
Ciências Biológicas

PAULA CUSTÓDIO BERTOLI

**EFEITOS DA PRIVAÇÃO DE ÁGUA SOBRE PADRÕES DE INGESTÃO DE
ALIMENTO E ASPECTOS DA MORFOLOGIA RENAL EM 3 ESPÉCIES DE
ROEDORES**



Rio Claro
2013

PAULA CUSTÓDIO BERTOLI

EFEITOS DA PRIVAÇÃO DE ÁGUA SOBRE PADRÕES DE
INGESTÃO DE ALIMENTO E ASPECTOS DA MORFOLOGIA RENAL
EM TRÊS ESPÉCIES DE ROEDORES

Orientador: Ariovaldo Pereira da Cruz-Neto

Co-orientador: Alexandre Castelar

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Campus de Rio Claro, para obtenção do grau
de Bacharel e Licenciatura em Ciências
Biológicas

Rio Claro
2013

574.1 Bertoli, Paula Custódio
B546e Efeitos da privação de água sobre padrões de ingestão de alimento e aspectos da morfologia renal em três espécies de roedores / Paula Custódio Bertoli. - Rio Claro, 2013
40 f. : il., gráfs., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Ariovaldo Pereira da Cruz-Neto
Coorientador: Alexandre Castellar

1. Fisiologia. 2. Espessura medular relativa. 3. Alometria.
I. Título.

Dedico esse trabalho aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais que me deram o suporte necessário para me tornar a pessoa que eu sou hoje. Que sempre foram meu alicerce, minha vida. Agradeço por terem estado sempre ao meu lado, sempre me apoiando, me incentivando a ir em frente, sempre me dando tudo, e até por vezes deixando de ter algumas coisas para me dar. Agradeço por terem sido sempre meus heróis, pois depois de tanta batalha, tanto sufoco, sei que hoje desfrutam de uma maravilhosa tranquilidade merecida.

Agradeço a minha querida família, tios, tias, primos, primas, em especial: Tio Edson, Maria, Fabio, Mariana, Tiago, Carlos, Tamires, João Paulo, Titiu, Tia Cida, Tio Luiz Carlos, por sempre alegrarem meus finais de semana, e sempre me darem refúgio nos momentos de descontração.

Agradeço também a meus queridos amigos de Jundiaí, que mesmo que distante sempre foram maravilhosos. Agradeço em especial a minha irmã Amanda, por nossa eterna amizade. Agradeço também ao meu querido amigo Japa, que por mais distante que esteja, nunca saiu, e nunca sairá de um lugar mais do que especial.

Agradeço ao meu Orientador Ariovaldo Pereira da Cruz-Neto e ao meu Co-Orientador Alexandre Castelar pelo aprendizado.

Agradeço também ao Guilherme Gomes, que foi mais que um professor, é um grande amigo, é uma pessoa fantástica a qual eu tive a oportunidade e a felicidade de conhecer. Obrigado por todo o conhecimento, pelos ensinamentos acadêmicos e da vida, das conversas nos momentos de desespero, da calma que me trouxe em muitos momentos que eu estava precisando. As vezes as palavras não conseguem descrever o quanto eu sou grata a você, por tudo. Você é uma pessoa amada, e querida por todos que o cercam. Tenho em você uma grande referência tanto profissional, quanto pessoal.

Agradeço a CNPQ pelo financiamento da minha pesquisa, bem como a Programa FAPESP de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (FAPESP 2008/57687-0).

Agradeço à família que eu escolhi durante esses 5 anos de graduação, longe de casa, da família, dos amigos, que sempre me apoiaram nos momentos mais difíceis e nos mais tristes da minha vida, e também nos mais alegres: Vanessa, Carioca, Jussara, Bre, Dani, Le, Lary, Biga, Malu, Raquel, Jorge, Boi, Mil, Tibu, Laís e Bia. Obrigada por serem minha família, obrigada por serem meu porto seguro, obrigada por serem meu tudo esses 5 anos. Todos os momentos, aulas, baladas, reuniões, almoços...tudo foi perfeito ao lado de vocês.

“O período de maior ganho em conhecimento e experiência é o período mais difícil da vida de alguém.”

Dalai Lama

RESUMO

Espécies de roedores com menor suscetibilidade aos efeitos da fragmentação apresentam maiores níveis de tolerância à privação de água. Tal fato sugere que respostas diferenciais à fragmentação em roedores estão associadas à capacidade de manter o balanço hídrico. Uma compreensão mais detalhada desta relação requer análise dos mecanismos subjacentes a estas respostas. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de manutenção do balanço hídrico em três espécies de roedores (*Euryoryzomys russatus*; *Akodon montensis*; *Oligoryzomys nigripes*) em resposta à privação de água, analisando de forma comparativa a presença de alterações comportamentais (taxa de ingestão de alimento) e morfológicas renais (índices renais). Indivíduos das três espécies de roedores foram capturados na Reserva Florestal do Morro Grande, aclimatados e submetidos ao protocolo de privação de água. Após o período de privação de água, foram coletados os rins dos animais com restrição hídrica (RH) e de um grupo controle (C) - mantido com água *ad libitum*, dos quais foram obtidas as medidas para posterior cálculo da espessura medular relativa (EMR). Em ambos os tratamentos medimos o peso dos animais e do alimento ingerido diariamente. Os valores de EMR foram comparados com valores esperados a partir de análises alométricas obtidas a partir de dados da literatura de EMR e peso de 102 espécies de roedores. Foram encontradas diferenças significativas nos índices morfométricos entre as espécies do presente estudo e algumas presentes na literatura, estando nossas espécies com índices renais abaixo do esperado para animais de mesma massa. Foi observado que nenhuma das espécies (*E. russatus*, *A. montensis* e *O. nigripes*) parece modular a ingestão de alimentos e a EMR em resposta a privação de água. Entretanto, o índice EMR, pode explicar, parcialmente, as diferentes respostas desses indivíduos à fragmentação.

Palavras chave: Privação de água. Ingestão de alimento. Espessura Medular Relativa. Alometria.

ABSTRACT

Rodent species with lower susceptibility to the effects of fragmentation have higher levels of tolerance to water deprivation. This suggests that differential responses to fragmentation in rodents are associated with the ability to maintain water balance. A more detailed understanding of this relationship requires analysis of the mechanisms underlying these responses. In this context, the aim of this study was to evaluate the ability to maintain water balance in three species of rodents (*Euryoryzomys russatus*; *Akodon montensis*; *Oligoryzomys nigripes*) in response to water deprivation, comparatively analyzing the presence of behavioral changes (rate food intake) and morphological kidney (renal indices). Individuals of three species of rodents were captured in the Morro Grande Forest Reserve, acclimated and subjected to water deprivation protocol. After the period of water deprivation, the kidneys were collected from animals with fluid restriction (RH) and a control group (C) - maintained with water ad libitum, which were measured for subsequent calculation of Relative Medullary Thickness (EMR). In both treatments we measured the animals' weight and food intake daily. ERM values were compared with values expected from allometric analysis data obtained from the literature EMR and weight of 102 rodent species. There were significant differences in morphometric indices among species of the present study and some in the literature, with our species with renal indices lower than expected for animals of the same mass. It was observed that none of the species (*E. russatus*, *A. montensis* and *O. nigripes*) modulates food intake and EMR in response to water deprivation. However, the index EMR, may partly explain the different responses of these individuals to fragmentation.

Keywords: Water deprivation. Food intake. Relative Medullary Thickness. Allometry.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1. A Fragmentação da Mata Atlântica.....	8
1.2. Manutenção do Balanço Hídrico.....	9
1.3. Morfologia Renal.....	11
1.4. Balanço Hídrico e a Tolerância à Fragmentação.....	12
2. OBJETIVOS.....	14
3. METODOLOGIA.....	15
3.1. Áreas de estudo.....	15
3.2. Delineamento Experimental.....	15
3.3. Análise Comportamental.....	16
3.4. Análise Morfométrica.....	16
3.5. Alometria.....	18
4. RESULTADOS.....	19
4.1. Análise Comportamental.....	19
4.2. Análise Morfométrica.....	20
4.3. Alometria.....	21
5. DISCUSSÃO.....	23
5.1. Análise Comportamental.....	23
5.2. Morfologia Renal.....	25
6. CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS.....	29
APÊNDICE A – Banco de dados para EMR.....	35

1. INTRODUÇÃO

1.1. A Fragmentação da Mata Atlântica

As florestas tropicais, que abrigam mais da metade do número total de espécies do mundo, estão entre os ecossistemas mais ameaçados, tendo como principais problemas a perda e fragmentação do habitat, que podem levar a uma diminuição na biodiversidade (MYERS et al., 2000; TURNER, 1996; WILSON, 1988). A Mata Atlântica, um dos biomas que caracterizam as florestas tropicais no Brasil, é um dos mais afetados pela fragmentação (PARDINI et al., 2005), apresentando atualmente cerca de 8% da área de sua floresta original, sendo que grande parte dos fragmentos remanescentes são compostos por florestas secundárias, em diferentes estágios de sucessão (METZGER, 2000; METZGER et al., 2009), e pequenos fragmentos (RIBEIRO et al., 2004).

Estudos com pequenos mamíferos em ambientes fragmentados (PARDINI, 2004; PARDINI et al., 2005; PARDINI et al., 2010) mostram que a fragmentação dos habitats além de causar mudanças na estrutura vegetal que afetam diretamente a disponibilidade e qualidade dos recursos (PINNOTTI, 2010), comprometem diretamente o número de espécies (GRELLE, 2003) e a abundância de pequenos mamíferos (GENTILE; FERNANDEZ 1999, PARDINI et al., 2005). Esses ambientes também podem atuar como uma barreira seletiva, levando a manutenção de populações viáveis de algumas espécies e extinção local de outras.

Pequenos mamíferos, como marsupiais e roedores, além de serem importantes para a dinâmica da floresta, também são bons indicadores, tanto de alterações locais como alterações da paisagem, sendo isso associado à especificidade entre os pequenos mamíferos e o uso de microhabitats (PARDINI; UMETSU, 2006). Esses animais possuem papéis ecológicos importantes na dinâmica da Floresta Atlântica, influenciando na regeneração da floresta onde atuam como predadores de sementes e mudas, e dispersam sementes (PARDINI et al., 2005).

Dentro dessa importância ecológica dos roedores para o ambiente, estudos sobre processos de fragmentação em área de Mata Atlântica do Planalto Paulista estão sendo feitos em relação à dinâmica de populações (BUENO, 2008; PARDINI, 2004; PARDINI et al., 2005; PARDINI; UMETSU, 2006; PARDINI et al., 2010). Alguns desses estudos (BUENO, 2008; PARDINI, 2006), analisaram a abundância de

pequenos mamíferos em área de Mata Atlântica, e verificaram um padrão de respostas diferenciado frente à fragmentação. Dentre estas espécies estudadas, o roedor *Euryoryzomys russatus* apresentou acentuada queda na abundância em áreas fragmentadas, ao passo que *Akodon montensis* apresentou um aumento e *Oligoryzomys nigripes* não apresentou alterações na abundância em resposta à fragmentação (BUENO, 2008; PARDINI, 2006).

