



UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI – URCA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - CCBS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA BIOLÓGICA – DQB
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BIOPROSPECÇÃO MOLECULAR – PPBM

Dissertação de Mestrado

REPERTÓRIO COMPORTAMENTAL DE *Kingsleya attenboroughi*, Pinheiro & Santana 2016, (CRUSTÁCEO, BRACHYURA) EM CONDIÇÕES LABORATÓRIAS

Carlito Alves do Nascimento

CRATO – CE

2019



UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI – URCA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - CCBS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA BIOLÓGICA – DQB
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BIOPROSPECÇÃO MOLECULAR – PPBM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Bioprospecção Molecular PPBM da Universidade Regional do Cariri-URCA como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.
Área de concentração: Biodiversidade.

Orientador: Prof^o. Dr. Allysson Pontes Pinheiro

REPERTÓRIO COMPORTAMENTAL DE *Kingsleya attenboroughi*, Pinheiro & Santana 2016, (CRUSTÁCEO, BRACHYURA) EM CONDIÇÕES LABORATÓRIAS

Carlito Alves do Nascimento

CRATO – CE

2019

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Regional do Cariri –
URCA Bibliotecária: Ana Paula Saraiva CRB 3/1000

Alves do Nascimento, Carlito.

A474r Repertório comportamental de *Kingsleya attenboroughi*, Pinheiro Santana 2016,

(Crustáceo, Brachyura) em condições laboratórias/Carlito Alves do Nascimento. –

Crato-CE, 2019 45p.

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular-
PPBM da Universidade Regional do Cariri – URCA. Área de Concentração: Biodiversidade.

Orientador: Prof. Dr. Allysson Pontes Pinheiro

1. Comportamento, 2. Caranguejo, 3. Etograma, 4. Água doce, 5.

Pseudothelphusidae; I. Título.

CDD: 595.384 2

CARLITO ALVES DO NASCIMENTO

**REPERTÓRIO COMPORTAMENTAL DE *Kingsleya attenboroughi*, Pinheiro & Santana 2016,
(CRUSTÁCEO, BRACHYURA) EM CONDIÇÕES LABORATÓRIAS**

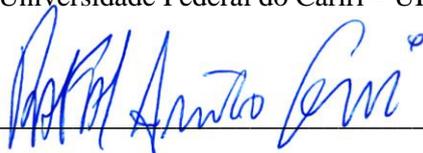
Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Bioprospecção Molecular PPBM da Universidade Regional do Cariri-URCA como requisito parcial para obtenção do título de Mestre. Área de concentração: Biodiversidade.

Profº. Drº. Allysson Pontes Pinheiro - (Orientador)

Universidade Regional do Cariri – URCA

Profº. Drº. Samuel Cardozo Ribeiro - (Membro Interno)

Universidade Federal do Cariri – UFCA



Profº. Drº. Rafael Augusto Gregatti - (Membro Externo)

Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO - PR

CRATO – CE

2019

Dedico este trabalho a meus pais, Manoel Gonçalves do Nascimento (in memória) e Maria Alves de Moura, que mesmo sem terem a educação escolar formal, souberam me ensinar da forma mais clara o valor que tem a educação na vida das pessoas...

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por nos conceder a vida...

Agradeço imensamente ao meu orientador Prof^o. Dr^o. Allysson Pontes Pinheiro, pelo apoio, orientação e incentivo, fundamentais para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho!!!

Agradeço ao Prof^o. Dr^o. Francisco Messias Alves Filho, por ceder o espaço físico e estrutura para condução dos experimentos.

A Juliano, um dos caras mais prestativos que já conheci e a todos da Piscicultura do IFCE, Campus, Crato.

A Whanderson, (paciência em pessoa) pela sua participação e ajuda na estatística e aos colegas do LACRUSE, principalmente aos que foram ao campo coletar.

Aos professores avaliadores; Dr^o. Rafael Augustu Gregati

Dr^o. Samuel Cardozo Ribeiro

Dr^o. Robson Waldemar Ávila

À minha família (Papai, Mamãe, Avan, (Clemilton, Arthur, Pedro Enzo), Ana Delmira, Ana Livia, José Lucas, (Lucinha esposa), Dona Helena, Neilton, (Paulo César, ** foi coletar comigo, na graduação e no mestrado) Levy, Dayane (que sonha que eu passe num concurso e sustente todo mundo da família, kkkkkkk), Niltinho, Larisse, Nicolas, Marquinhos, Nayara, Ingrid, Ysabela).

Obrigado a todos vocês que torcem, que vibram comigo a cada passo dado, que falam baixo, nem tão baixo assim, quando eu estou estudando, que de alguma forma me incentivam a continuar nessa jornada, obrigado!!!!

Faço um agradecimento especial a minha esposa Lucia Oliveira (Lucinha), a quem de todas as formas, me incentivou e incentiva a estudar, pesquisar a aprender, companheira de todas as horas, de todas mesmo, até foi “catar caranguejo” comigo, mesmo sem saber talvez tenha sido esse o maior incentivo!!!

SUMÁRIO

Considerações Iniciais	7
Referências	10
CAPÍTULO 1 - Repertório Comportamental de <i>Kingsleya attenboroughi</i> Pinheiro & Santana 2016, (Crustáceo: Brachyura) em Condições de Laboratório	14
Introdução	15
Material e Métodos	16
Coleta, transporte e aclimatação	16
Observação e construção do etograma	17
Análises estatísticas	18
Resultados	18
Frequência relativa dos atos comportamentais	18
Emerso e Imerso	20
Locomoção	20
Alimentação	21
Imobilidade	21
Autolimpeza	21
Discussão	21
Referências	25
CAPITULO II – Comportamento de Acasalamento do Caranguejo de Água Doce <i>Kingsleya attenboroughi</i> Pinheiro & Santana 2016, (Crustáceo: Brachyura) Para as Fases de Corte, Cópula e Pós-Cópula	30
Resumo	31
Abstract	31
Introdução	32
Material e Métodos	34
Coleta e transporte dos espécimes	34
Experimento de acasalamento	35
Resultados	36
Descrição do comportamento sexual	36
Discussão	38
Referências	42
Considerações finais	46

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os Brachyura, são o grupo dos caranguejos verdadeiros, possuem o maior número de espécies dentro dos crustáceos decápodes, reunindo 39 superfamílias e 98 famílias para 1.359 gêneros e 7.073 espécies válidas (Ng et al., 2008). Destas, cerca de 1.300 pertencem ao grupo dos caranguejos de água doce (Yeo et al., 2008).

Os caranguejos de água doce fazem parte de um grupo diversificado de invertebrados que desempenham papel importante na estrutura de comunidades aquáticas, contribuindo tanto no fluxo de energia quanto na ciclagem de nutrientes (Hill & O'keeffe 1992). Estes organismos sofreram adaptações morfológicas e comportamentais para se acomodarem a um ambiente instável (Senkman et al. 2014). Especialização em habitat, distribuição geográfica limitada, endemismo, baixa fecundidade com pequeno número de ovos grandes, cuidado parental, fase larval abreviada e desenvolvimento direto são características reprodutivas dos caranguejos de água doce (Hartnoll 1988; Anger 2013).

As famílias Trichodactylidae e Pseudothelphusidae são as únicas ocorrentes no Brasil (Magalhães 2003b). Os Pseudothelphusidae se distribuem em locais com altitude variando de 300 a 3000 m, habitando nascentes, rios, riachos e córregos de águas claras, em áreas de florestas de terra firme na região amazônica, presentes em corredeiras e cachoeiras em outras localidades da região neotropical (Rodriguez 1982).

Pseudothelphusidae possui grupos com distribuição relictual, como os membros da tribo Kingsleyini Bott, 1970, *Fredius reflexifrons* (Ortmann, 1897) na Chapada da Ibiapaba (Magalhães et al 2005) e o *Kingsleya attenboroughi* Pinheiro e Santana 2016 na Chapada do Araripe (Pinheiro & Santana 2016).

Segundo Zimmermann et al. (2009), existem poucos estudos sobre o repertório comportamental de crustáceos decápodes. As informações referentes às espécies brasileiras da família (Pseudothelphusídeos) advêm de trabalhos de cunho taxonômico ou zoogeográfico. Exceto por publicações isoladas ou por notas e observações eventuais feitas em etiquetas de coleta, não há muitas informações sistematizadas sobre aspectos da biologia, fisiologia e ecologia dessas espécies (Magalhães 2016).

Os estudos sobre o comportamento de crustáceos podem ser importantes para que se possa compreender as relações entre espécies e seu ambiente ou mesmo relações interespecíficas, assim como podem ser relevantes para a conservação de populações

(Sant'Anna et al. 2014). O comportamento e a preferência por determinados habitats pode justificar a ocupação destes animais em ambientes com condições instáveis (Collins et al. 2006; Collins et al. 2007, 2009) e diante disso, o desenvolvimento de estudos que envolvam aspectos ecológicos (Davanso et al. 2013), comportamental e biológicos, podem acrescentar informações importantes através das quais se pode viabilizar a conservação de muitas espécies de caranguejos dulcícolas (Taddei & Herrera 2010).

Os estudos comportamentais fornecem informações importantes para melhoria no bem-estar dos animais mantidos em diferentes condições, auxiliando desde a sua manutenção e transporte quando coletados, até no desenvolvimento de melhores técnicas de cultivo (Santos, Freire, Pontes, 2013; Sampaio, 2014). Para que alguns organismos sobrevivam na natureza, eles necessitam manter um rico repertório etológico, com uma disposição para comportar-se de modo diferenciado em determinadas situações (Ayes-Peres, Araújo, Santos 2011).

