONCLUSÃO

As espécies de anuros da taxocenose apresentam alta sobreposição espacial e acústica, mas não competem no uso do substrato de canto ou no canto de anúncio. Todavia, foi evidenciada estrutura interna, com a presença de duas guildas no uso do substrato de canto. Apesar da alta sobreposição acústica, espécies mais próximas filogeneticamente apresentaram cantos mais diferentes, o que pode ser uma adaptação para evitar interferência. Os resultados evidenciam a necessidade de se considerar outros elementos do nicho temporal, espacial e alimentar para melhor estabelecimento dos mecanismos envolvidos na interação entre as espécies na poça estudada.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, L. G.; ETEROVICK, P. C. Microhabitat choice and differential use by anurans in forest streams in southeastern Brazil. **Journal of Natural History**, v. 41, n. 13-16, p. 937-948, 2007.
- BOKERMANN, W. C. A. Notas sobre cantos nupciais de anfíbios brasileiros. I. (Anura). **Anais da Acadêmica Brasileira de Ciências**, v. 39, n. 3/4, p. 441-443, 1967.
- BOURNE, G. R.; YORK, H. Vocal behaviors are related to nonrandom structure of anuran breeding assemblages in Guyana. **Ethology Ecology & Evolution**, v.13, n. 4, p. 313-329, 2001.
- CAJADE, R.; SCHAEFER, E. F.; DURÉ, M. I.; KEHR, A. I. Trophic and microhabitat niche overlap in two sympatric dendrobatids from La Selva, Costa Rica. **Cuadernos de Herpetologia**, v. 24, n. 2, p. 81-92, 2010.
- CARDOSO, A. J.; ANDRADE, G. V.; HADDAD, C. F. B. Distribuição espacial em comunidades de anfíbios (Anura) no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 49, n. 1, p. 241-249, 1989.
- CONCEIÇÃO, K. S. **Fitossociologia de um fragmento florestal no município de Cruz das Almas, Bahia**. 2015. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB, Cruz das Almas, 2015.
- BERNARDE, P. S.; ANJOS, L. Distribuição espacial e temporal da anurofauna no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná, Brasil (Amphibia: Anura). **Comunicações do Museu de Ciências da PUC**, v. 12, p. 127-140, 1999.
- DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. **Biology of Amphibians**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1994.
- FRANÇA, L. F.; FACURE, K. G.; GIARETTA, A. A. Trophic and spatial niches of two large-sized species of *Leptodactylus* (Anura) in southeastern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 39, n. 3, p. 243-248, 2004.

- GERHARDT, H. C. Reproductive character displacement of female mate choice in the grey treefrog, *Hyla chrysoscelis*. **Animal Behaviour**, v. 47, p. 959-969, 1994.
- GOTELLI, N. J.; ENTSMINGER G. L. **EcoSim**: Null models software for ecology. Version 7 ed. Burlington (VT): Acquired Intelligence & Kesey-Bear, 2003 [cited 2012 Feb 1]. Available from: <<http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>>.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. **Past**: paleontological statistics software package for education and data analysis, 2001. Disponível em: <<http://folk.uio.no/ohammer/past/>>.
- HEYER, W. R.; GARCIA-LOPEZ, J. M.; CARDOSO, A. J. Advertisement call variation in the *Leptodactylus mystaceus* species complex (Amphibia: Leptodactylidae) with description of a new sibling species. **Amphibia-Reptilia**, v.17, p. 7-31, 1996.
- HÖBEL, G.; GERHARDT, H. C. Reproductive character displacement in the acoustic communication system of green tree frogs (*Hyla cinerea*). **Evolution**, v. 57, n. 4, p. 894-904, 2003.
- HÖDL, W. Call differences and calling site segregation in anuran species from central amazonian floating meadows. **Oecologia**, v. 28, p. 351-363. 1977.
- JIMENÉZ, R., BOLAÑOS, F. Use of food and spatial resources by two frogs of the genus *Dendropsophus* (Anura: Hylidae) from La Selva, Costa Rica. **Phyllomedusa**, v. 11, n. 1, p. 51-62, 2012.
- MARTÍNEZ-RIVERA, C. C.; GERHARDT, H. C. Advertisement-call modification, male competition, and female preference in the bird-voiced treefrog *Hyla avivoca*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 63, n. 2, p. 195-208, 2008.
- MARTINS, I. A.; JIM, J. Bioacoustic analysis of advertisement call in *Dendropsophus nanus* and *Hyla sanborni* (Anura, Hylidae) in Botucatu, São Paulo, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, n. 3, p. 3507-516, 2003.
- MARTINS, I. A.; ALMEIDA, S. C.; JIM, J. Calling sites and acoustic partitioning in species of the *Hyla nana* and *rubicundula* groups (Anura, Hylidae). **Herpetological Journal**, v. 16, p. 239-247, 2006.
- MENIN, M.; ROSSA-FERES, D. C.; GIARETTA, A. A. Resource use and coexistence of two syntopic hylid frogs (Anura, Hylidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 1, p. 61-72, 2005.
- PIANKA, E. R. The structure of lizard communities. **Annual Review of Ecology and Systematic**, v. 4, p. 53-74, 1973.
- POMBAL, J.P. Distribuição espacial e temporal de anuros (Amphibia) em uma poça temporária na serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 57, n. 4, p. 583-594, 1997.
- POMBAL, J. P. O espaço acústico em uma taxocenose de anuros (Amphibia) do sudeste do Brasil. **Arquivos do Museu Nacional**, v. 68, n.1-2, p.135-144, 2010.
- PRADO, G. M.; POMBAL, J. P. Distribuição espacial e temporal dos anuros em um brejo da Reserva Biológica de Duas Bocas, Sudeste do Brasil. **Arquivos do Museu Nacional**, v. 63, n. 4, p. 685-705, 2005.
- PROTÁZIO, A. S.; ALBUQUERQUE, R. L.; FALKENBERG, L. M.; MESQUITA, D. O. Acoustic ecology of an anuran assemblage in the arid Caatinga of northeastern Brazil. **Journal of Natural History**, v. 49, p. 957-976, 2014.