Apesar de sua clara importância, de um modo geral, estudos ecológicos não levam em consideração as causas da resposta diferenciada entre estas espécies, frente a fragmentação, e por isso pouco se sabe sobre os mecanismos envolvidos neste processo. Assim torna-se fundamental a realização de estudos integrativos entre fragmentação e capacidades adaptativas dos indivíduos, para que se possa compreender melhor os efeitos da fragmentação sobre estes animais.

1.2. Manutenção do Balanço Hídrico

Frente às novas condições ambientais decorridas da fragmentação, os animais necessitam de habilidades para se adaptar (CAREY, 2005). Sendo assim, necessitam de mecanismos que permitam a manutenção do equilíbrio interno (homeostase) sob novas condições (HELMUTH et al., 2005).

Um dos mais importantes mecanismos associados à manutenção da homeostase é a capacidade de manutenção do balanço hídrico (SCHMIDT-NIELSEN, 2002). Para manter o equilíbrio hídrico, toda a entrada de água – que pode ocorrer através da ingestão direta de água livre, do consumo de alimentos, como em frutas e plantas suculentas (RIBEIRO et al., 2004; SCHMIDT-NIELSEN, 2002), e pela produção de água metabólica (RIBEIRO et al., 2004; SCHMIDT-NIELSEN, 2002) - deve ser equivalente a toda a saída de água - que pode ocorrer através de evapotranspiração da superfície corpórea e dos órgãos respiratórios, fezes, urina e outros (secreções especializadas) durante um determinado período (ECKERT, 2000; MCNAB, 2002; SCHMIDT-NIELSEN, 2002).

Para lidar com as mudanças ambientais, o balanço hídrico pode ser mantido através de ajustes comportamentais e/ou fisiológicos, e envolve alterações que vão desde seleção de micro-habitats, alterações no padrão de atividades, na frequência alimentar, no tipo de dieta, até ajustes nas taxas de perda de água, as quais envolvem complexas alterações metabólicas, estruturais e moleculares

(COLLIER; LEVITSKY, 1967; ENGELL, 1988; FAVARONI MENDES et al., 2004; RIBEIRO et al., 2004; SCHMIDT-NIELSEN, 2002; SCHOORLEMMER, 2002). Exemplos destes ajustes são comumente observados em estudos sobre a manutenção do balanço hídrico em roedores de regiões desérticas (BOZINOVIC; GALLARDO, 2006; BOZINOVIC et al., 2007; EL-GOHARY et al., 2011; TIRADO et al., 2008), e mesmo após aclimação em condições de laboratório, muitas destas respostas ainda se encontram presentes em diversas espécies de roedores de habitats áridos e semi-áridos (BOZINOVIC; GALLARDO, 2006). Esses indivíduos de climas áridos e semi-áridos apresentam, a nível individual de organização biológica, muitas características fisiológicas que favorecem mecanismos poupadores de água (EL-GOHARY et al., 2011) como, por exemplo, a capacidade de sobreviver em condições ambientais extremas apenas com uma dieta de sementes secas (TIRADO et al., 2008).

Os estudos com adaptações fisiológicas associadas ao balanço hídrico de roedores que ocorrem na Mata Atlântica ainda são muito escassos. Diaz et al (2001), mostraram que espécies provenientes de ambientes mais secos na Caatinga Brasileira apresentam uma maior eficiência de concentrar urina do que animais dessa mesma espécie em ambiente menos seco (DIAZ et al., 2001).

Experimentos de privação de água são frequentemente utilizados como uma forma inicial de analisar a eficiência global dos mecanismos associados ao balanço hídrico (BOZINOVIC et al., 2007; TIRADO et al., 2008).

Durante alguns testes com privação de água em roedores neotropicais que vivem em condições semi-áridas da Caatinga no Brasil, Favaroni Mendes et al. (2004) com o objetivo de avaliar diferenças nas adaptações de animais sujeitos a diferentes quantidades de precipitação anual, mostraram que animais com uma menor massa corporal aumentam a quantidade de alimento ingerido, sugerindo que por seu metabolismo ser mais elevado ele tem necessidade de mais água, e esta é conseguida através de ingestão de água e da produção de água metabólica. Entretanto, alguns estudos sugerem que durante privação de água a quantidade de alimento ingerido é menor, pois em primeiro lugar, a inibição da alimentação permite que ocorra reabsorção de água no intestino, no qual há um grande volume de água absorvida. Outra possibilidade é que uma menor carga de soluto, consumido através do alimento, poderia reduzir a perda de água na urina (COLLIER; LEVITSKY, 1967; ENGELL, 1988; SCHOORLEMMER, 2002).

Recentemente, Galdino (2011) realizou testes com privação de água em três espécies com diferentes respostas à fragmentação: *Euryoryzomys russatus*, *Akodon montensis*, *Oligoryzomys nigripes*. Nos resultados destes experimentos foi observado que, de fato, a taxa de perda de peso durante a privação de água, foi menor em *A. montensis* e *O. nigripes*, que não sofrem alterações na abundância durante o processo de fragmentação, quando comparados com *E. russatus*. Isso indica diferentes capacidades de tolerância à privação de água, sendo que *A. montensis* e *O. nigripes* são mais tolerantes à privação de água que *E. russatus*. Apesar destes resultados sugerirem que, ao menos em parte, a diferença na tolerância à fragmentação poderia estar associada com diferenças na capacidade global de manter o balanço hídrico frente a privação de água, a natureza desta associação ainda é correlativa e requer estudos adicionais para uma melhor confirmação.

1.3. Morfologia renal

A capacidade de concentração de urina, produzindo uma urina hipertônica em relação ao plasma sanguíneo, é um dos principais mecanismos para evitar a perda de água nos mamíferos (SCHMIDT-NIELSEN, 2002). Os mamíferos possuem uma capacidade de concentrar urina pronunciada, apresentando seus maiores valores em mamíferos do deserto (AL-KAHTANI et al., 2004; SCHMIDT-NIELSEN, 2002), tendo o rim um papel fundamental na manutenção do balanço hídrico para os mamíferos, pois é o principal órgão na regulação do volume e concentrações dos fluidos corporais (AL-KAHTANI et al., 2004; HICKMAN et al., 2001). Essa capacidade está diretamente relacionada com a estrutura renal, mais especificamente com a alça de Henle (AL-KAHTANI et al., 2004; KARASOV; MARTÍNEZ DEL RIO, 2009; MCNAB, 2002; SCHMIDT-NIELSEN, 2002).

O mecanismo responsável pela formação de urina concentrada ocorre nos néfrons, unidades estruturais dos rins, e é baseado no transporte de solutos (íons Na^+ e Cl^-) no ramo grosso ascendente da alça de Henle (BEUCHAT, 1990; SCHMIDT-NIELSEN, 2002). Desse modo, o mecanismo de concentração de urina depende fundamentalmente do arranjo espacial dessa estrutura, que desempenha um papel central no desenvolvimento do gradiente osmótico córtico-medular, e que funciona como um sistema multiplicador contra-corrente na medula renal (BEUCHAT 1990; 1996). Sendo assim, o comprimento da alça de Henle é diretamente proporcional à

espessura medular, e a concentração de urina é proporcional ao comprimento dessa alça (AL-KAHTANI et al., 2004; BEUCHAT, 1990; SCHMIDT-NIELSEN, 2002).

Uma série de índices morfológicos (e.g. relação córtex-medula, área medular relativa, relação medula interna/córtex, espessura medular relativa, dentre outros) são comumente utilizados como indicadores desta capacidade diferencial de respostas (BEUCHAT, 1990; CASOTTI et al., 2006; COLEMAN; DOWNS, 2009; DIAZ et al., 2006;) porém o mais utilizado é a Espessura Medular Relativa (EMR; AL-KAHTANI et al., 2004; BEUCHAT, 1990, 1996). Muitos estudos (AL-KAHTANI et al., 2004; BEUCHAT, 1990, 1996; EL-GOHARY et al., 2011) demonstram uma tendência geral de espécies de habitats áridos e semi-áridos apresentarem valores de EMR mais altos, e consequentemente, uma maior concentração de urina, para melhor tolerar o estresse hídrico. Como os valores de EMR são maiores em espécies de ambientes áridos e semi-áridos, espera-se que as espécies de ambientes úmidos, como a Mata Atlântica, tenham menores valores de EMR, e consequentemente menor capacidade de concentração de urina.

1.4. Balanço Hídrico e a Tolerância à Fragmentação

O padrão de diferentes tolerâncias à fragmentação, evidenciado nos trabalhos de Pardini e colaboradores (PARDINI, 2004; PARDINI et al., 2005; PARDINI; UMETSO, 2006; PARDINI et al., 2010) entre as espécies *Euryoryzomys russatus*, *Akodon montensis*, *Oligoryzomys nigripes*, poderia estar associado a diferenças nas capacidades fisiológicas de cada uma das espécies em lidar com as modificações ambientais resultantes da fragmentação. Neste contexto, diferentes espécies poderiam apresentar diferentes níveis de flexibilidade dos caracteres fisiológicos, levando ou não à sobrevivência de determinada espécie em um ambiente altamente modificado. Essa hipótese tem respaldo na ideia de que espécies que evoluíram em ambientes heterogêneos teriam maior resiliência aos distúrbios ambientais por possuírem uma gama de respostas fisiológicas mais plásticas do que espécies evoluíram em ambientes homogêneos (CANALE; HENRY, 2010).

Desta forma, animais do gênero *Akodon*, que habitam formações florestais, áreas abertas adjacentes e campos de altitude ao longo de toda a Mata Atlântica, Campos do Sul, áreas florestais da Caatinga e formações vegetais abertas e fechadas do Cerrado (BONVICINO et al., 2008), apresentariam uma maior capacidade

fisiológica de enfrentar mudanças ambientais bruscas. O mesmo seria esperado para o gênero *Oligoryzomys*, que habita formações florestais e formações abertas da Floresta Amazônica, Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga e Pantanal (BONVICINO et al., 2008). Em contrapartida, animais do gênero *Euryoryzomys*, que habitam formações florestais do Amazonas, da Mata Atlântica e do Cerrado (BONVICINO et al., 2008), não deveriam apresentar uma grande gama de recursos fisiológicos para lidar com mudanças ambientais bruscas, decorrentes da fragmentação do habitat.

Neste contexto, e considerando a importância dos processos fisiológicos associados ao balanço hídrico na manutenção da homeostase, pequenas diferenças entre as capacidades de manutenção do balanço hídrico destas espécies poderiam representar capacidades diferenciais de tolerância à privação de água, como observado por Galdino (2010). Assim, estas capacidades diferenciais de tolerar eventos de privação de água, seriam parte do complexo mecanismo por trás das respostas diferenciais à fragmentação, exibidas por estas espécies.