De acordo com Del-Claro (2010), estudos etológicos são ferramentas fundamentais para a compreensão das interações ecológicas e da biodiversidade, sendo indispensável para a conservação. Para as descrições comportamentais, são utilizados etogramas, os quais são descrições de todos os distintos comportamentos exibidos por uma espécie, como deslocamento, corte, acasalamento, busca por alimento ou combates (Nilsen et al. 2004; Ayes-Peres, Araújo, Santos 2011).

Etogramas podem ser compostos por uma lista de atos comportamentais, ou se concentrar especificamente em classes funcionais de comportamento como a cópula ou comportamento agonístico (Grier 1984; Del-Claro 2004). Além disso, estudos de repertórios comportamentais e observações em laboratório podem contribuir para um melhor entendimento da biologia dos organismos que não podem ser observados facilmente em habitat natural (Alcock 1997; Del-Claro 2004).

Kingsleya attenboroughi surgiu para a ciência já em considerável risco de extinção (Pinheiro & Santana 2016), e este *status* aponta para a necessidade de esforços a fim de se conhecer a região semiárida brasileira, especialmente os "brejos de altitude", sua biodiversidade e conservação quanto a sua carcinofauna, uma vez que tais dados são escassos. O conhecimento acumulado sobre *K. attenboroughi* está restrito a sua descrição e trabalhos

iniciais sobre sua etnobiologia e distribuição (Pinheiro & Santana 2016; Lima 2018; Correira 2018).

A espécie sofre com a pressão antrópica em sua área de ocorrência. O desmatamento, poluição, diminuição na vazão das fontes utilizadas para abastecimento, agricultura, e a ocupação irregular da encosta da Chapada do Araripe são os principais problemas antrópicos identificados no hábitat do *K. attenboroughi*, bem como currais e fazendas presentes em torno da sua localidade tipo (Pinheiro & Santana 2016; Nobre 2017).

Na tentativa de aprimorar o conhecimento sobre aspectos comportamentais de caranguejos de água doce, este estudo tem como objetivo a construção do repertório comportamental e a descrição do comportamento de acasalamento da espécie *K. attenboroughi* em condições *ex situ*.

O presente trabalho é composto por dois capítulos, o primeiro traduz o repertório comportamental da espécie, em condições de laboratório. E o segundo capítulo descreve o comportamento de acasalamento da espécie.

REFERÊNCIAS

- Alcock J. 1997. *Animal Behavior: An Evolutionary Approach*. Sunderland, Sinauer Associates.
- Anger K. 1995. Starvation resistance in larvae of a semiterrestrial crab, *Sesarma curacaoense* (Decapoda: Grapsidae). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 187:161–174.
- Anger K. 2013. Neotropical *Macrobrachium* (Caridea: Palaemonidae): on the biology, origin, and radiation of freshwater-invading shrimp. *J Crustacean Biol.* 33:151–183.
- Ayres-Peres L, Araújo PB, Santos S. 2011. Description of the Agonistic Behavior of *Aegla longirostri* (Decapoda: Aegliidae). *J Crust Biol.* 31(3):379-388.
- Collins PA; Giri F. & Williner V. 2006. Population dynamics of *Trichodactylus borellianus* (Crustacea Decapoda Brachyura) and interactions with the aquatic vegetation of the Paraná River (South America, Argentina). *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*. Vol. 42, N° 1, pp. 19-25.
- Collins PA; Williner V. & Giri F. 2007. Littoral Communities. Macrocrustaceans. In: Iriondo, M.H., Paggi, J.C. & Parma, M.J. (Eds.), *The Middle Paraná River: Limnology of a subtropical wetland*. Springer Verlag, Heidelberg, pp. 277-301.
- Collins PA; Giri F. & Williner V. 2009. Range extension for three species of South American freshwater crabs (Crustacea: Decapoda: Trichodactylidae). *Zootaxa*. Vol. 1977, pp. 44- 59.
- Correia DB. 2018. Etnobiologia do caranguejo de água doce Guajá-do-Araripe *Kingsleya attenboroughi* Pinheiro & Santana, em duas localidades da área de proteção ambiental Chapada do Araripe [Monografia]. Crato: Universidade Regional do Cariri; p. 53.
- Cumberlidge N; Ng PKL. 2009. Systematics, Evolution, and Biogeography of Freshwater Crabs, p. 245–260. In: Martin, J.W. Crandall, K.A.; Felder, D.L. (Eds.), *Decapod Crustacean Phylogenetics*. Crustacean Issues, v.18. (Taylor and Francis/CRC Press, Boca Raton).
- Davanso TM; Taddei FG; Simões SM; Fransozo A. & Costa RC. 2013. Population dynamics of the freshwater crab *Dilocarcinus pagei* in tropical waters in southeastern Brazil. *Journal of Crustacean Biology*. Vol. 30, N° 2, pp. 235-243.

Del-Claro K. 2004. Comportamento animal: Uma introdução à ecologia comportamental. Livraria Conceito, Jundiaí – SP.

Grier JW. Biology of animal behavior. St. Louis: Times Mirror: Mosby College Publishing, 740p. 1984.

Hartnoll RG. 1988. Growth and molting. In: Burggren WW, McMahon BR, editors. Biology of the land crabs. New York (NY): Cambridge University; p. 186–210.

Hill MP & O’Keeffe JH. Some aspects of the ecology of the freshwater crab (*Potamonautes perlatus* Milne-Edwards) in the upper reaches of the Buffalo river, eastern Cape province, South Africa. Journal aquatic Science. v 18, n.1, p. 42-50. 1992.

Klaus S.; Yeo DCJ; Ahyong ST. 2011. Freshwater crab origins – Laying Gondwana to rest. Zoologischer Anzeiger, 250: 449–456.

Lima LS. 2018. Distribuição e abundância do Guaja-do-Araripe *Kingsleya attenboroughi* (Brachyura: Pseudothelphusidae) endêmico da área de proteção ambiental Chapada do Araripe, Nordeste, Brasil [Dissertação de Mestrado]. Crato: Universidade Regional do Cariri; p. 46.

Magalhães C. Famílias Pseudothelphusidae e Trichodactylidae. In: MELO GAS. (Ed.) Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil. Editora Loyola. p.143-287. 2003b.

Magalhães C; Abrunhosa FA; Pereira MDO. & Melo MA. New records of *Fredius denticulatus* (H. Milne-Edwards, 1853) and *F. reflexifrons* (Ortmann, 1897), and the eastern limits of the distribution of pseudothelphusid crabs (Crustacea: Decapoda) in Brazil. Acta Amazônica, v.35, n.1, p. 93-96. 2005.

Magalhães C. 2016. Avaliação dos pseudotelfusídeos (Decapoda: Pseudotelphusidae). In: Pinheiro MAA, Boos H. Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014. Sociedade Brasileira de Carcinologia – SBC. p. 325-336.

Nobre FW. Das águas que convergem as águas que divergem: mercadorização da água na região do cariri cearense. Revista de Geografia. v. 34, n. 3, p. 201-216. 2017.

- Nilsen SP. et al. Gender-selective patterns of aggressive behavior in *Drosophila melanogaster*. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 101, n. 33, p. 12342-12347. 2004.
- Ng, PL; Guinot D; Davie, PJF. 2008. Systema Brachyurorum: Part I. An Annotated Checklist of Extant Brachyuram Crabs Of The World. The Raffles Bulletin of Zoology, 17: 1–286.
- Pinheiro AP, Santana W. 2016. A new and endangered species of *Kingsleya* Ortmann, 1897 (Crustacea: Decapoda: Pseudothelphusidae) from Ceará, northeastern Brazil. Zootaxa. 2:365-372.
- Rodriguez, G. Les crabes d'eau douce d'amerique famille des Pseudothelphusidae. Fauna tropicelle. v.22, p 213. 1982.
- Santos DB; Freire, FAM; Pontes CS. Comportamento do camarão em diferentes substratos nas fases clara e escura do dia. Pesquisa agropecuária Brasileira, v. 48, n. 1, p. 841-848. 2013.
- Sant'anna BS, Andrade DR, Watanabe TT Hattori GY. 2014. Behavioral repertoire and substrate choice of the freshwater crab *Dilocarcinus pagei* Stimpson, 1861 (Decapoda, Trichodactylidae). Global Diversity, Behavior and Environmental Threats, 57.
- Senkman E, Williner V, Negro L, König N, Collins P. 2014. Fecundity and oxygen consumption of freshwater crab *Trichodactylus borellianus* (Decapoda: Trichodactylidae) in the alluvial valley of Middle Paraná (Argentina). Hidrobiológica. 3:287–296.
- Taddei, FG. & Herrera, DR. 2010. Crescimento do caranguejo *Dilocarcinus pagei* Stimpson, 1861 (Crustacea, Brachyura, Trichodactylidae) na represa Barra Mansa, Mendonça, SP. Boletim do Instituto de Pesca. Vol. 36, Nº 2, pp. 99-100.
- Yeo D ; Ng P.; Cumberlidge D; Magalhães C. Daniels S. Campos M. 2008. Global diversity of crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura) in freshwater. Hydrobiologia, 595: 275–286.
- Zimmermann BL, Aued AW, Machado S, Manfio D, Scarton LP, Santos S. 2009. Behavioral repertory of *Trichodactylus panoplus* (Crustacea: Trichodactylidae) under laboratory conditions. Zoologia. 26:5-11.