- ROSSA-FERES, D. C.; JIM, J. Similaridade do sítio de vocalização em uma comunidade de anfíbios anuros na região noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 2, p. 439-454, 2001.
- RYAN, M. J.; GUERRA, M. A. The mechanism of sound production in túngara frogs and its role in sexual selection and speciation. **Current Opinion in Neurobiology**, v. 28, p. 54-59, 2014.
- SANTOS, T. G.; ROSSA-FERES, D. C. Similarities in calling site and advertisement call among anuran amphibians in southeastern Brazil. **South American Journal of Herpetology**, v. 2, n. 1, p. 17-30, 2007.
- SÃO PEDRO, V. A.; FEIO, R. N. Distribuição espacial e sazonal de anuros em três ambientes na Serra do Ouro Branco, extremo sul da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. **Biotemas**, v. 23, n. 1, p. 143-154, 2010.
- SAZIMA, I.; ETEROVICK, P. C. Structure of an anuran community in a montane meadow in southeastern Brazil: effects of seasonality, habitat, and predation. **Amphibia-Reptilia**, v. 21, n. 4, p. 439-461, 2000.
- SCHWARTZ, J. J.; WELLS, K. D. An experimental study of acoustic interference between two species of Neotropical treefrogs. **Animal Behaviour**, v. 31, p. 181-190, 1983.
- SINSCH, U.; LÜMKEMANN, K.; ROSAR, K.; SCHWARZ, C.; DEHLING, J. M. Acoustic niche partitioning in an anuran community inhabiting an Afromontane wetland (Butare, Rwanda). **African Zoology**, v. 47, n.1, p. 60-73, 2012.
- SILVA, R. A.; MARTINS, I. A.; ROSSA-FERES, D. C. Bioacústica e sítio de vocalização em taxocenoses de anuros de área aberta no noroeste paulista. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 3, p. 123-134, 2008.
- SIMPSON, E. H. Measurement of diversity. **Nature**, v. 163, p. 168, 1949.
- VIEIRA, W. L. D.; SANTANA, G. G.; ARZABE, C. Diversity of reproductive modes in anuran communities in the Caatinga (dryland) of northeastern Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 18, n. 1, p. 55-66, 2009.
- VILAÇA, T. R. A.; SILVA, J. R. S.; SOLÉ, M. Vocalization and territorial behaviour of *Phyllomedusa nordestina* Caramaschi, 2006 (Anura: Hylidae) from southern Bahia, Brazil. **Journal of Natural History**, v. 45, p. 1823-1834, 2011.
- WELLS, K. D. The social behaviour of anuran amphibians. **Animal Behaviour**, v. 25, n. 3, p. 666-693, 1977.
- WELLS, K. D. The evolution of the amphibian auditory system. In: FRITZSCH, B.; RYAN, M. J.; WILCZYNSKI, W.; HETHERINGTON, T. E.; WALKOWIAK, W. editors. **The evolution of the amphibian auditory system**. New York: John Wiley and Sons, 1988. p. 433-454.
- WELLS, K. D. **The ecology and behavior of amphibians**. Chicago: University of Chicago Press, 2007. p. 543.

SOBRE A ORGANIZADORA

VALESKA REGINA REQUE RUIZ Médica Veterinária formada pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (2004), mestre em Medicina Veterinária pelo Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista (2005). Atua como professora no CESCAGE desde janeiro de 2011 e como coordenadora do curso desde julho de 2017. Tem experiência na área de Medicina Veterinária, com ênfase em Histologia e Fisiologia Animal.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-073-5