Desse modo, no que tange a este projeto, o balanço hídrico se apresenta como uma importante ferramenta da avaliação das capacidades de tolerância à privação de água destas espécies de roedores, sendo utilizada com o propósito auxiliar na compreensão dos mecanismos por trás das respostas diferenciadas apresentadas por estas espécies.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste estudo foi analisar, através de experimentos de privação de água, se as três espécies de roedores (*Euryoryzomys russatus*, *Akodon montensis* e *Oligoryzomys nigripes*), com diferentes susceptibilidades à fragmentação, apresentam diferentes capacidades de modular respostas comportamentais e morfológicas para tolerar a privação de água.

Especificamente este estudo teve por objetivo avaliar, como indicador da resposta comportamental, as diferentes taxas de ingestão alimentar das espécies de interesse. Além disso, como índice da capacidade de concentração de urina, foi avaliada a medida de Espessura Medular Relativa (EMR), a qual também foi analisada em sua relação alométrica e filogenética com outras espécies de roedores.

3. METODOLOGIA

3.1. Áreas de estudo

Os animais utilizados no presente trabalho foram provenientes da Reserva Florestal do Morro Grande (RFMG, 10.870 há), um dos maiores remanescentes de Mata Atlântica no Planalto Atlântico paulista, localizada a sudoeste da cidade de São Paulo, entre os municípios de Cotia e Ibiúna, e os limites da Serra de Paranapiacaba (23°35'S, 23°50'S, 46°45'W, 47°15'W; 860-1075 m de altitude - informações sobre clima, geologia, geomorfologia, pedologia, hidrografia, e uso e cobertura do território encontram-se em METZGER et al., 2006).

3.2. Delineamento experimental

Para a captura dos animais, foram usadas armadilhas Sherman e de interceptação e queda (PARDINI et al., 2005), em locais previamente estabelecidos na área de estudo. Para minimizar os efeitos relacionados ao sexo e estado reprodutivo, foram utilizados preferencialmente machos em idade adulta e fêmeas adultas não lactantes e não grávidas.

Após a captura, os animais foram transportados para as dependências do Departamento de Zoologia da UNESP (Rio Claro/SP) e mantidos em caixas de biotério pequena (30 x 19 x 13 cm), em sala climatizada (Fitotrom – Eletrolab, Brasil), com UR em torno de 60 a 70% e fotoperíodo de 12:12hs, e alimentados com ração para hamster, frutas e água ad libitum.

Para o procedimento experimental, os animais foram aclimatados durante 7-10 dias a temperatura de 22°C e alimentados com ração para hamster misturada a sementes de girassol. Durante o período de aclimação, a proporção de sementes de girassol no alimento foi aumentada a cada dia até o momento em que os animais passaram a ser alimentados apenas com estas sementes. Os animais foram pesados diariamente, até que suas massas corpóreas se estabilizassem. Com a estabilização da massa corpórea, essa medida foi registrada como inicial, e a partir dela o experimento com a privação de água foi iniciado, segundo descrito por Mares (1977).

Durante o período de privação de água os animais foram pesados a cada 24 horas; também foram medidos os pesos dos alimentos ingeridos por esses animais. Quando

os roedores perderam cerca de 30% da massa inicial, ou apresentaram sinais de deficiência nutritiva, como perda de pelos e/ou inanição, o experimento foi interrompido. Para a taxa de perda de peso foram utilizados os valores da inclinação da reta de regressão dos valores absolutos de perda de peso por dia.

Após término do experimento, os animais foram mortos (overdose de anestésico) e foram coletados os rins direito e esquerdo, os quais foram fixados em solução de Formol Tamponado 10% e posteriormente processadas para a realização de análises morfométricas (ver descrição do método abaixo).

Um conjunto de animais de cada espécie alimentado com ração para hamster misturada a sementes de girassol e água *ad libitum*, foi utilizado como grupo controle, fornecendo amostras de tecido renal para realização das análises morfométricas, tendo sido utilizados os mesmos procedimentos pós-privação de água utilizados nos animais submetidos à privação.

3.3. Análise Comportamental

Para a avaliação comportamental comparativa entre as espécies, com foco na ingestão alimentar, foram utilizados como valores de taxa de ingestão de alimento os valores da inclinação da reta de regressão dos valores absolutos de alimento ingerido por dia.

O modelo de ANOVA para um fator, com teste post-hoc Tukey foi utilizado com a finalidade de avaliar se houve diferença na durações do experimento entre as espécies. O modelo de ANCOVA foi utilizado para avaliar as diferenças nas taxas de ingestão entre as três espécies (utilizando-se como co-fatores a massa e a duração do experimento). Para se avaliar a existência de relação entre a taxa de ingestão alimentar e a taxa de perda de peso, foi utilizada a análise de correlações de Spearman. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa statistiXL (version 1.8; StatistiXL).

3.4. Análise Morfométrica

Para as medidas foram usados 7 indivíduos da espécie *Akodon montensis*, 6 da espécie *Oligoryzomys nigripes* e 6 da espécie *Euryoryzomys russatus* para o grupo

com restrição hídrica, e 6 indivíduos da espécie *Akodon montensis*, 5 da espécie *Oligoryzomys nigripes* e 4 da espécie *Euryoryzomys russatus* para o grupo controle.

Após o período de fixação, foram medidos o comprimento, a largura e a espessura do rim direito (quando este não pode ser utilizado, as medidas foram realizadas no rim esquerdo) com um Paquímetro Digital (Mitutoyo – precisão 0,01mm) e com o auxílio de um Microscópio Esteroscópico. Após a realização destas medidas, o rim foi seccionado sagitalmente, de modo que fossem evidenciadas as regiões do córtex e da medula renal.

Foram então realizadas 3 medidas de espessura de córtex, sendo que o valor de espessura utilizado para os cálculos dos índices foi a média destes valores (Figura 1). A medida da região medular foi resultante da soma dos valores de espessura das medulas externa e interna (Figura 1). A partir dos valores obtidos a Espessura Medular Relativa ($EMR = 10 \times [\text{espessura da medula}] / [\text{altura} \times \text{largura} \times \text{comprimento}]^{1/3}$: Alkahtani et al, 2004; Casotti et al, 2006) foi calculada.

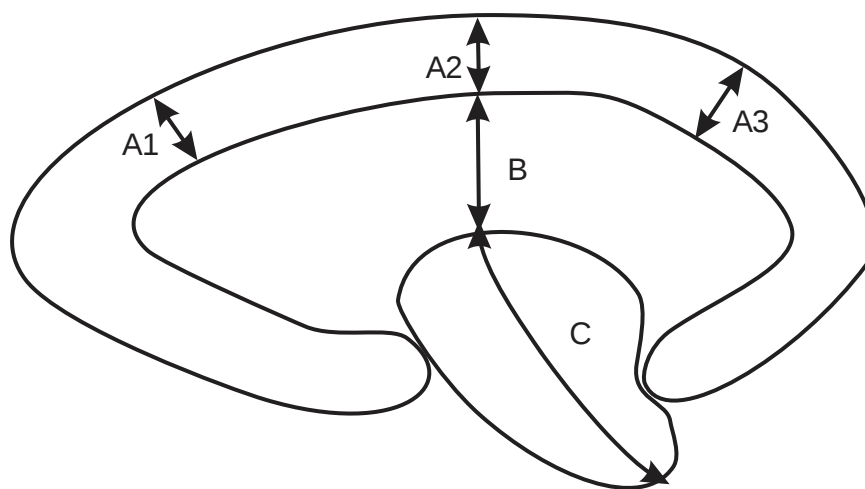


Figura 1 - Medidas realizadas nos rins. Foram realizadas três medições através da região cortical (A1, A2 e A3). O valor de espessura da região medular foi resultado da soma da espessura da região medular externa (B) e da região medular interna (C). Adaptado de Geluso (1978).

Para RMT, foram utilizados Modelos Gerais Lineares (GML) a fim de investigar os efeitos das variáveis (tratamento e peso) para cada espécie separadamente. Primeiramente foi montado um modelo com todos os efeitos principais, e depois com interações de 2ª ordem. Em seguida, foram removidos sequencialmente as interações não significativas, a partir do termo de maior interação com maior valor de p. O modelo

linear geral final continha os principais efeitos de todas as variáveis, e todos os efeitos significativos da interação. O modelo final estimou os valores de p para cada interação significativa envolvendo variáveis categóricas (tratamento) por meio do teste de diferença honesta significativa para diferentes N (HSD with unequal N) (GETZ et al., 2005).

3.5. Alometria

Foram obtidos na literatura os valores de EMR para 120 de roedores (Anexo 1), os quais foram avaliados, juntamente com os dados obtidos no presente trabalho, em suas relações alométricas.

Para tanto, os valores de EMR para as espécies avaliadas neste estudo, foram comparadas com outras espécies de roedores por meio de uma Regressão Linear, com os valores previamente convertidos em Log10. A conversão para anti-log dos valores preditos pelo modelo de Regressão Linear foi calculada segundo Hayes e Shonkwiler (2006,2007). Ambos os índices analisados foram avaliados para um sinal filogenético (K^* e sua probabilidade; segundo BLOMBERG *et al*, 2003) e tornados independentes da influência filogenética utilizando-se o modelo de Autoregressão (CHEVERUD; DOW, 1985; ROHLF, 2001), com uma filogenia derivada da supermatriz filogenética de mamíferos gerada por Bininda-Emonds et al., (2007). A análise filogenética foi obtida através de um programa customizado escrito em Visual Basic (PHILIP C. WITHERS, gentilmente cedido pelo autor).

As análises alométricas convencional e filogeneticamente independentes foram determinadas por regressões lineares simples, e posteriormente os dados obtidos foram comparados com os Limites de Predição de 95%, seguindo Cooper; Withers (2006). Eles também demonstraram a importância do limite de confiança a 95% para a regressão, calculado e demonstrado graficamente para indicar a qualidade do ajuste, para comparar o valor das novas espécies como um dado adicional para a relação de regressão linear para outras espécies. Foi utilizada a previsão de 95% limites de confiança para a EMR das espécies de roedores para determinar estatisticamente se as espécies analisadas apresentam índices mais baixos do que o esperado, tanto antes como após a correção filogenética. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa statistiXL (version 1.8; StatistiXL).

4. RESULTADOS

4.1. Análise Comportamental

Quanto à taxa de ingestão de alimento (Figura 2A) observou-se que *E. russatus* apresentou uma redução média na ingestão na taxa de $-0,451\text{g}$ de ração/dia ($p < 0,001$), enquanto *A. montensis* de $-0,153\text{g}$ de ração/dia ($p = 0,043$) e *O. nigripes* de $-0,182\text{g}$ de ração/dia ($p = 0,003$).