CAPITULO I: Repertório comportamental de *Kingsleya attenboroughi* Pinheiro & Santana
2016, (Crustáceo: Brachyura) em Condições de Laboratório

Repertório comportamental de *Kingsleya attenboroughi* Pinheiro & Santana 2016, (Crustáceo: Brachyura) em Condições de Laboratório

Carlito Alves do Nascimento^{1,2*}, Francisco Messias Alves Filho³, Whanderson Machado do Nascimento^{1,2} Lucineide dos Santos Lima¹, Rayury Shimizu de Macêdo¹, Allysson Pontes Pinheiro¹

¹Laboratório de Crustáceos do Semiárido (LACRUSE), Departamento de Ciências Físicas e Biológicas, Universidade Regional do Cariri, URCA, 63100-000 Crato, CE, Brasil.

²Mestrado em Bio-Prospecção Molecular, Departamento de Química Biológica, Universidade Regional do Cariri, URCA, 63100-000 Crato, CE, Brasil.

³Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Crato, 63100-000 Crato, CE, Brasil.

RESUMO

Caranguejos de água doce apresentam hábitos crípticos e são geralmente escondidos em tocas, rochas e folhas de vegetação aquática. Um destes caranguejos é *Kingsleya attenboroughi*, recentemente descoberto e já em risco considerável de extinção. Nove atos comportamentais de *Kingsleya attenboroughi* foram descritos em seis categorias distintas (superfície, imersão, exploração do ambiente, alimentação, imobilidade e autolimpeza). Quinze (15) minutos aleatórios de cada hora filmada foram analisados e divididos em 5 classes de 3 minutos cada: (A; 0-03), (B; 3.01-06), (C; 6.01-09), (D; 09.01 -12) e (E; 12.01-15). Nossos resultados mostraram uma diferença significativa no comportamento entre as 12h ciclo escuro / claro do dia, mas não entre os gêneros de *Kingsleya attenboroughi*, Pinheiro & Santana 2016. Este estudo pode contribuir para a compreensão das necessidades fisiológicas, interações ecológicas, melhoria da agricultura cativa técnicas para espécies comercialmente exploráveis, e para o desenvolvimento de estratégias conservacionistas.

Palavras Chave: Comportamento, caranguejo, etograma, água doce, Pseudothelphusidae.

ABSTRACT

Freshwater crabs present cryptic habits and are generally hidden in burrows, rocks and leaves of aquatic vegetation. One of these crabs is *Kingsleya attenboroughi*, recently discovered and already at considerable risk of extinction. Nine behavioral acts of *Kingsleya attenboroughi* were described in six distinct categories (surfaced, immersed, environment exploration, feeding, immobility and self-cleaning). Fifteen (15) random minutes of each hour filmed were analyzed and divided into 5 classes of 3 minutes each: (A; 0-03), (B; 3.01-06), (C; 6.01-09), (D; 09.01-12) and (E; 12.01-15). Our results showed a significant difference in behaviour between the 12h dark/light cycle of the day, but not between genders of *Kingsleya attenboroughi*, Pinheiro & Santana 2016. This study can contribute to the understanding of physiological needs, ecological interactions, improvement of captive farming techniques for commercially exploable species, and for the development of strategies conservationists.

KEYWORDS: behaviour, crab, ethogram, freshwater, Pseudothelphusidae.

INTRODUÇÃO

Caranguejos de água doce são encontrados em uma ampla diversidade de *habitat*, como rios, córregos, lagos, áreas alagáveis, cachoeiras e cavernas (Magalhães & Turkey 2008). De maneira geral, apresentam hábitos crípticos e noturnos (Magalhães 2003). Compartilham características como: baixa taxa de fecundidade, número de ovos relativamente baixo e de tamanho grande, desenvolvimento direto dos estágios larvais no ovo, cuidado parental, baixa taxa de dispersão por ausência das etapas larvais pelágicas e especificidade no habitat, o que resulta em uma alta taxa de endemismo (Anger 1995; Yeo et al. 2008).

Há duas famílias de caranguejos de água doce na região Neotropical: Pseudothelphusidae, com cerca de 250 espécies que ocorrem principalmente em sistemas montanhosos da América do Sul e Central, com distribuições altitudinais que podem chegar até 3.000 metros acima do nível do mar (Rodríguez & Magalhães 2005; Magalhães et al. 2016), e Trichodactylidae, com 49 espécies que, com exceção de quatro espécies que ocorrem na parte sul do México, tem distribuição restrita à América do Sul, habitando as planícies costeiras do norte da América do Sul e do Brasil, as planícies fluviais dos rios Amazonas, Orinoco, Paraguai e Paraná, e as bacias do rio Magdalena e lago Maracaibo (Rodríguez 1992; Magalhães et al. 2016).

Estudos de repertório comportamental são essenciais para uma melhor compreensão da biologia, ecologia e comportamento de organismos em condições de cativeiro ou vida livre, sendo indispensáveis para a conservação (Del-Claro 2004; 2010). Etogramas são usados para as descrições de todos os distintos comportamentos exibidos por uma espécie, como deslocamento, corte, acasalamento, busca por alimento ou combates (Ayres-Peres et al. 2011).

Alguns estudos sobre comportamento de decapoda dulcícolas merecem destaque, como o de Pirela e Ricón (2013), que pesquisaram a dieta do caranguejo *Bottiella niceforoi* (Schmitt & Pretzmann 1968) e sua relação com o processamento da matéria orgânica em uma corrente intermitente do noroeste da Venezuela, nesta ocasião foram analisados 44 estômagos, onde o conteúdo principal encontrado foi detritos de plantas seguidos de organismos animais, principalmente peixes. Sharifian & Kamrani (2017), no sul do Iran, estudaram o hábito alimentar do caranguejo de água doce *Sodhiana iranica* Kamrani & Sharifran 2014, onde o conteúdo estomacal identificado constiuia-se principalmente de grandes quantidades de restos vegetais, insetos, oligochaeta, crustáceos e detritos.

Zimmermann et al. (2009) descreveram 15 atos comportamentais em condições laboratoriais para *Trichodactylus panoplus* (Von Martens 1869). Ayres-Peres et al. (2011) identificaram 26 atos comportamentais relacionados a agonismo em *Aegla longirostri* (Bond-Buckup & Buckup 1994). Sant'anna et al. (2014) apontaram 10 atos comportamentais, onde imobilidade foi o comportamento de maior frequência durante o dia e a noite, para *Dilocarcinus pagei* (Stimpson 1861). Macêdo (2017) descreveu a disputa por recursos em *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877).

A ocorrência de grupos de caranguejos tipicamente da Amazônia no Nordeste do Brasil, especialmente em brejos de altitude, indicam uma fauna relíctual remanescente das oscilações climáticas durante o Pleistoceno (Santos et al. 2007). Para o estado do Ceará há registro da ocorrência de duas espécies da família Pseudothelphusidae: *Fredius reflexifrons* Ortmann, 1897, ocorrente na serra da Ibiapaba (Magalhães et al. 2005) e *Kingsleya attenboroughi*, Pinheiro & Santana 2016, ocorrente no correjo do Arajara, distrito de Barbalha (Pinheiro & Santana 2016).

Kingsleya attenboroughi surgiu para a ciência já em considerável risco de extinção (Pinheiro & Santana 2016) e esse *status* aponta para a necessidade de esforços a fim de se conhecer a região semiárida brasileira, especialmente os brejos de altitude, sua biodiversidade e conservação quanto a sua carcinofauna. O conhecimento acumulado sobre *K. attenboroughi* é bastante escasso estando restrito a sua descrição e trabalhos iniciais sobre sua etnobiologia e distribuição (Pinheiro & Santana 2016; Lima, 2018; Correira, 2018).

O objetivo desse estudo é descrever o comportamento exibido por machos e fêmeas adultos de *K. attenboroughi* em condições de laboratório, durante as fases claro/escuro, descrevendo seus atos comportamentais para as categorias Emerso, Imerso, Exploração do ambiente, Alimentação, Imobilidade e Autolimpeza.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta, transporte e aclimação

Os indivíduos de *K. attenboroughi* utilizados para a presente pesquisa foram coletados manualmente entre setembro e novembro de 2018, durante o período noturno no córrego do Arajara, município de Barbalha, estado do Ceará, Brasil (07°20'07.6"S, 39°23'58.8"W). Após a captura, os espécimes foram acondicionados individualmente em potes plásticos com água do córrego, colocados em recipientes térmicos e transportados vivos ao Laboratório de

Piscicultura do Instituto Federal do Ceará, Campus Crato. Os animais foram identificados quanto ao sexo de acordo com as características morfológicas externas do abdômen (machos: formato triangular, fêmeas: formato arredondado).

Para aclimação os caranguejos foram mantidos individualizados em aquários (0,40 x 0,30 x 0,40), estruturados com uma rocha, uma toca (feita com cano de PVC, de 0.50 mm) e substrato de cascalho, com laterais e fundos devidamente isolados, ligados a um sistema único de circulação fechada com reserva de 250 litros de água e aeração contínua. Os padrões físicos químicos de qualidade da água foram monitorados e registrados as médias dos mesmos: (°C) temperatura 23,85°C, (PH) potencial hidrogeniônico 4,96, (PHmv) potencial hidrogeniônico p/ milivolt 55,43, (ORPMmv) potencial de oxidação 193, (MS/cm) condutividade 0,137, (NTU) turbidez 0,0, (MG/Lod) oxigênio dissolvido 7,40, (STD) sólidos totais dissolvidos 0,089, (ppt) salinidade 0,01. Os animais foram aclimatados por vinte dias nestas condições e alimentados com musculo bovino e carne de peixe. A limpeza do aquário e troca parcial da água foram realizadas diariamente.