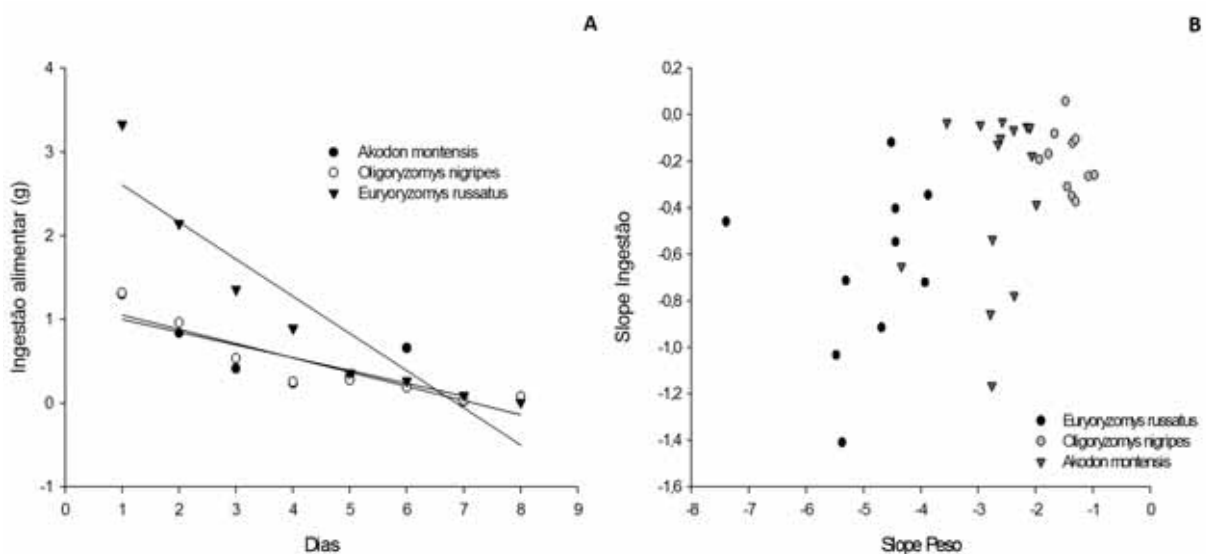


Figura 2) A – Valores médios ingestão de alimento ao longo dos dias para cada espécie. As retas representam as regressões lineares para as três espécies. (Linhas de regressão). B – Correlação entre os valores da taxa de perda de peso e a redução da quantidade de alimento ingerido de cada espécie. A ingestão e a taxa de perda de peso estão representadas pelos slopes (inclinação da reta de regressão) da ingestão e do peso.

Ao utilizar o modelo de covariância (ANCOVA), foi possível observar que há diferença significativa nas taxas de redução da ingestão alimentar entre as três espécies, durante a privação de água ($F_{4,35}=2,992$; $p=0,034$). Entretanto, esta não permanece significativa quando controlados os efeitos da massa corpórea e da duração do experimento ($F_{2,35}=0,442$; $p=0,647$).

Nenhuma correlação foi observada entre os valores de taxa de perda de peso e a redução na ingestão alimentar ($P > 0,050$ para todas as espécies) (Fig. 2B).

4.2. Análise Morfométrica

Os valores médios de EMR, bem como os valores de peso, para as três espécies, nos dois grupos de tratamento, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores ($\pm$ desvio padrão) de Peso, Espessura medular relativa (EMR) para os animais submetidos à privação de água (PA) e para grupo controle (C).

Espécie	Grupo	Peso (g)	EMR
<i>A. montensis</i>	PA	28,77 $\pm$ 3,61	4.530 $\pm$ 0,359
<i>O. nigripes</i>	PA	21,48 $\pm$ 3,23	4.665 $\pm$ 0,242
<i>E. russatus</i>	PA	78,64 $\pm$ 11,89	3.617 $\pm$ 0,295
<i>A. montensis</i>	C	29,10 $\pm$ 2,39	4.243 $\pm$ 0,189
<i>O. nigripes</i>	C	18,42 $\pm$ 2,28	4.902 $\pm$ 0,167
<i>E. russatus</i>	C	46,8 $\pm$ 11,05	3.776 $\pm$ 0,105

Para EMR, o teste de Modelos Gerais Lineares foi significativo, sendo que foram encontradas diferenças entre espécies, porém o tratamento e o peso não influenciaram nos resultados (Tabela 2). Houve também uma interação entre Espécie e Tratamento (Tabela 2).

Tabela 2 - Resultados do teste de Modelos Gerais Lineares para RMT. O modelo geral foi significativo (F=13,014 e P<0,01).

Variável	DF	F	P
Espécie	2	7,372	0,003
Tratamento	1	1,455	0,239
Peso	1	1,952	0,175
Espécie/Tratamento	2	3,423	0,049

No teste a posteriori (HDS with unequal N), quando foram comparados os animais em privação de água com os animais do grupo controle, não foi observada diferença significativa para *A. montensis* (p=0,612185). O mesmo padrão se manteve quando avaliadas as espécies *O. nigripes* (p=0,902446) e *E. russatus* (p=0,961048).

Quando comparou-se diferentes espécies em privação de água, a espécie *E. russatus* diferiu significativamente de *A. montensis* (p<0,01) e *O. nigripes* (p<0,01). As

espécies *A. montensis* e *O. nigripes* não apresentaram diferenças significativas entre si ($p=0,96$).

Quando as diferentes espécies foram comparadas no grupo controle, pode-se observar que *E. russatus* diferiu significativamente de *O. nigripes* ($p<0,01$), mas não foi notada diferença para *A. montensis* ($p<0,01$). *A. montensis* e *O. nigripes* continuaram não apresentando diferença significativa entre si ($p<0,01$).

4.3 Alometria

As equação da regressão alométrica para EMR (120 espécies) excluídas as espécies de interesse, foi $\text{Log}_{10}\text{EMR} = 0.704 - 0.139\text{Log}_{10}\text{M}$ (sendo M o peso em quilogramas; $F_{1,199} = 85,272$; $p<0,001$), sendo a relação apresentada na Figura 3A.

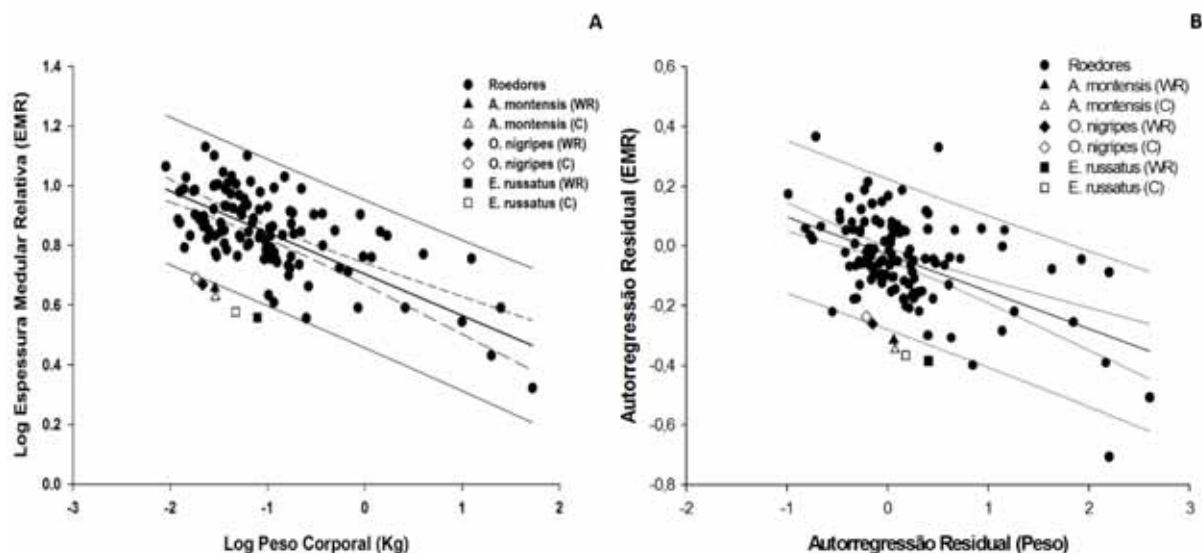


Figura 3 – Relação alométrica para Log10 de RMT e Log10 do peso corporal (Kg) antes (A) e depois (B) de correção filogenética.

Para EMR, observamos que todas as espécies se encontram abaixo do predito por alometria na análise convencional para ambos os tratamentos (Tabela 4), sendo que a espécie *E. russatus* apresenta valores mais baixos que *A. montensis* e *O. nigripes*.

Tabela 3 - Comparação entre as relações alométricas dos roedores para EMR, antes (convencional) e após a correção para a história filogenética por autoregressão. T – Tratamento (PA – Privação de Água; C - Controle); EMRp – Valor de EMR predito por alometria; %EMR – Valor de EMR em % abaixo do valor predito por alometria; %LP - porcentagem do EMR em relação ao Limite de Predição de 95%; Dentro 95%LP indica se os dados para as espécies caem dentro dos limites de previsão de 95%; K * é o índice de Blomberg para o sinal filogenético, com o valor de sua probabilidade (p).

		Convencional (slope=-0,139; p<0,001; R2=0,419)			F. Independente (k*=0,510; p<0,0001)	
Espécie	T	EMR p	%EMR	%LP	Dentro de 95%LP	Dentro de 95%LP
<i>A. montensis</i>	PA	8,28	-54,71	-3,77	não	não
<i>O. nigripes</i>	PA	8,63	-53,99	-4,89	não	sim
<i>E. russatus</i>	PA	7,20	-50,27	-11,47	não	não
<i>A. montensis</i>	C	8,27	-51,26	-9,73	não	não
<i>O. nigripes</i>	C	8,81	-55,61	-2,20	não	sim
<i>E. russatus</i>	C	7,74	-48,83	-14,10	não	não

Após a correção filogenética, os valores de EMR (Tabela 3), tanto para o grupo controle quanto para os animais submetidos à privação de água, para as espécies *A. montensis* e *E. russatus* permanecem abaixo do limite de predição de 95%, enquanto que para *O. nigripes*, os valores de EMR para os dois tratamentos passam a se situar dentro do limite de 95%.

O índice renal avaliado apresentou sinal filogenético significativo (k*=0,5095 com p<0,001). Mesmo após a correção para a história filogenética, obtida após a utilização do modelo de Autocorrelação, a relação alométrica linear permaneceu significativa para EMR ($\text{Log10EMR} = -0,269 - (0,125 * \text{Log10Peso})$; $F_{1,119} = 45,735$; p<0,001) e são apresentadas na Figura 3B.

5. DISCUSSÃO

5.1. Análise Comportamental

Observou-se que todas as espécies analisadas (*E. russatus*, *A. montensis* e *O. nigripes*) diminuíram a ingestão de alimento quando privadas de água, além de apresentarem diferenças na ingestão de alimento entre si. Porém essa diferença não permaneceu significativa quando controlados os efeitos da massa corpórea, o que mostra que nenhuma das espécies tem capacidade de modular a taxa de ingestão de alimento como forma de lidar com a falta de água. Apesar de não explicar as diferentes tolerâncias à privação de água, os resultados estão de acordo com o observado na literatura. Esse padrão observado, a redução na ingestão alimentar, é esperado em animais na ausência de água, como demonstrado nos trabalhos de Evered, 2002; Houpt; Yang, 1995; Norris et al., 2012; Senn, et al., 1996; Schoorlemmer; Yang et al., 1981.

Além disso, foi observado também que não existem divergências entre os roedores analisados frente a uma mudança na disponibilidade de água no ambiente, evidenciando que nenhuma das espécies modula a ingestão de alimento como adaptação à privação de água. Desse modo, é possível constatar que as diferentes tolerâncias à privação de água observadas por Galdino não podem ser explicadas pela modulação da ingestão de alimento e, possivelmente, a ingestão de alimentos não apresenta relação com as diferentes respostas a fragmentação.

Schorlemmer e Evered, (2002), mostram que em animais privados de água, após a infusão desta no estômago, jejuno e ceco de roedores, a alimentação foi restaurada. Isso demonstra que uma série de receptores presentes no trato digestivo, são sensíveis à água, e regulam a ingestão de alimento. Portanto, durante a privação, parece não haver uma correta regulação na ingestão de alimento, levando os animais a reduzirem a quantidade de alimento ingerido.

Há também outros autores (SENN et al., 1996) que demonstram a importância da água em alguns processos alimentares, como a mastigação, deglutição e processos digestivos, evidenciando o papel fundamental da água em processos de ingestão alimentar.

Além da clara importância da ingestão de água para a ingestão alimentar, alguns trabalhos mostram que diferenças de habitats também podem influenciar diretamente

a ingestão de alimento e na tolerância dos animais à privação de água. Favaroni-Mendes et al. (2004), por exemplo, ao realizarem um experimento comparativo entre duas populações de roedores de uma mesma espécie (*Thrichomys apereoides*) que vivem em partes diferentes da Caatinga brasileira (uma com maior precipitação anual do que a outra), demonstraram que quando os animais foram privados de água, a espécie de clima mais seco não alterou a ingestão de alimento, nem o volume e a concentração de urina. A população que habitava o ambiente menos seco, entretanto, teve alteração em todos os parâmetros analisados no trabalho, inclusive a redução da ingestão alimentar, evidenciando a menor adaptação ao ambiente mais seco.

Ribeiro *et al* (2004) demonstrou, em um estudo com *O. nigripes* da Caatinga Brasileira, que esses animais, não alteram a ingestão de alimento durante privação de água, ou seja, ele mantém o consumo de alimento. Nesse estudo a espécie *O. nigripes* apresentou uma redução na ingestão de alimento, enquanto que no estudo de Ribeiro et al (2004) a ingestão se manteve quando os animais foram privados de água. Portanto, uma mesma espécie (*O. nigripes*) de localidades distintas (Caatinga e Mata Atlântica) apresenta diferentes respostas perante a privação de água. Podemos demonstrar que as adaptações de uma mesma espécie a ambientes diferentes, são relevantes para as respostas a privação como mostrado no trabalho de Favaroni-Mendes.

Segundo Canale e Henry (2010) espécies que evoluíram em ambientes heterogêneos teriam maior resiliência aos distúrbios ambientais por possuírem uma gama de respostas fisiológicas mais plásticas do espécies que evoluíram em ambientes homogêneos. Em Püttker et al. (2008), foi demonstrado que espécies mais especializadas declinam na densidade populacional com a diminuição do tamanho do fragmento, enquanto que espécies mais generalistas são menos afetadas.

Neste contexto, supõe-se que pelo gênero *Euryoryzomys*, ao habitar formações florestais do Amazonas, da Mata Atlântica e do Cerrado (BONVICINO et al., 2008), os quais apresentam condições ambientais mais estáveis, *E. russatus* tenha se desenvolvido, ao longo dos anos, em ambientes homogêneos, apresentando-se como uma espécie mais especialista. Dessa forma, responde de forma negativa à fragmentação e então provavelmente apresente menor capacidade fisiológica em resposta à privação de água.

Já a espécie *Akodon montensis*, é conhecida como uma espécie generalista em relação ao habitat (PÜTTKER et al., 2008) (habita formações florestais, áreas abertas adjacentes e campos de altitude ao longo de toda a Mata Atlântica, Campos do Sul, áreas florestais da Caatinga e formações vegetais abertas e fechadas do Cerrado (BONVICINO et al., 2008)), e a espécie *Oligoryzomys nigripes*, capaz de ocupar habitats diferentes (PÜTTKER et al., 2008) (habita formações florestais e formações abertas da Floresta Amazônica, Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga e Pantanal (BONVICINO et al., 2008)) e age de forma generalista. Desse modo, é esperado então que essas espécies tenham se desenvolvido em habitats heterogêneos.

Assim, era esperado que as espécies *A. montensis* e *O. nigripes*, por evoluírem em um ambiente mais heterogêneo, serem mais generalistas e por responderem positivamente à fragmentação, apresentasse uma maior capacidade de modular seus parâmetros fisiológicos para lidar com a falta de água, enquanto que *E. russatus*, que evoluiu em ambientes mais homogêneos, é mais especialista e responde de forma negativa à fragmentação, apresentasse menor capacidade fisiológica em resposta à privação de água.

Apesar disso, quando o parâmetro comportamental foi observado, notou-se que não houve diferença entre as espécies, sugerindo que estas não modulam esse componente em resposta à privação de água. Desse modo, supõe-se que por mais que a história evolutiva de *A. montensis* e *O. nigripes* esteja relacionada a ambientes heterogêneos, esta população especificamente, pode estar adaptada a um ambiente mais úmido, como a Mata Atlântica.

5.2. Morfologia Renal

Quando foram comparados o grupo controle, e o grupo em restrição de água, foi observado que não houve diferença entre as espécies para a espessura medular relativa (EMR). Esse resultado sugere que não há modulação da morfologia renal em resposta à privação de água, ou seja, o rim não apresenta uma plasticidade tecidual a curto prazo, como o tempo de privação de água. Essa plasticidade, entretanto, é observado em alguns órgãos como, por exemplo, o intestino (CASSIDY et al., 1981; CONOUR et al., 2002; UNI et al., 2003), e também a bexiga urinária (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2008).

A. montensis e *O. nigripes* possuem, naturalmente, maior EMR que *E. russatus*, e quando foram submetidos a um estresse hídrico, essa diferença permaneceu. Além disso, nenhuma das espécies analisadas apresentou a capacidade de flexibilizar o EMR em resposta à restrição hídrica. Apesar de não conseguirem modular o EMR, *A. montensis* e *O. nigripes* provavelmente apresenta esse índice alto o suficiente para conseguir lidar com a redução de água. Entretanto, os valores de EMR de *E. russatus* não são suficientes para lidar com a falta de água, indicando uma menor capacidade de concentração de urina, e consequentemente uma baixa tolerância a privação hídrica. Talvez, esse fato esteja relacionado com a queda na taxa de sobrevivência apresentada por essa espécie frente as modificações ambientais causadas pela fragmentação.

Como citado anteriormente, as três espécies podem ocupar ambientes com diferentes capacidades hídricas (BONVICINO et al., 2008), podem apresentar histórias evolutivas distintas, evoluindo em ambientes com diferentes graus de heterogeneidade (CANALE; HENRY, 2010) e apresentam características de habitats distintas (espécies generalistas e especialistas) (PÜTTKER et al., 2008). Desse modo, apesar de as três espécies apresentarem o mesmo habitat, era esperado que pelo fato de *A. montensis* e *O. nigripes* serem mais generalistas, tenham desenvolvido mais mecanismos para lidar com mudanças ambientais e, consequentemente tenham uma maior capacidade de concentrar urina, refletida nos maiores valores de EMR. Já pelo fato de *E. russatus* ter evoluído em ambientes homogêneos, esperava-se que isso possa ter afetado a capacidade dessa espécie de concentrar urina, também refletido nos valores de EMR.

Em geral, estudos onde são avaliados os índices renais em roedores (e também para mamíferos de um modo geral) são realizados em animais que habitam áreas mais secas (PILLAY et al., 1994), visto que são estes que devem exibir os maiores valores de capacidade de concentração de urina e, logo, apresentam os valores mais expressivos de EMR. Este fato gera um viés nos dados disponíveis na literatura. Tendo em vista que a maior parte dos dados disponíveis para os valores de EMR são para animais com maiores capacidades de concentração de urina (ambientes mais secos), os valores preditos deverão ser mais altos do que o que realmente deveríamos esperar para roedores de ambientes mais úmidos.

Al-kahtani et al. (2004) e Beuchat (1996), relatam que a massa corpórea de um animal se relaciona negativamente com o EMR, ou seja, roedores que apresentam

maior massa corporal, geralmente tem valores mais baixos de EMR. *E. russatus* é a espécie com maior massa corpórea, o que pode se relacionar com os mais baixos valores de EMR.

O fato dos valores de EMR das três espécies serem muito mais baixas do que o esperado por alometria, e *E. russatus* apresentar valores mais baixos do que *A. montensis* e *O. nigripes* (o que não muda quando a filogenia é considerada), pode se justificar em explicações de cunho biológico, como por exemplo a dieta.

Há registros na literatura em que diferenças entre as dietas possam influenciar na morfologia renal. Casotti et al. (2006), propõe que uma dieta rica em íons e proteína em morcegos carnívoros e insetívoros influencie no maior valor de EMR, obtendo uma urina mais concentrada. Também, em morcegos que apresentam uma dieta rica em hidratos de carbono e fluidos, como nectarívoros e frugívoros, apresentam um EMR menor, e em consequência uma urina mais diluída. *A. montensis* e *O. nigripes* se alimentam de frutas, sementes e invertebrados (PÜTTKER et al., 2008; FONSECA; KIERULFF, 1989), enquanto que *E. russatus* são frugívoros/granívoros (PARDINI; UMETSU, 2006). Desse modo, *E. russatus* apresenta uma dieta basicamente de frutas e sementes, o que lhe refletiu valores de EMR abaixo das espécies *A. montensis* e *O. nigripes*.

6. CONCLUSÃO

Nenhuma das espécies (*Euryoryzomys russatus*, *Akodon montensis* e *Oligoryzomys nigripes*) parece modular a ingestão de alimentos em resposta a privação de água. Desse modo, as respostas diferenciais à privação de água não podem ser explicadas pela modulação da ingestão de alimento. Portanto, possivelmente essa variável não apresenta relação com as diferentes respostas à fragmentação.