Observações e construção do etograma

Cada caranguejo foi filmado por 24 horas, sendo 12 horas na fase clara e 12 horas na fase escura, em fotoperíodo invertido. As fases foram controladas por um temporizador digital, as imagens registradas por câmeras de média resolução (HDL, modelo HM/22/52), posicionadas a 0,35cm da lateral do aquário de observação. Para descrição dos comportamentos apresentados pelos caranguejos, o método usado foi o animal focal (Altmann 1974), muito usado em estudos de comportamento em condições de cativeiro (Del-Claro 2004), consiste em registrar todos os comportamentos dos indivíduos em um período de observação (Zerda 2004).

Foram estabelecidas por análises prévias 06 categorias para descrição dos comportamentos de *K. attenboroughi*. As categorias foram divididas em atos comportamentais e analisadas como variáveis em uma escala de tempo de 15 minutos divididos em 05 classes de 03 minutos cada: (A; 0 a 03m) – (B; 3,01 a 06m) – (C; 6,01 a 09m) – (D; 09,01 a 12m) – (E; 12,01 a 15m), (tabela 01). Considerou-se o tempo mínimo de 03 minutos para a descrição de cada ato comportamental. No total registrou-se 384 horas de filmagens, sendo analisados 15 minutos aleatórios de cada hora, totalizando 5.760 minutos analisados para a descrição dos atos comportamentais de *K. attenboroughi*.

Tabela 01: *Kingsleya attenboroughi* Pinheiro & Santana 2016, descrição dos atos comportamentais de machos e fêmeas adultos em condições laboratoriais.

Emerso	Fora d'água: Quando o caranguejo permanece fora d'água.
Imerso	Dentro d'água: Quando o caranguejo permanece dentro d'água.
Exploração do ambiente	Andando: Quando o caranguejo ergue o corpo do substrato e se desloca de um local para outro do aquário, usando os apêndices locomotores (2° ao 5° pereiópodo), mantendo os quelípodes suspensos em meia altura, acima do substrato e abaixo da altura da frente.
	Escalando: Quando o caranguejo tenta escalar o vidro do aquário, usando os pereiópodes.
Alimentação	Comendo: Quando o caranguejo tateia o alimento agarra/dilacera, na maioria das vezes usando o quelípodo menor e leva até a boca, abrindo o terceiro e mais externo par de maxilípedes, este tem forma de opérculo, e começa a triturar o alimento.
	Forrageando: Quando o caranguejo se desloca, tateia e revira o substrato em vários pontos do aquário, em busca de alimento. (este movimento cessa quando o animal encontra comida).
Imobilidade	Total: Quando o caranguejo permanece totalmente imóvel. Comportamento que ocorre com muito mais frequência na rocha totalmente fora d'água.
	Parcial: Quando o caranguejo permanece parado sem se deslocar, mas como movimentos nos maxilípedes e quelípodes.
Autolimpeza	Autolimpeza: Quando o caranguejo exhibe movimentos de autolimpeza usando na maioria das vezes o 3° par de pereiópodes e o quelípode menor.

Análises estatísticas

Os dados foram log-transformados para a obtenção de caráter linear e assumida sua natureza paramétrica (Zar 2010). Para verificar se *K. attenboroughi* exhibe um repertório comportamental distinto entre machos e fêmeas, e se este sofre influência do fotoperíodo foi realizada uma Análise de Variância Fatorial (ANOVA Fatorial) com dois fatores (sexo e fotoperíodo). Em todas as análises estatísticas e inferenciais foi utilizado o software R (R Development Core Team 2019), sendo adotado o valor de significância de 5% (Zar 2010).

RESULTADOS

Frequência relativa dos atos comportamentais

Distribuído em seis categorias distintas; Emerso, Imerso, Exploração do ambiente, Alimentação, Imobilidade e Autolimpeza, identificou-se nove atos comportamentais. Todos

foram registrados para machos e fêmeas, nas fases claro 12 horas e escuro 12 horas do dia (Tabela 2).

Tabela 02: *Kingsleya attenboroughi* Pinheiro & Santana 2016, frequência relativa de atos comportamentais exibidos pela espécie em condições de laboratório.

Categorias	Atos comportamentais	Frequência relativa			
		Fase clara		Fase escura	
		M	F	M	F
Emerso	Fora d'água	31,82	31,14	28,03	24,32
Imerso	Dentro d'água	11,20	11,98	6,20	8,15
Exploração do ambiente	Andando	4,77	3,71	10,56	10,73
	Escalando	3,46	2,87	7,04	6,87
Alimentação	Comendo	2,15	1,56	6,90	7,01
	FORAGEANDO	1,91	3,71	3,52	7,15
Imobilidade	Imobilidade parcial	23,60	23,47	16,48	19,60
	Imobilidade total	18,83	18,20	16,62	11,73
Autolimpeza	Autolimpeza	2,26	3,35	4,65	4,43
Total		100,00	100,00	100,00	100,00

Durante a fase clara do dia os machos da espécie permaneceram maior parte do tempo em atividades relacionadas às categorias de imobilidade 42,43%, emerso 31,82%, imerso 11,20% e locomoção 8,23%, os atos comportamentais mais expressivos nesta fase foram: fora d'água 31,82%, imobilidade parcial 23,60%, imobilidade total 18,83%, dentro d'água 11,20%, andando 4,77%, escalando 3,46%. Para a fase escura, machos da espécie dedicaram maior parte do tempo exibindo atos comportamentais relacionados às categorias de imobilidade 33,1%, emerso 28,03%, locomoção 17,6%, alimentação 10,42%, os atos comportamentais mais expressivos nesta fase foram: fora d'água 28,03%, imobilidade total 16,62%, imobilidade parcial 16,48% andando 10,56%, escalando 7,04%, comendo 6,90%.

Fêmeas, durante a fase clara do dia, estiveram a maior parte do tempo em atividades relacionadas às categorias imobilidade 41,67%, emerso 31,14%, imerso 11,98%, locomoção 6,58%, os atos comportamentais mais exibidos para esta fase foram: fora d'água 31,14%, imobilidade parcial 23,47%, imobilidade total 18,20%, dentro d'água 11,98%, andando

3,71% e forrageando 3,71%. Para a fase escura, fêmeas da espécie permaneceram em maior parte do tempo desenvolvendo atividades relacionadas às categorias imobilidade 31,33%, emerso 24,32%, locomoção 17,6%, alimentação 14,16%, os atos comportamentais mais frequentes para esta fase foram: fora d'água 28,03%, imobilidade total 16,62%, imobilidade parcial 16,48%, andando 10,56%, escalando 7,04% e comendo 6,90%.

Quando se analisa as fases do dia, (12 horas claro, 12 horas escuro), a espécie apresenta um aumento significativo nas atividades comportamentais para as categorias relacionadas à exploração do ambiente, alimentação e autolimpeza, ao passo que reduz sua imobilidade indicando concentrar suas atividades na fase escura do dia.

Emerso e Imerso

O tempo que a espécie dedica à categoria “emerso” é semelhante entre os sexos (gl = 1; F = 0,723 ; p = 0,395), variando de 31,82% para machos e 31,14% para fêmeas, durante a fase clara. Durante a fase escura a espécie apresenta uma moderada redução deste comportamento, sendo essa significativa entre as fases claro e escuro (gl = 1; F = 13,928; p < 0,001) chegando a 28,03% para machos e 24,32% para fêmeas. Para a categoria “imerso”, durante a fase clara o tempo estimado para machos foi de 11,20% e 11,98% para fêmeas. Na fase escura, os resultados são de 6,20% para machos e 8,15% para fêmeas, não sendo encontrada diferença entre os sexos (gl = 1; F = 0,449; p = 0,502), entretanto, observou-se que a espécie dedica mais tempo a estas categorias durante a fase clara (gl = 1; F = 10,769; p < 0,001), apresentando uma moderada redução deste comportamento durante a fase escura para ambas as categorias. Os resultados mostram uma acentuada diferença quando se compara o tempo em que a espécie se dedica individualmente a cada ato comportamental.

Locomoção

O tempo de locomoção de *K. attenboroughi* é semelhante entre machos e fêmeas. Não foi observada distinção para o período em que os espécimes passaram “andando” (gl = 1; F = 0,335; p = 0,563). Quando se compara as fases do dia, a espécie apresenta maior tempo “andando” no período escuro/12h. Sendo observadas diferenças no comportamento da espécie entre as fases do dia (gl = 1; F = 25,826; p < 0,001). Para o ato comportamental “escalando” foi observado padrão semelhante entre os sexos (gl = 1; F = 0,2; p = 0,6548) e fotoperíodo (gl = 1; F = 8,274; p < 0,01).

Alimentação

Para a categoria alimentação, *K. attenboroughi* responde de forma distinta entre os sexos e ao fotoperíodo (tabela 2). Os espécimes passaram maior parte do tempo “comendo” durante o fotoperíodo escuro, diferindo significativamente do período claro ($gl = 1$; $F = 23,4$; $p < 0,001$), não diferindo entre os sexos ($gl = 1$; $F = 0,13$; $p = 0,718$). Em relação ao tempo de “forrageamento” os espécimes forragearam mais durante o período escuro em relação ao período claro ($gl = 1$; $F = 5,013$; $p < 0,05$), sendo que fêmeas dedicam mais tempo do que os machos a esta atividade ($gl = 1$; $F = 10,230$; $p < 0,01$).