Entretanto, apesar de nenhuma das espécies conseguir modular os valores EMR em resposta a privação de água, esse índice parece ser uma das variáveis que explicam as respostas diferenciais à fragmentação. Isso ocorre pois mesmo que as espécies *Akodon montensis* e *Oligoryzomys nigripes* apresentem-se abaixo do esperado por alometria, os valores de EMR ainda são altos o suficiente para lidar com o estresse hídrico. Porém, *Euryoryzomys russatus* apresenta baixos valores de EMR, o que remete a uma baixa concentração de urina, e uma baixa tolerância a privação de água, o que pode ser relacionado com a baixa taxa de sobrevivência frente a mudanças ambientais causadas pela fragmentação.

Desse modo, são necessários novos estudos comparativos para descobrir outras variáveis que junto com o EMR atuam nessa capacidade diferencial dos organismos em ambientes fragmentados. Exemplos de variáveis que podem influenciar na capacidade diferencial podem levar a estudos a nível celular nos rins e em outros tecidos, bem como padrões comportamentais, e fisiológicos.

REFERÊNCIAS

- ABRAHAM S.; L. GREENWALD, AND D. STETSON. Contribution of renal medullary mitochondrial density to urine concentrating ability in mammals. **American Journal of Physiology**, 261:R719–R726, 1991.
- AL-KAHTANI, M. A.; ZULETA, C.; CAVIEDES-VIDAL, E. and GARLAND, T. Kidney mass and relative medullary thickness of rodents in relation to habitat, body size, and phylogeny. **Physiological and Biochemical Zoology**, v 77(3), p.346-365, 2004.
- BEUCHAT, C. A. Body size, medullary thickness, and urine concentrating ability in mammals. **American Journal of Physiology – Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 258, p. R298-308, 1990.
- BEUCHAT, C. A. Structure and concentrating ability of the mammalian kidney: correlations with habitat. **American Journal of Physiology - Regulatory Integrative Comparative Physiology**, 271:157-179, 1996.
- BLOMBERG, S.P.; GARLAND, T. JR & IVES, A.R. Testing for phylogenetic signal in comparative data: behavioral traits are more labile. **Evolution** 57, 717–745, 2003.
- BONVICINO, C. R. **Guia dos Roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos** / C. R. Bonvicino, J. A. Oliveira, P. S. D’Andrea. - Rio de Janeiro: Centro Pan-Americano de Febre Aftosa - OPAS/OMS, 2008.
- BOZINOVIC, F.; GALLARDO, P. The water economy of South American desert rodents: From integrative to molecular physiological ecology. **Comparative Biochemistry & Physiology (Part C)**, v. 142, p. 163-172, 2006.
- BOZINOVIC, F.; CRUZ-NETO, A.P.; CORTES, A.; DIAZ, G.B.; OJEDA, R.A.; GIANNONI, S.M. Physiological diversity in tolerance to water deprivation among species of South American desert rodents. **Journal of Arid Environments**, v. 70, p.427-442, 2007.
- BUENO, A. A. **Pequenos mamíferos da Mata Atlântica do Planalto Atlântico Paulista: uma avaliação da ameaça de extinção e da resposta a alterações no contexto e tamanho dos remanescentes**. 2008. Tese (Doutorado em Zoologia) – Departamento de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- CAREY, C. How physiological methods e concepts can be useful in conservation biology. **Integrative and Comparative Biology**, v.45, p.4–11, 2005.
- CASOTTI, G.; HERRERA, L.G.; FLORES, J.J.; MANCINA, C.A.; AND BRAUN, E.J. Relationships between renal morphology and diet in 26 species of new world bats (suborder microchiroptera). **Zoology Royal Society B-Biological Sciences**, v. 275 (1642), p. 1469-1478, 2006.
- CASSIDY, M.M.; LIGHTFOOT, F.G.; GRAU, L. E.; STORY, J.A.; KRITCHEVSKY, D. and VAHOUNY, G. V. Effect of chronic intake of dietary fibers on the ultrastructural

topography of rat jejunum and colon: a scanning electron microscopy study. **The American Journal of Clinical Nutrition** 34: 218-228, 1981.

CHEVERUD, J.M., DOW, M.M. An autocorrelation analysis of genetic variation due to lineal fission in social groups of Rhesus monkeys. **American Journal of Physical Anthropology**, 67, 113–121, 1985.

COLEMAN, J.C.; DOWNS, C.T. Variation in urine concentrating ability and water balance of Black-tailed Tree Rat *Thallomys nigricauda*, along an aridity gradient. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part A, v. 154, p. 508-513, 2009.

COLLIER, G.; LEVITSKY, D. Defense of water balance in rats: behavioral and physiological responses to depletion. **Journal of Comparative and Physiological Psychology**, v. 64, p. 59-67, 1967.

CONOUR, J. E.; GANESSUNKER, D.; TAPPENDEN, K. A.; DONOVAN, S. M. and GASKINS, H. R. Acidomucin goblet cell expansion induced by parenteral nutrition in the small intestine of piglets. **American Journal of Physiology Gastrointestinal Liver Physiology**, 283: G1185–G1196, 2002.

COSTA, L.; LEITE, Y.L.R.; MENDES, S.L.; & DITCHFIELD, A.D. 2005. **Conservação de mamíferos no Brasil. Megadiversidade: desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade no Brasil** 1(1): 101-112.

COOPER, C.E., WITHERS, P.C. Numbats and aardwolves—how low is low? A reaffirmation of the need for statistical rigour in evaluating regression predictions. **Journal of Comparative Physiology**, B 176, 623–629, 2006.

COOPER, C. E.; WITHERS, P. C. Gross renal morphology of the numbat (*Myrmecobius fasciatus*) (Marsupialia : Myrmecobiidae). **Australian Mammalogy**, 32: 95–97, 2010.

CUNHA, A.A.; & VIEIRA, M.V. Support diameter, incline, and vertical movements of four didelphid marsupials in the Atlantic forest of Brazil. **Journal of Zoology**, 258:419-426, 2002.

DIAZ, G.B. & OJEDA, R.A. Kidney structure and allometry of Argentine desert rodents. **Journal of Arid Environments**, 41: 453–461, 1999.

DIAZ, G.B.; OJEDA, R.A.; REZENDE, E.L. Renal morphology, phylogenetic history and desert adaptations of South American hystricognath rodents. **Functional Ecology**, v. 20, p. 609-620, 2006.

EL-GOHARY, Z. M. A. 2009. Structural- functional adaptations in the kidneys of two rodent species inhabiting different habitats. **Egyptian Journal of Zoology**, 52: 337-362, 2010.

EL-GOHARY, Z. M. A.; ABD EL HADY, S.; AND EL BELTAGY, A. Comparative anatomical studies on the kidneys of frugivorous (*Rousettus aegyptiacus*) and

insectivorous (*Taphozous perforatus*) bat. **Proc. 5th International Conference Biology Science (Zoology)**, 5: 29-35, 2008.

EL-GOHARY, Z.M.A.; KHALIFA. S.A.; EL-SAID FAHMY A.M.; TAG. Y.M. Comparative Studies on the Renal Structural Aspects of the Mammalian Species Inhabiting Different Habitats. **Journal of American Science**, 7(4), 2011.

ENGELL, D. Interdependency of food and water intake in humans. **Appetite** v. 10, p. 133–141, 1988.

FAVARONI MENDES, L.A.; ROCHA, P.L.B.; RIBEIRO, M.F.S.; PERRY S.F.; OLIVEIRA, E.S. Differences in ingestive balance of two populations of neotropical *Thrichomys apereoides* (Rodentia, Echimyidae). **Comparative Biochemistry and Physiology (Part A)**, v. 138, p. 327-332, 2004.

FRECKLETON, R.P.; HARVEY, P.H. & PAGEL, M. Phylogenetic analysis and comparative data: a test and review of evidence. **American Naturalist** 160, 712–726, 2002.

FONSECA, G.A.B.; HERRMANN, G., LEITE, Y.L.R.; MITTERMEIER, R.A.; RYLANDS, A.B.; & PATTON, J.L. Lista anotada dos Mamíferos do Brasil. **Occasional Papers in Conservation Biology** 4: 1-38, 1996.

GALLARDO, P. A.; CORTÉS, A. AND BOZINOVIC, F. Phenotypic flexibility at the molecular and organismal level allows desert-dwelling rodents to cope with seasonal water availability. **Physiological and Biochemical Zoology**, 78(2):145–152, 2005.

GALDINO, L.H. 2011. **Efeitos da temperatura na resistência à privação de água em pequenos roedores**. TCC (Bacharel em Ciências Biológicas) no Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências de Rio Claro, 2011.

GELUSO, K.N. Urine Concentrating Ability and Renal Structure of Insectivorous Bats. **Journal of Mammalogy**, Vol. 59, No. 2, pp. 312-323, May, 1978.

GENTILE, R.; & FERNANDEZ, F.A.S. Influence of habitat structure on a streamside small mammal community in a Brazilian rural area. **Mammalia** 63:29-40, 1999.

GREENWALD L. AND D. STETSON. Urine concentration and the length of the renal papilla. **News in Physiological Science** 3:46–49, 1988.

GREENWALD L. The significance of renal relative medullary thickness. **Physiological Zoology** 62:1005–1014. 1989.

GRELLE, C.E.V. Forest structure and vertical stratification of small mammals in a secondary Atlantic forest, southeastern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environmental** 38:81-85, 2003.

HAYES, J.P., SHONKWILER, J.S. Allometry, antilog transformations, and the perils of prediction on the original scale. **Physiological and Biochemical Zoology**, 79, 665–674, 2006.

HAYES, J.P., SHONKWILER, J.S. Allometry, antilog transformations, and the perils of prediction on the original scale. **Physiological and Biochemical Zoology**, 80, 556, 2007.

HELMUTH, B.; KINGSOLVER, J.G.; CARRINGTON, E. Biophysics, physiological ecology, and climate change: Does Mechanism Matter? **Annual Reviews Physiology**, v.67, p. 177-201, 2005.

HEWITT, S. Plasticity of renal function in the australian desert rodent *Notomys alexis*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 69A, pp 297–304, 1981.

HICKMAN, C.P.; ROBERTS, L.S.; LARSON, A. **Princípios Integrados de Zoologia**. 11ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. (628-646).

HOUP, R.T.; YANG, H. Water deprivation, plasma osmolality, blood volume, and thirst in young pigs. **Physiology & Behavior**, Vol. 57, No. 1, pp. 49-54, 1995.

JUNQUEIRA, L.C. e CARNEIRO, J. **Histologia Básica**. 11ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. (371-388).

KARASOV, W.H. e MARTÍNEZ DEL RIO, C. **Physiological Ecology: How animals process energy, nutrients, and toxins**. Princeton: Princeton University Press, 2009.