Imobilidade

Os espécimes de *K. attenboroughi* exibiram diferenças em relação ao tempo de “imobilidade total” ($gl = 1$; $F = 11,645$; $p < 0,001$) e “imobilidade parcial” ($gl = 1$; $F = 19,805$; $p < 0,001$), para as fases claro e escura, permanecendo por mais tempo imóveis na fase claro. Dessa forma, observa-se que o fotoperíodo tem influência sobre este ato comportamental da espécie. Em relação ao sexo não foi observado diferenças no tempo em que os espécimes foram observados em “imobilidade total” ($gl = 1$; $F = 1,698$; $p = 0,193$) e “imobilidade parcial” ($gl = 1$; $F = 0,327$; $p = 0,568$).

Autolimpeza

Em relação ao processo de autolimpeza não foi observada modificação desse comportamento em relação ao sexo ($gl = 1,1$; $f = 0,434$; $p = 0,51$) ou fotoperíodo, ($gl = 1$; $f = 2,56$; $p = 0,11$) indicando que tal atividade não sofre influência do fotoperíodo para ocorrer, diferentemente das demais observações analisadas.

DISCUSSÃO

Estudos com caranguejos dulcícolas que investiguem comportamento em períodos diferentes do dia são relevantes para o entendimento da biologia desses organismos, especialmente sobre atividade alimentar, deslocamento e preferencia por abrigo, fatores que podem ajudar a identificar por exemplo, quando o animal está mais vulnerável a predação. Estudos que levem em consideração o ritmo de atividade em crustáceos tem contribuído para o entendimento de alguns grupos taxonômicos, a exemplo dos estudos de Zimmermann et al.

(2009), e Sant'anna et al. (2014), quando ambos descreveram o repertório comportamental para duas espécies de caranguejos dulcícolas.

Os comportamentos descritos para a espécie *K. attenboroughi*, são similares aos descritos para outros crustáceos dulcícolas, *Trichodactylus panoplus*, *Parastacus brasiliensis*, *Aegla longirostri*. (Zimmermann et al. 2009; Palaoro et al. 2013; Ayres-Peres et al. 2011). Os autores classificam os atos comportamentais de acordo com cada estudo, no entanto são relacionados a abrigo, deslocamento, encontros agonísticos, alimentação, autolimpeza e imobilidade.

Estudos de repertórios comportamentais e observações em laboratório podem contribuir para um melhor entendimento da biologia de organismos que não podem ser observados facilmente em habitat natural (Alcock 1997; Del-Claro 2004). Em casos onde os animais sejam bentônicos, com hábitos noturno, tamanho corporal reduzido e com coloração críptica, o acesso a esses organismos exige esforço físico e expertise. Fatores como qualidade e disponibilidade de água e alimento, pressão antrópica, presença de predadores são fatores que podem influenciar o comportamento adaptativo dos organismos em determinados habitats (Reese 1969).

Kingsleya attenboroughi não apresentou diferenças significativa de comportamento entre os sexos, indicando que machos e fêmeas podem compartilhar as mesmas funções ecológicas dentro da estrutura social da espécie. Houve diferença de comportamento entre as fases (claro12h/escuro12), indicando que a espécie tem hábito noturno, onde os caranguejos foram mais ativos na fase escura do dia, este fato demonstra que o fotoperíodo tem influência sobre seu comportamento. Padrão semelhante foi descrito por Zimmermann et al. (2009), para *Trichodactylus panoplus* Von Martens, 1869, por Sant'Anna et al. (2014), para *Dilocarcinus pagei* Stimpson, 1861, e por Arias-Pineda et al. (2016), para *Neostengeria macropa* Milne-Edwards, 1853, os estudos mostram que as espécies concentram suas atividades na fase escura do dia. Yeo et al. (2008), afirmam que espécies dulcícolas são mais ativas no período noturno. Desta forma, *K. attenboroughi* parece seguir o padrão sugerido para espécies dulcícolas, tendo como período de maior atividade a fase escura do dia.

A imobilidade foi o comportamento mais frequente para a espécie, chegando a representar 42,43% do tempo para machos e 41,67% para fêmeas durante a fase clara. Para a fase escura a espécie apresenta uma redução deste comportamento. *Parastacus brasiliensis*

também dedica a maior parte do tempo em atividades de enterramento, seguido pela imobilidade (Palaoro et al. 2013). A imobilidade pode ser influenciada em consequência de fatores ambientais (Rebach 1974; Barnes 1997; Turra & Denadai 2003), e também uma estratégia fisiológica, para evitar dessecação, concentrando sua maior locomoção em períodos mais frios do dia e de defesa, evitando predadores de hábito diurno, como foi sugerido para *Trichodactylus panoplus*, por Zimmermann et al. (2009).

O tempo dedicado à categoria “emerso” apresentado pela espécie durante as duas fases do experimento foram: m.f.c 31,82% - m.f.e 28,03% - f.f.c 31,14% - f.f.e 24,32% sendo os machos os que passaram mais tempo desenvolvendo esta atividade. Desta forma, este é o segundo comportamento mais frequente exibido pela espécie. Este comportamento pode estar relacionado à fisiologia do grupo, posto que muitos caranguejos possuem capacidade de respiração aérea, chegam a ocupar ambientes terrestres como solo úmido, tocas acima do nível da água, sob ou entre troncos mortos às margens de rios e lagos (Fernandez & Collins 2002; Magalhães 2003). O efeito das condições ambientais adversas podem modular a relação entre a fisiologia e comportamento dos animais (Killen et al. 2013).

Durante o período de coletas foi encontrado um espécime andando sobre as folhagens fora d’água a aproximadamente dois metros distante da água (observação pessoal). Espécies capazes de caminhar longas distâncias em ambiente terrestre (Fernandes & Collins 2002) podem se deparar com variações ambientais estressantes, como condições climáticas superiores a sua tolerância (Grant & McDonald 1979) e diante disso uma importante resposta pode ser a transpiração que tem a função de reduzir a temperatura corporal a partir de perdas de água (Bliss 1968).

Segundo Taddei e Herreira (2010), caranguejos juvenis e adultos da espécie *Dilocarcinus pagei* compartilham o mesmo habitat, entretanto, adultos normalmente não são encontrados expostos durante o dia (Magalhães 2003). *Dilocarcinus pagei* adultos selecionaram como substrato a vegetação, seixos e areia durante o dia, e a rocha por mais vezes no período da noite (Sant’Anna et al. 2014). Tal resultado pode indicar uma boa resistência à dessecação em *K. attenboroughi*, o que facilitaria sua dispersão entre córregos. No entanto, estudos posteriores são necessários para se compreender quais os motivos que levam *K. attenboroughi* escolher a exposição a dessecação durante a fase clara.

Kingsleya attenboroughi concentra suas atividades relacionadas à alimentação (comer e forragear) no período escuro do dia. Segundo Williner e Collins (2013), a intensidade da

atividade alimentar pode variar de acordo com a disponibilidade de alimento e em virtude da sua disposição os animais podem alimentar-se a qualquer momento do dia. Juvenis da espécie *D. pagei*, apresentam comportamento de alimentação similar tanto para a fase clara quanto para a fase escura do dia, demonstrando que o fotoperíodo pode não ter influencia sobre sua atividade alimentar (Silva 2015). Segundo Sokolowicz et al. (2007), ao analisar a atividade nictemeral e tempo de digestão de *A. longirostri*, observou que a atividade alimentar pode ser independente da foto fase (claro/escuro), sempre que houve alimento disponível os animais fizeram uso do mesmo. O padrão obtido aponta que *K. attenboroughi* possui como fase preferencial para a alimentação a escura ao contrario do observado em outros decapoda marinhos e dulcícolas como *D. pagei* e *A. longirostris* que não possuem fase preferencial para alimentação.

Fêmeas de *K. attenboroughi* dedicaram mais tempo ao ato comportamental forragear do que os machos, tanto para a fase clara (machos 1,91% - fêmeas 3,71%), quanto para a fase escura (machos 3,52% - fêmeas 7,15%), este fato corrobora o resultado obtido para o caranguejo ornamental marinho *Stenorhynchus seticornis* Herbst, 1788, onde fêmeas da espécie passaram cerca de 47% do tempo de observação desempenhando este comportamento, sendo que o tempo para os machos foi de 15,49%, para mesma fase do dia (Spassin 2016). Em *Uca maracoani* (Latreille, 1802), a frequência, bem como o tempo gasto na alimentação foram mais altos nos machos do que nas fêmeas ($FMc_{\text{♂}} > FMc_{\text{♀}} = 3,959$, $Tk = 2,634$, $PTMc_{\text{♀}} = 3,845$, $Tk = 2,634$, $P < 0,001$). Em *Minuca rapax* (Smith, 1870), não houve diferença significativa na frequência e no tempo de alimentação entre os sexos (Belúcio 2016). Desta forma, a diferença no tempo de forrageamento por sexo pode ser uma resposta a estratégias reprodutivas e energéticas diferentes entre sexos.

A espécie apresentou comportamento de autolimpeza semelhante em relação ao sexo e as fases do dia, indicando que tanto machos quanto fêmeas podem desenvolver este comportamento em qualquer fase do dia. De acordo com Bauer (2004), comportamentos de autolimpeza previnem incrustações no exoesqueleto, sendo comum em muitas espécies de crustáceos, principalmente camarões. O camarão carídeo *Heptacarpus pictus* (Stimpson, 1871), por exemplo, dedica até 70% de sua atividade total em autolimpeza (Bauer 1977). Já o caranguejo *T. panoplus* e o lagostim *P. brasiliensis* dedicam pouco tempo a esta atividade (Zimmermann et al. 2009).

Ainda que as condições experimentais vistas em laboratório apresentem possíveis diferenças em relação às reais condições ambientais sobre as quais os animais estão expostos, o estudo sobre as adaptações e comportamento dos animais permite a demonstração de suas limitações fisiológicas e comportamentais toleráveis para sua sobrevivência (Grant & Mcdonald 1979; Thurma 1998; Turra & Denadai 2001; Van Horn & Tolley 2009). O estudo etológico da espécie *K. attenboroughi*, descreve aspectos relevantes para o entendimento do comportamento da espécie para as categorias emerso, imerso, alimentação, exploração do ambiente, imobilidade e autolimpeza, descrevendo os atos comportamentais mais frequentes para as fases claro e escuro do dia.

Desta forma, o presente estudo apresenta informações sobre os comportamentos de *K. attenboroughi* sendo os avaliados semelhantes entre machos e fêmeas. No entanto a espécie concentra suas atividades relacionadas a andar, escalar, comer e forragear durante a fase escura do dia, indicando que o fotoperíodo influencia seu comportamento. O comportamento mais frequente durante a fase clara foi o de imobilidade, sugerindo ser uma estratégia de defesa a predação. Para a categoria forrageamento foram observadas diferenças entre os sexos onde fêmeas passam mais tempo desempenhando esta atividade. O estudo descreve a biologia da espécie *K. attenboroughi* em condições de laboratório em termos etológicos ao tempo que desperta a curiosidade científica para outras frentes de pesquisas.

REFERÊNCIAS

- Anger K. 1995. Starvation resistance in larvae of a semiterrestrial crab, *Sesarma curacaoense* (Decapoda: Grapsidae). *J Exp Mar Biol Ecol.* 187:161–174.
- Alcock J. 1997. *Animal Behavior: An Evolutionary Approach*. Sunderland, Sinauer Associates.
- Altmann J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behavior.* 49(3):227-265.
- Ayres-Peres L, Araújo PB, Santos S. 2011. Description of the Agonistic Behavior of *Aegla longirostri* (Decapoda: Aeglidae). *J Crust Biol.* 31(3):379-388.
- Arias-Pineda JY, Martín JS, Chipatecau D, García A, Realpe E. 2016. Ritmo de actividad del cangrejo Sabanero *Neostrengeria macropa* (Milne-Edwards, 1853) en el embalse de San

Rafael, La Calera, Colombia (Crustacea: Decapoda: Pseudothelphusidae). Bol SEA. 59:237-245.

Barnes DKA. 1997. Ecology of tropical hermit crabs at Quirimba Island, Mozambique: distribution, abundance and activity. Mar Ecol Prog Ser. 154:133-142.

Bauer RT. 1977. Antifouling adaptations of marine shrimp (Crustacea: Decapoda: Caridea): functional morphology and adaptive significance of antennular preening by the third maxillipeds. Mar Biol. 40(3):261– 276.

Bauer RT. 2004. Remarkable shrimps: adaptations and natural history of the carideans. Norman, OK: University of Oklahoma Press.

Belúcio LF. Comportamento, ritmo de atividade e arquitetura das galerias de *Uca maracoani* (Latreille, 1802) e *Minuca rapax* (Smith, 1870) [Tese Doutorado]. Belém: Universidade Federal do Pará: p. 137.

Bliss DE. 1968. Transition from Water to Land in Decapod Crustaceans. Amer Zool. Vol. 8, pp. 355-392.

Correia DB. 2018. Etnobiologia do caranguejo de água doce Guajá-do-Araripe *Kingsleya attenboroughi* Pinheiro & Santana, em duas localidades da área de proteção ambiental Chapada do Araripe [Monografia]. Crato: Universidade Regional do Cariri; p. 53.

Del-Claro K. 2004. Comportamento animal: Uma introdução à ecologia comportamental. Livraria Conceito, Jundiaí – SP.

Del-Claro K. 2010. Introdução à ecologia comportamental: um manual para o estudo do comportamento animal. Technical Books Editora Ltda, RJ, Brasil.

Fernandez D, Collins P. 2002. Supervivencia de cangrejos en ambientes dulciacuícolas inestables. Nat Neotrop. 33(2):81-84.

Grant J, McDonald J. 1979. Desiccation Tolerance of *Eurypanopeus depressus* (Smith) (Decapoda: Xanthidae) and the Exploitation of Microhabitat. Estuaries. 2(3):172-177.

Hines AH, Lipcius RN, Haddon AM. 1987. Population dynamics and habitat partitioning by size, sex, and molt stage of blue crabs *Callinectes sapidus* in a subestuary of central Chesapeake Bay. Mar Ecol Prog Ser. 36:55-64.

- Lima LS. 2018. Distribuição e abundância do Guaja-do-Araripe *Kingsleya attenboroughi* (Brachyura: Pseudothelphusidae) endêmico da área de proteção ambiental Chapada do Araripe, Nordeste, Brasil [Dissertação de Mestrado]. Crato: Universidade Regional do Cariri; p. 46.
- Macedo SR. 2017. Aspectos comportamentais do camarão *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) ex situ [Dissertação de Mestrado]. Crato: Universidade Regional do Cariri; p. 94.
- Magalhães C, Abrunhosa FA, Pereira MDO, Melo MA. 2005. New records of *Fredius denticulatus* (H. Milne-Edwards, 1853) and *F. reflexifrons* (Ortmann, 1897), and the eastern limits of the distribution of pseudothelphusid crabs (Crustacea: Decapoda) in Brazil. *Acta Amaz.* 35(1):93-96.
- Melo GAS. 2003. Famílias Pseudothelphusiadae e Trichodactylidae. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil.
- Magalhães C, Turkey M. 2008. Taxonomy of the Neotropical freshwater crab Family Trichodactylidae. *Senckenb. biol. Frankfurt am Main.* 19(2):185-217.
- Magalhães C. 2016. Avaliação dos pseudotelfusídeos (Decapoda: Pseudotelphusidae). In: Pinheiro MAA, Boos H. Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014. Sociedade Brasileira de Carcinologia – SBC. p. 325-336.
- Palaoro AV, Dalostro MM, Coutinho C, Santo S. 2013. Assessing the importance of burrows through behavioral observations of *Parastacus brasiliensis*, a Neotropical burrowing crayfish (Crustacea), in laboratory conditions. *Zool Stud.* 52(4):2-8.
- Pinheiro AP, Santana W. 2016. A new and endangered species of *Kingsleya* Ortmann, 1897 (Crustacea: Decapoda: Pseudothelphusidae) from Ceará, northeastern Brazil. *Zootaxa.* 2:365-372.
- Pirela R, Rincón J. 2013. Dieta del cangrejo dulceacuícola *Bottilla niceforei* (Schmitt and Pretzmann, 1968) (Decapoda: Trichodactylidae) y su relación con el procesamiento de la matéria orgânica em uma corrente intermitente del noroeste de Venezuela. *Lat Am J Aquar. Res.* 41:696-706.
- Rodriguez G. 1992. The freshwater crabs of America. Family Trichodactylidae and supplement to the family Pseudothelphusidae. *Faune Trop.* 31:1-189.

- Rodriguez G, Magalhães C. 2005. Recent advances in the biology of the Neotropical freshwater crab family Pseudothelphusidae (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *Rev Bras Zool.* 22(2):354-365.
- R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org.br/>.
- Reese ES. 1969. Behavioral Adaptation of Intertidal Hermit Crabs. *Amer Zool.* 9: 343-355.
- Rebach S. 1974. Burying behavior in relation to substrate and temperature in the hermit crab, *Pagurus longicarpus*. *Ecology.* 55:195-198.
- Santos AMM, Cavalcanti DR, Silva JMC, Tabarelli M. 2007. Biogeographical relationship among tropical forests in northeastern Brazil. *J Biogeography.* 34:437-446.
- Sant'anna BS, Turra A, Zara FJ. 2012. Reproductive migration and population dynamics of the blue crab *Callinectes danae* in an estuary in southeastern Brazil. *Mar. Biol. Res.* 8:354-362.
- Sant'anna BS, Andrade DR, Watanabe TT Hattori GY. 2014. Behavioral repertoire and substrate choice of the freshwater crab *Dilocarcinus pagei* Stimpson, 1861 (Decapoda, Trichodactylidae). *Global Diversity, Behavior and Environmental Threats*, 57.
- Sokolowicz CC, Ayres-Peres, Santos S. 2007. Atividade nictimeral e tempo de digestão de *Aegla longirostri* (Crustacea, Decapoda, Anomura). *Iheringia, Sér Zool.* 97: 235-238.
- Silva EF. 2015. Atividade diária, seleção de substrato e resistência à dessecação do caranguejo *Dilocarcinus pagei* (Crustacea: Brachyura) [Dissertação de Mestrado]. Itacoatiara: Universidade Federal do Amazonas; p. 56.
- Spassin GC. 2016. Repertório comportamental do caranguejo ornamental marinho *Stenorhynchus seticornis* (Herbst, 1788), (Crustacea, Decapoda, Inachoididae) em condições laboratoriais [Dissertação de Mestrado]. Guarapuava: Universidade Estadual do Centro-Oeste; p. 47.
- Sharifian S, Kamrani E. Feeding habits of the freshwater crab *Sodwana iranica* from Southern Iran. *Acta Limnol Bras.* 2017, 29, e 16.