LEITE, Y.L.R., COSTA, L.P. & STALLINGS, J.R. Diet and vertical space use of three sympatric opossums in a Brazilian Atlantic forest reserve. **Journal of Tropical Ecology** 12:435-440, 1997.

MARES, M.A. Water economy and salt balance in a South American desert rodent, *Eligmodontia typus*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 56A, p. 325-332, 1977.

METZGER, J.P. Tree functional group richness and landscape structure in a Brazilian tropical fragmented landscape. **Ecological Applications** v.10, p.1147– 1161, 2000.

METZGER, J.P.; ALVES, L.F.; GOULART, W.; TEIXEIRA, A.M.G.; SIMÕES, S.J.C. AND CATHARINO, E.L.M. Uma área de relevante interesse biológico, porém pouco conhecida: a Reserva Florestal do Morro Grande. **Biota Neotropica** May/Aug 2006 vol. 6 no. 2, disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn00406022006>. ISSN 1676-0603 (acesso 30/01/2012)

METZGER, J.P.; MARTENSEN, A.C.; DIXO, M.; BERNACCI, L.C.; RIBEIRO, M.C.; TEIXEIRA, A.M.G.; PARDINI, R. Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic forest region. **Biological Conservation** v.142, p.1166–1177, 2009.

MCNAB, B.K. **The Physiological Ecology of Vertebrates: A view from energetics**. Ithaca, NY: Cornell University Press, 2002.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p.853-858, 2000.

NORRIS, M.L.; HOUP, K.A.; HOUP, R. Effect of Food Availability on the Physiological Responses to Water Deprivation in Ponies. **Journal of Equine Veterinary Science** 1-7, 2012.

PANNABECKER, T. L.; DANTZLER, W. H.; LAYTON, H. E.; LAYTON, A. T. Role of threedimensional architecture in the urine concentrating mechanism of the rat renal inner medulla. **American Journal of Physiology**, 295: 1271-1285, 2008.

PARDINI, R. Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape. **Biodiversity and Conservation**, v.13, p. 2567-2586, 2004.

PARDINI, R.; SOUZA, S.M.; BRAGA-NETO, R.; METZGER, J.P. The role of Forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic Forest landscape. **Biological Conservation**, v. 124, p. 253-266, 2005.

PARDINI, R.; UMETSU, F. Pequenos mamíferos não-voadores da Reserva Florestal do Morro Grande – distribuição das espécies e da diversidade em uma área de Mata Atlântica. **Biota Neotropica**, v.6 (n2), 2006.

PARDINI, R.; BUENO, A.A.; GARDNER, T.A.; PRADO, P.I.; METZGER, J.P.; FENTON, B. Beyond the Fragmentation Threshold Hypothesis: Regime Shifts in Biodiversity Across Fragmented Landscapes. **Plos One**, v. 5, p. e13666, 2010.

PINOTTI, B.T. **Pequenos mamíferos terrestres e a regeneração da Mata Atlântica: influência da estrutura do habitat e da disponibilidade de alimento na recuperação da fauna**. 2010. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2010.

PÜTTKER, T.; MEYER-LUCHT, Y.; SOMMER, S. Fragmentation effects on population density of three rodent species in secondary Atlantic Rainforest, Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** Vol. 43, No. 1, pp. 11–18, 2008.

RANDALL, D.; BURGGREN, W.; FRENCH, K. **Eckert: Fisiologia animal**. 4ª Edição. Guanabara Koogan, 2011.

REZENDE, E.L., BOZINOVIC, F. & GARLAND, T. JR. Climatic adaptation and the evolution of basal and maximum rates of metabolism in rodents. **Evolution** 58, 1361–1374, 2004.

RIBEIRO, M.F.S.; ROCHA, P.L.B.; MENDES, L.A.F.; PERRY, S.F.; OLIVEIRA, E.S. Physiological effects of short term water deprivation in the South American sigmodontine Rice rat *Oligoryzomys nigripes* and water rat *Nectomys squamipes* within a phylogenetic context. **Canadian Journal of Zoology**, Toronto, v.82, n.8, p.1326-1335, 2004.

ROHLF, F.J. Comparativemethods for the analysis of continuous variables: geometric interpretations. **Evolution** 55, 2143–2160, 2001.

SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia Animal: Adaptação e Meio Ambiente**. 5.^a Edição. Editora Santos, 2002. (301-388).

SCHOORLEMMER, G.H.M.; EVERED, M.D. Reduced feeding during water deprivation depends on hydration of the gut. **American Journal of Physiology – Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, 283: R1061-R1069, 2002.

SENN, M.; GROSS-LUEM, S.; KAUFMANN, A., LANGHANS, W. Effect of water deprivations on eating patterns of lactating cows fed grass and corn pellets ad lib. **Physiology & Behavior**, Vol. 60, No. 6, pp. 1413–1418, 1996.

SLADE, N. A., L. A. RUSSELL, AND T. J. DOONAN. The impact of supplemental food on movements of prairie voles (*Microtus ochrogaster*). **Journal of Mammalogy** 78:1149–1155, 1997.

STUDIER, E.H. and RIMLE, D.A. Concentration and composition of natural urine of some michigan small mammal. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Vol. 67A, pp. 163-165, 1980.

TIRADO, C.; CORTÉS,A.; BOZONOVIC, F. Water balance in two South American Phyllotis desert rodents, *P. xanthopygus rupestris* and *P. darwini darwini*. **Jounal of Arid Environments**, v.72,p.664-670, 2008.

TURNER, I. M. Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. **Journal of Applied Ecology** 33(22):200-209, 1996.

UNI, Z.; SMIRNOV, A. and SKLAN, D. Pre- and posthatch development of goblet cells in the broiler small intestine: effect of delayed access to feed. **Poultry Science Association, Inc**, 82:320–327, 2003

VIEIRA, E.M.; & MONTEIRO-FILHO, E.L.A. Vertical stratification of small mammals in the Atlantic rain forest of south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology** 19:501-507, 2003.

WILSON, E. O. 1998. **Biodiversity**. Academic Press, Washington, D.C.

YANG, T.S.; HOWARD, B.; MACFARLANE, W.V. Effects of food on drinking behavior of growing pigs. **Applied Animal Ethology**, vol. 7, p. 259-270, 1981.

YUAN, J.; AND PANNABECKER, T. L. Architecture of inner medullary descending and ascending vasa recta: Pathways for countercurrent exchange. **American Journal of Physiology**, 10: 1152, 2010.

APÊNDICE A – Banco de dados para EMR

Espécie	Peso (kg)	EMR	Referência
<i>Pedetes capensis</i>	4,000	5,90	Al-kahtani, 2004; Beuchat, 1996
<i>Jaculus jaculus</i>	0,051	9,30	Al-kahtani, 2004; Beuchat, 1996
<i>Acomys cahirinus</i>	0,037	9,74	Al-kahtani, 2004; Beuchat, 1996; Diaz et al, 2001
<i>Acomys russatus</i>	0,043	10,75	Al-kahtani, 2004; Beuchat, 1996; El-Gohary et al, 2011
<i>Apodemus mystacinus</i>	0,036	6,40	Al-kahtani, 2004; Beuchat, 1996
<i>Arvicanthis niloticus</i>	0,122	5,67	Al-kahtani, 2004
<i>Mesembriomys gouldii</i>	0,900	8,00	Beuchat, 1996
<i>Notomys alexis</i>	0,029	10,05	Beuchat, 1996; Brownfield and Wunder, 1976
<i>Pseudomys delicatula</i>	0,012	7,70	Beuchat, 1996
<i>Pseudomys hermannsburgensis</i>	0,013	7,50	Beuchat, 1996
<i>Hydromys chrysogaster</i>	0,850	3,90	Beuchat, 1996
<i>Mus musculus</i>	0,300	8,00	Beuchat, 1996
<i>Otomys angoniensis</i>	0,116	4,06	Al-kahtani, 2004
<i>Otomys irroratus</i>	0,172	3,39	Al-kahtani, 2004
<i>Otomys sloggetti robertsi</i>	0,102	4,30	Al-kahtani, 2004
<i>Otomys unisulcatus</i>	0,118	5,99	Al-kahtani, 2004
<i>Parotomys brantsii</i>	0,112	5,81	Al-kahtani, 2004
<i>Parotomys littledalei</i>	0,107	6,79	Al-kahtani, 2004
<i>Akodon longipilis</i>	0,025	7,10	Al-kahtani, 2004
<i>Akodon albiventer</i>	0,020	7,70	Al-kahtani, 2004
<i>Akodon montensis</i>	0,029	4,40	Presente trabalho
<i>Akodon olivaceus</i>	0,023	7,55	Al-kahtani, 2004; Cortés et al, 1990
<i>Akodon molinae</i>	0,031	10,09	Diaz e Ojeda, 1999

Espécie	Peso (kg)	EMR	Referência
<i>Akodon xanthorhinus</i>	0,022	7,90	Al-kahtani, 2004
<i>Chroeomys andinus</i>	0,020	7,85	Al-kahtani, 2004
<i>Andalgalomys olrogi</i>	0,023	13,48	Al-kahtani, 2004
<i>Andalgalomys roigi</i>	0,028	12,60	Diaz e Ojeda, 1999
<i>Auliscomys boliviensis</i>	0,033	7,00	Al-kahtani, 2004
<i>Auliscomys sublimis</i>	0,036	7,10	Al-kahtani, 2004
<i>Phyllotis darwini</i>	0,051	6,80	Al-kahtani, 2004; Cortés et al, 1990; Gallardo et al, 2005
<i>Phyllotis magister</i>	0,113	7,30	Al-kahtani, 2004
<i>Phyllotis osgoodi</i>	0,064	7,00	Al-kahtani, 2004
<i>Phyllotis osilae</i>	0,053	6,70	Al-kahtani, 2004
<i>Phyllotis xanthopygus</i>	0,038	8,53	Al-kahtani, 2004; Diaz e Ojeda, 1999
<i>Graomys domorum</i>	0,082	6,70	Al-kahtani, 2004
<i>Graomys griseoflavus</i>	0,055	8,37	Al-kahtani, 2004; Diaz e Ojeda, 1999
<i>Andinomys edax</i>	0,065	6,40	Al-kahtani, 2004
<i>Bolomys lactens</i>	0,036	7,10	Al-kahtani, 2004
<i>Calomys callosus</i>	0,016	6,80	Al-kahtani, 2004
<i>Calomys lepidus</i>	0,014	6,20	Al-kahtani, 2004
<i>Calomys musculus</i>	0,014	9,75	Al-kahtani, 2004; Diaz e Ojeda, 1999
<i>Chelemys macronyx</i>	0,049	5,80	Al-kahtani, 2004
<i>Eligmodontia moreni</i>	0,015	10,66	Al-kahtani, 2004; Diaz e Ojeda, 1999
<i>Eligmodontia puerulus</i>	0,018	8,00	Al-kahtani, 2004
<i>Eligmodontia typus</i>	0,017	9,61	Al-kahtani, 2004; Beuchat, 1996; Diaz et al, 2001
<i>Neotomys ebriosus</i>	0,062	6,30	Al-kahtani, 2004
<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>	0,029	6,80	Al-kahtani, 2004
<i>Oligoryzomys nigripis</i>	0,020	4,76	Presente trabalho