- Taddei FG, Herrera DR. 2010. Crescimento do caranguejo *Dilocarcinus pagei* Stimpson, 1861 (Crustacea, Brachyura, Trichodactylidae) na represa Barra Mansa, Mendonça, SP. Bol Inst Pesca. 36(2):99-100.
- Tsang LM. et al. 2014. Evolutionary history of true crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura) and the origin of freshwater crabs. Mol Biol Evol. 31:1173-1187.
- Turra A, Denadai MR. 2003. Daily activity of four tropical intertidal hermit crabs from Southeastern Brazil. Braz J Biol. 63(3):537-544.
- Turra A, Denadai MR. 2001. Desiccation tolerance of four sympatric tropical intertidal hermit crabs (Decapoda, Anomura). Mar Freshwater Behav Physiol. 34:227-238.
- Van Horn J, Tolley SG. 2009. Acute response of the estuarine crab *Eurypanopeus depressus* to salinity and desiccation estress. J Crust Biol. 29(4):556-561.
- Williner V. & Collins P. 2013. Feeding ecology of the freshwater crab *Trichodactylus borellianus* (Decapoda: Trichodactylidae) in the floodplain of the Paraná River, Southern South American Journal of Aquatic Research, 2013, 41(4), 781-792.
<http://dx.doi.org/10.3856/vol141-issue4-fulltex-15>.
- Yeo DJ, Gg PKL, Cumberlidge N, Magalhães C, Daniels SR, Campos MR. 2008. Global diversity of crabs (Crustacea: decapoda: Brachyura) living in freshwater. Hydrobiologia. 575: 275-286.
- Zar JH. 2010. Biostatistical Analysis. 5th ed. Pearson Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Zerda OE. 2004. Comportamiento animal: introducción, métodos y prácticas Em: Colombia 2004. Unibiblos: 1000 pp. 398.
- Zimmermann BL, Aued AW, Machado S, Manfio D, Scarton LP, Santos S. 2009. Behavioral repertory of *Trichodactylus panoplus* (Crustacea: Trichodactylidae) under laboratory conditions. Zoologia. 26:5-11.

CAPITULO II: Comportamento de Acasalamento do Caranguejo de água doce *Kingsleya attenboroughi* Pinheiro & Santana 2016 (Crustáceo: Brachyura), Para as Fases de Corte, Cópula e Pós-Cópula

Comportamento de Acasalamento do Caranguejo de água doce *Kingsleya attenboroughi* Pinheiro & Santana 2016, (Crustáceo. Brachyura) Para as Fases de Corte, Cópula e Pós-cópula

Carlito Alves do Nascimento^{1,2*}, Allysson Pontes Pinheiro¹

¹*Laboratório de Crustáceos do Semiárido (LACRUSE), Departamento de Ciências Físicas e Biológicas, Universidade Regional do Cariri, URCA, 63100-000 Crato, CE, Brasil.*

²*Mestrado em Bio-Prospecção Molecular, Departamento de Química Biológica, Universidade Regional do Cariri, URCA, 63100-000 Crato, CE, Brasil.*

RESUMO

O comportamento de acasalamento em crustáceos em geral é caracterizado pela aproximação do macho em direção à fêmea, posicionando a parte ventral do seu corpo para cima e a fêmea com o lado ventral para baixo. Os caranguejos foram separados em grupos e alocados em casais, estes, foram compostos por machos e fêmeas adultos em diferentes estágios de muda (carapaça mole – carapaça dura). O objetivo deste estudo é descrever o comportamento de acasalamento da espécie *Kingsleya attenboroughi* para as fases de pré-cópula, cópula e pós-cópula em condições de laboratório. Desta forma identificamos que o comportamento de acasalamento da espécie é caracterizado pela posição de supina do macho, onde o mesmo se coloca embaixo da fêmea, exibe um tipo de dança e que aparentemente controla o evento de cópula sem apresentar agressividade. Foi predominante a ocorrência de acasalamento entre casais onde o macho estava em estágio de intermuda e a fêmea em estágio de muda.

Palavras-chave: comportamento, acasalamento, caranguejo de água doce, cópula, Pseudothelphusidae.

ABSTRACT

Mating behavior in crustaceans in general is characterized by the approach of the male towards the female, positioning the ventral part of its body upwards and the female with the ventral side downwards. The crabs used they were separated into groups and allocated in pairs, these were composed by adult males and females in different stages of molting (soft carapace - hard carapace). The objective of this study is to describe the mating behavior of the *Kingsleya attenboroughi* species for the pre-copula, copula and post-copula phases under laboratory conditions. In this way we identify that the mating behavior of the species is characterized by the male supine position, where it is placed underneath the female, exhibits a type of dance and that apparently controls the copula event without presenting aggression. It was predominant the occurrence of mating between couples where the male was in the intermuda stage and the female in the moult stage.

Keywords: behavior, mating, freshwater crab, copula, Pseudothelphusidae.

INTRODUÇÃO

Os crustáceos são considerados como um grupo dominante e de sucesso, representado por um elevado número de espécies, exibindo uma grande variedade de estilos de vida e ocupando diferentes habitats (Sastry 1983). Estes organismos exibem padrões comportamentais complexos, dentre estes os relacionados à reprodução (Schone 1961). As características reprodutivas de cada espécie ou população são o resultado das interações entre fatores endógenos e exógenos (Sastry 1983; Romero 2003). Em braquiúros, por exemplo, os fatores ambientais podem ativar os processos de ecdise, acasalamento e desenvolvimento gonadal (Sastry 1983).

A atividade reprodutiva em caranguejos envolve padrões de comportamento ou processos fisiológicos que geram impactos no desempenho geral dos indivíduos (Hartnoll 2006). Dessa forma na maioria dos casos, os caranguejos machos para obter êxito na cópula necessitam ter alcançado a maturidade sexual de suas gônadas, e para fêmeas a atividade de cópula pode ocorrer mesmo com suas gônadas imaturas, devido à ovulação geralmente acontecer um considerável tempo após o acasalamento (Hartnoll 1969; Sastry 1983; Sainte-Marie 2007).

O entendimento de quais tipos de comportamentos reprodutivos que os espécimes de uma espécie exercem, antes e após a cópula, torna possível estabelecer relações sobre as causas e consequências evolutivas do comportamento de cópula (Correa & Thiel 2003).

Em algumas espécies de caranguejos o estado de muda tem interferência direta no desempenho do comportamento sexual. Em braquiúros a estação de acasalamento é determinada pela presença de indivíduos com capacidade de copular, e os dois fatores que melhor indicam esta capacidade são o alcance da maturidade sexual pelo indivíduo e seu estágio no ciclo de muda (Hartnoll 1969). Apesar de que em algumas espécies de braquiúros o acasalamento ocorrer com fêmeas em muda, e em outras em estágio de intermuda, a condição de machos durante a cópula é sempre de intermuda, visto que este necessita possuir uma carapaça rígida para executar o acasalamento (Hartnoll 1969).

Em espécies de caranguejos com crescimento indeterminado, como Portunídeos e Cancrídeos, a cópula está relacionada com o processo de muda da fêmea, em que o macho a protege durante o estágio de pré-muda (Hartnoll 1969). Neste caso, a cópula ocorre imediatamente após a fêmea sofrer ecdise, durante um breve período em que a fêmea

permanece com a carapaça descalcificada (Salmon 1983). Outras espécies como *Varunidea* e *Majoidea*, cujo crescimento é dito como determinado, a cópula pode ocorrer durante o período de intermuda. Desta forma, a atividade reprodutiva não depende do ciclo de muda da fêmea (Hartnoll 1969).

Antes de ocorrer o acasalamento é necessário haver uma comunicação entre os parceiros, esta, desempenha um papel fundamental na atração entre machos e fêmeas. Alguns autores sugerem que a percepção da presença da fêmea pelo macho seja influenciada por feromônios liberados pela fêmea e dissipados na água, classificados em feromônios de distância e contato (Bouchard et al. 1996; Jones & Hartnoll 1997; Kamio et al. 2002).

Os feromônios de contato são substâncias insolúveis segregadas através dos canais dos poros distribuídos sobre toda a cutícula da fêmea, que são percebidos pelos machos durante a palpação (tato), por meio de quimiorreceptores localizados em suas patas locomotoras (Kamio et al. 2002). O comportamento de palpação envolve o contato repetido dos machos, com o exoesqueleto de outros indivíduos, usando o segundo par de antenas ou de periópodos, os quelípodos e partes do aparelho bucal (Borowsky & Borowsky 1991).

Diversos estudos discutem comportamento sexual e sistemas de acasalamento em crustáceos. Hartnoll (1969) produziu, um dos mais relevantes estudos sobre comportamento de acasalamento em *Brachyura*. Em seguida, sobre produção de ninhada entre crustáceos destacou-se o fato de que em *Brachyura* efetivamente não há restrições aos padrões de crescimento e reprodução (Hartnoll 1985). Sal Moyano & Gavio (2012), analisaram o comportamento sexual em morfótipos masculinos do caranguejo-aranha *Libinia spinosa* (Guérin, 1832). Jivoff et al. (2007), descreveu a reprodução do caranguejo azul *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896), e fez comparações com outras espécies.

Estudos como esses são importantes para o entendimento do comportamento sexual de crustáceos. No entanto, em sua grande maioria contemplam organismos marinhos. Conseqüentemente, evidencia-se uma lacuna de conhecimento a respeito do comportamento sexual e acasalamento principalmente quando se tratam de caranguejos dulcícolas. Exceto por publicações isoladas (ref) ou por notas e observações eventuais feitas em etiquetas de coleta, não há muitas informações sistematizadas sobre aspectos da biologia, fisiologia e ecologia dessas espécies (Magalhães 2016).