Espécie	Peso (kg)	EMR	Referência
<i>Peromyscus leucopus</i>	0,024	6,63	Al-kahtani, 2004; Beuchat, 1996
<i>Onychomys torridus</i>	0,022	7,30	Al-kahtani, 2004
<i>Neotoma albigula</i>	0,095	6,56	Al-kahtani, 2004
<i>Neotoma mexicana</i>	0,098	6,30	Al-kahtani, 2004
<i>Cricetus cricetus</i>	0,108	5,69	Beuchat, 1996
<i>Mesocricetus auratus</i>	0,082	8,31	Al-kahtani, 2004; Beuchat, 1996
<i>Clethrionomys gapperi</i>	0,019	4,30	Beuchat, 1996
<i>Microtus agrestis</i>	0,030	5,80	Beuchat, 1996
<i>Microtus pennsylvanicus</i>	0,038	6,10	Beuchat, 1996
<i>Neofiber alleni</i>	0,250	3,60	Beuchat, 1996
<i>Meriones hurrianæ</i>	0,062	12,60	Beuchat, 1996
<i>Meriones crassus</i>	0,067	10,32	Al-kahtani, 2004; Beuchat, 1996
<i>Meriones shawi</i>	0,171	8,20	Al-kahtani, 2004
<i>Meriones tristrami</i>	0,052	8,20	Al-kahtani, 2004
<i>Meriones unguiculatus</i>	0,070	7,51	Al-kahtani, 2004; Beuchat, 1996; Donaldson and Edwards, 1981
<i>Sekeetamys calurus</i>	0,058	9,03	Al-kahtani, 2004
<i>Psammomys obesus</i>	0,150	10,70	Beuchat, 1996
<i>Gerbillurus paebe</i>	0,029	5,97	Al-kahtani, 2004
<i>Gerbillurus setzeri</i>	0,028	8,35	Al-kahtani, 2004
<i>Gerbillus dasyurus</i>	0,028	9,97	Al-kahtani, 2004
<i>Gerbillus gerbillus</i>	0,048	10,12	Al-kahtani, 2004; Beuchat, 1996; Brownfield and Wunder, 1976
<i>Castor canadensis</i>	25,000	1,30	Beuchat, 1996
<i>Castor fiber</i>	25,000	3,90	Beuchat, 1996
<i>Perognathus longimembris</i>	0,009	11,60	Beuchat, 1996
<i>Chaetodipus formosus</i>	0,018	9,68	Beuchat, 1996

Espécie	Peso (kg)	EMR	Referência
<i>Dipodomys ordii</i>	0,044	8,40	Beuchat, 1996; Brownfield and Wunder, 1976
<i>Dipodomys agilis</i>	0,054	8,00	Al-kahtani, 2004
<i>Dipodomys microps</i>	0,062	8,61	Al-kahtani, 2004
<i>Dipodomys merriami</i>	0,036	8,55	Beuchat, 1996; Lawler and Geluso, 1986
<i>Dipodomys deserti</i>	0,105	7,21	Beuchat, 1996
<i>Dipodomys spectabilis</i>	0,100	8,50	Beuchat, 1996
<i>Microdipodops pallidus</i>	0,013	9,52	Beuchat, 1996
<i>Geomys pinetis</i>	0,165	5,00	Al-kahtani, 2004
<i>Octodon bridgesi</i>	0,163	5,40	Al-kahtani, 2004; Diaz et al, 2006
<i>Octodon lunatus</i>	0,171	5,30	Al-kahtani, 2004; Cortés et al, 1990; Diaz et al, 2006
<i>Octodon degus</i>	0,143	6,82	Diaz et al, 2006
<i>Tympanoctomys barrerae</i>	0,084	9,52	Diaz e Ojeda, 1999; Diaz et al, 2006
<i>Octomys mimax</i>	0,096	6,10	Diaz e Ojeda, 1999; Diaz et al, 2006
<i>Ctenomys opimus</i>	0,370	6,30	Diaz et al, 2006
<i>Ctenomys mendocinus</i>	0,117	9,83	Ojeda et al, 1999
<i>Ctenomys fulvus</i>	0,185	6,90	Diaz et al, 2006
<i>Abrocoma bennetti</i>	0,221	7,02	Al-kahtani, 2004; Diaz et al, 2006
<i>Hydrochaeris hydrochaeris (iathimius)</i>	53,000	2,10	Beuchat, 1996
<i>Abrocoma cinerea</i>	0,085	6,90	Diaz et al, 2006
<i>Microcavia australis</i>	0,223	9,76	Diaz et al, 2006; Ojeda et al, 1999
<i>Microcavia niata</i>	0,181	8,10	Beuchat, 1996; Diaz et al, 2006
<i>Dasyprocta leporina</i>	2,600	3,90	Beuchat, 1996; Diaz et al, 2006
<i>Myocastor coypus</i>	10,000	3,50	Beuchat, 1996; Diaz et al, 2006
<i>Proechimys sp</i>	0,263	4,60	Diaz et al, 2006
<i>Dolichotis patagonum</i>	12,500	5,70	Beuchat, 1996

Espécie	Peso (kg)	EMR	Referência
<i>Hystrix cristata</i>	20,000	2,70	Beuchat, 1996
<i>Chinchilla lanigera</i>	0,366	8,05	Al-kahtani, 2004; Beuchat, 1996; Brownfield and Wunver, 1976; Diaz et al, 2006
<i>Spalacopus cyanus</i>	0,092	5,67	Al-kahtani, 2004; Cortés et al, 1990; Diaz et al, 2006
<i>Octodontomys gliroides</i>	0,176	7,45	Al-kahtani, 2004; Diaz e Ojeda, 1999; Diaz et al, 2006
<i>Aconaemys sagei</i>	0,106	5,90	Al-kahtani, 2004
<i>Aconaemys fuscus</i>	0,126	5,54	Al-kahtani, 2004; Diaz et al, 2006
<i>Aplodontia rufa</i>	0,785	2,90	Beuchat, 1996; Nungesser and Pfeiffer, 1965
<i>Spermophilus beecheyi</i>	0,493	7,07	Beuchat, 1996
<i>Spermophilus lateralis</i>	0,212	5,44	Beuchat, 1996
<i>Cynomys leucurus</i>	1,173	5,75	Al-kahtani, 2004; Beuchat, 1996
<i>Cynomys ludovicianus</i>	0,962	5,79	Al-kahtani, 2004; Beuchat, 1996
<i>Tamias striatus</i>	0,109	6,20	Beuchat, 1996
<i>T. amoenus</i>	0,042	9,39	Beuchat, 1996
<i>T. speciosus</i>	0,072	7,76	Beuchat, 1996
<i>T. minimus</i>	0,035	11,10	Beuchat, 1996; Brownfield and Wunder, 1976
<i>Tamias alpinus</i>	0,039	10,20	Beuchat, 1996
<i>Xerus inauris</i>	0,400	14,10	Beuchat, 1996
<i>Tamiasciurus hudsonicus</i>	0,175	5,79	Al-kahtani, 2004; Beuchat, 1996
<i>Sciurus carolinensis</i>	0,673	5,15	Beuchat, 1996
<i>Sciurus vulgaris</i>	0,550	5,30	Beuchat, 1996
<i>Funambulus pennanti</i>	1,700	6,80	Al-kahtani, 2004; Beuchat, 1996

Referências do Apêndice A

- AL-KAHTANI, M. A.; ZULETA, C.; CAVIEDES-VIDAL, E. and GARLAND, T. Kidney mass and relative medullary thickness of rodents in relation to habitat, body size, and phylogeny. **Physiological and Biochemical Zoology**, v 77(3), p.346-365, 2004.
- BEUCHAT, C. A. Structure and concentrating ability of the mammalian kidney: correlations with habitat. **American Journal of Physiology - Regulatory Integrative Comparative Physiology**, 271:157-179, 1996.
- DIAZ, G.B. & OJEDA, R.A. Kidney structure and allometry of Argentine desert rodents. **Journal of Arid Environments**, 41: 453–461, 1999.
- DIAZ, G.B.; OJEDA, R.A.; REZENDE, E.L. Renal morphology, phylogenetic history and desert adaptations of South American hystricognath rodents. **Functional Ecology**, v. 20, p. 609-620, 2006.
- EL-GOHARY, Z.M.A.; KHALIFA. S.A.; EL-SAID FAHMY A.M.; TAG. Y.M. Comparative Studies on the Renal Structural Aspects of the Mammalian Species Inhabiting Different Habitats. **Journal of American Science**, 7(4), 2011.
- BROWNFIELD, M. S.; WUNVER, B.A. Relative Medullary Area: A New Structural Index For Estimating Urinary Concentrating Capacity Of Mammals. **Comparative Biochemistry and Physiology**, vol. 55A, pp 69-75, 1976.
- CORTES, A.; ROSENMAN, M.; BAEZ, C. Función del riñón y del pasaje nasal en la conservación de agua corporal en roedores simpátricos de Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural*, vol 63, pp 279-291,1990.
- GALLARDO, P. A.; CORTÉS, A.; BOZINOVIC, F. Phenotypic Flexibility at the Molecular and Organismal Level Allows Desert-Dwelling Rodents to Cope with Seasonal Water Availability. **Physiological and Biochemical Zoology**, 78(2):145–152, 2005.
- DONALDSON, K., EDWARDS, B.A. a comparison of the effects of saline imbibition and water deprivation on the composition of the blood, urine and pituitary neural lobe of the gerbil (*Meriones unguiculatus*). **Physiological and Biochemical Zoology**, Vol. 68A, pp. 31-35, 1981.
- LAWLER, R.M.; GELUSO, K.N. Renal Structure and Body Size in Heteromyid Rodents. **Journal of Mammalogy**, Vol. 67, nº 2, pp. 367-372, 1986.
- OJEDA, R.A.; BORGHI, C.E.; DIAZ, G. B.; GIANNONI, S.M.; MARES, M.A.; BRAUN, J.K. Evolutionary convergence of the highly adapted desert rodent *Tympanoctomys barrerae* (Octodontidae). **Journal of Arid Environments**, 41: 443–452, 1999.
- NUNGESSER, W.C.; PFEIFFER, E.W. Water balance and maximum concentrating capacity in the primitive rodent, *Aplodontia rufa*. **Comparative biochemistry and physiology**, vol. 14, pp. 289-297, 1965.

Orientador: Prof. Dr. Ariovaldo Pereira da Cruz-Neto.

Co-Orientador: Alexandre Castellar

Aluna: Paula Custódio Bertoli