Caranguejos dulcícolas compartilham características morfológicas, fisiológicas e comportamentais decorrentes das adaptações evolutivas ao ambiente aquático continental. Essas características compreendem: baixa taxa de fecundidade, com número de ovos relativamente baixo e de tamanho grande; desenvolvimento direto dos estádios larvais no ovo; cuidado parental; baixa taxa de dispersão por ausência das etapas larvais pelágicas e especificidade no habitat, o que resulta em uma alta taxa de endemismo (Anger 1995; YEO et al 2008).

Dentre estes organismos, está *Kingsleya attenboroughi* Pinheiro & Santana 2016, a espécie pertence a um grupo amazônico de caranguejos e surgiu para a ciência já em considerável risco de extinção (Pinheiro & Santana 2016). A ocorrência de grupos da Amazônia no Nordeste do Brasil, especialmente em brejos de altitude, tem sido considerada como fauna relictual remanescente das oscilações climáticas durante o Pleistoceno (Santos *et al* 2007). *K. attenboroughi*, é uma espécie recentemente descoberta encontrada num pequeno riacho de águas claras, entre rochas em pequenas fendas com poças de água de cerca de 20 a 50 cm de profundidade (Pinheiro & Santana 2016).

Este estudo tem como objetivo caracterizar o comportamento de acasalamento de *K. attenboroughi*, descrever os eventos de pré-cópula, cópula, pós-cópula, em laboratório, e dessa forma ampliar o conhecimento sobre sua biologia comportamental e inferir possíveis padrões sobre o comportamento sexual dos caranguejos dulcícolas Pseudothelphusidae. O conhecimento básico sobre comportamento sexual e biologia reprodutiva desta espécie pode auxiliar na elaboração de estratégias conservacionistas no futuro.

MATERIAL & MÉTODOS

Coleta e transporte dos espécimes

Os caranguejos usados neste estudo foram capturados manualmente entre Setembro e Novembro de 2018, em coletas noturnas no córrego do Arajara, Barbalha, CE (07°20'07.6"S, 39°23'58.8"W). Após a captura, os espécimes foram acondicionados individualmente em potes plásticos com água do local, colocados em recipientes térmicos e transportados vivos ao Laboratório de Piscicultura do Instituto Federal do Ceará, Campus Crato.

Aclimação dos espécimes

Para aclimatação os caranguejos foram mantidos individualizados em aquários (0,40 x 0,30 x 0,40), estruturados com uma rocha e substrato de cascalho, com laterais e fundos devidamente isolados, ligados a um sistema único de circulação fechada com reserva de 250 litros de água e aeração contínua. Foram mantidos em uma temperatura média de 24,05 °C, PH potencial hidrogeniônico 4,96, MG/Lod oxigênio dissolvido 7,40, as foto fases foram controladas por um temporizador digital, mantendo 12 horas de escuro e 12 horas de claro. Os caranguejos foram aclimatados nestas condições e alimentados com musculo bovino e carne de peixe. A limpeza dos aquários e troca parcial da água foram realizados diariamente. Para registro das imagens foram usadas câmeras de média resolução (HL, modelo HM/22/52), posicionadas a 0,35 cm da lateral dos aquários de filmagens, onde um total de 312 horas foram registradas.

Experimento de acasalamento

Os atos comportamentais foram analisados e distribuídos em três fases: pré-cópula, cópula e pós-cópula. A fase de pré-cópula, parece ser dividida em três momentos (procura – dança – contato físico). Os espécimes foram alocados em cinco grupos classificados de (A – E), onde o grupo (E) foi constituído pela recombinação dos indivíduos do grupo A.

Grupo (A); quatro casais (machos e fêmeas em intermuda)

Grupo (B); dois casais (machos e fêmeas em muda)

Grupo (C); cinco casais (machos em intermuda e fêmeas em muda)

Grupo (D); dois casais (machos em muda e fêmeas em intermuda)

Grupo (E); dois casais (machos em intermuda e fêmeas em muda)

Tabela 01: *Kingsleya attenboroughi* Pinheiro & Santana 2016, disposição dos casais em grupos (A – E) e tempo de corte e cópula por casal.

Grupo	Casais	corte (min)	cópula (min)
A	A1 Macho e Fêmea (intermuda)		
	A2 Macho e Fêmea (intermuda)	2,05	3,49
	A3 Macho A1 e Fêmea A2 (intermuda)		
	A4 Macho A2 e Fêmea A1 (intermuda)		

B	B1 Macho e Fêmea (em muda)	-	-
	B2 Macho e Fêmea (em muda)	-	-
C	C1 Macho (intermuda) - Fêmea (em muda)	1,12	4,56
	C2 Macho (intermuda) - Fêmea (em muda)	3,47	3,58
	C3 Macho (intermuda) - Fêmea (em muda)	0,56	15,0
	C4 Macho (intermuda) - Fêmea (em muda)	1,38	3,02
	C5 Macho (intermuda) - Fêmea (em muda)	0,45	2,57
D	D1 Macho (em muda) - Fêmea (intermuda)	-	-
	D2 Macho (em muda) - Fêmea (intermuda)	-	-
E	E1 Macho (intermuda) A1 – Fêmea (em muda) B1	1,57	2,35
	E2 Macho (intermuda) A2 – Fêmea (em muda) B2	1,54	2,02
MÉDIA		1,51	4,45

RESULTADOS

Descrição do comportamento sexual

Baseado nas observações de corte e acasalamento definiu-se as fases de pré-cópula, cópula e pós-cópula. Dos quatro casais do grupo ‘A’ (machos e fêmeas em intermuda), apenas um apresentou comportamento de acasalamento. Os casais dos grupos ‘C e E’, (machos em intermuda e fêmeas em muda), todos apresentaram comportamento de acasalamento. O casal ‘C4’ copulou duas vezes em um mesmo dia.

Os outros três casais do grupo ‘A’ bem como os casais do grupo ‘B’ (machos e fêmeas em muda) e ‘D’ (machos em muda e fêmeas em intermuda), não apresentaram nenhum tipo de comportamento sexual.

Os machos exibiram comportamentos semelhantes entre os casais que apresentaram cópula, com diferença no tempo dedicado a fase de pré-cópula, a qual variou de 0,45 a 3,47 minutos com média (1,51m), e fase de cópula, a qual variou de 2,02 a 15 minutos, com média de (4,45m). Não houve nenhum tipo de comportamento de guarda das fêmeas por parte dos machos da espécie.

Apesar de ter ocorrido acasalamento entre um casal (Casal A2 – macho e fêmea em intermuda – Grupo A), o mais frequente para este estudo, foi o acasalamento entre casais onde os machos estejam com carapaça dura e fêmea com carapaça mole.

- Pré-cópula: Nesta fase acontece a corte, a qual parece ser dividido em três momentos: procura – dança – contato físico.

O macho se desloca pelo aquário em busca do que parece ser o campo de visão da fêmea (procura), em seguida executa movimentos bem elaborados e contínuos (dança). Logo após os acenos se desloca até ficar frente a frente com a fêmea e em sequência inicia o contato físico, onde o macho tateia o abdome e/ou região dorsal da fêmea usando o 2º par de periópodos. Em resposta a investida do macho a fêmea o afasta com golpes agressivos usando seus quelípodos e em seguida se desloca rapidamente pelo aquário.

Ou se mantém no local que está e aceita a investida do macho. Esse padrão de investida se repetiu por várias vezes durante o período de observação.

O ato de “dançar”, executado pelo macho da espécie é bem elaborado e se repete por várias vezes antes de ocorrer à cópula. O caranguejo ergue-se do substrato e se abaixa freneticamente, por várias vezes, usando os periópodos, com os quelípodos, executa movimentos leves de abertura e fechamento dos mesmos.

- Cópula: Esta fase se caracteriza pelo abraço e alinhamento do casal.

Após o contato físico que inicia pelo tatear do abdome e/ou região dorsal da fêmea pelo macho, o mesmo se coloca na posição de supina, embaixo da fêmea, de modo que seu abdome permaneça voltado para cima, nessa ocasião a fêmea, posiciona-se em cima do macho, com seu abdome voltado para baixo e em seguida o macho entrelaça seus periópodos aos da fêmea e a segura com seus quelípodos que estão sobre a região dorsal da mesma, próximo a cavidade/pedúnculo ocular, nesse momento ocorre o abraço do casal, na sequência ocorre uma leve abertura dos abdomens do casal, permanecendo nessa posição por um tempo que variou de 0,45 à 15 minutos (* um único casal permaneceu nesta posição por 15 minutos).

- Pós-cópula: Esta fase se caracteriza pela ausência de guarda da fêmea pelo macho - afastamento do casal.

Após a cópula a fêmea se afasta do macho e em seguida executa movimentos que se parecem com os de autolimpeza do abdome, este comportamento foi observado apenas nas

fêmeas que estavam em estágio de muda (carapaça mole). O macho permanece em posição de supina, letárgico, isso ocorre por alguns segundos. Em algumas ocasiões logo após a cópula o macho se desloca em busca da fêmea e sobe na mesma, que na maioria das vezes permanece parada no canto do aquário. Esta procura do macho pela fêmea logo após a cópula não parece estar relacionada à guarda da mesma, fato não observado neste experimento.

DISCUSSÃO

Comportamento sexual e sistema de acasalamentos em crustáceos dulcícolas são poucos explorados, principalmente se tratando de caranguejos das superfamílias Pseudothelphusoidea e Trichodactyloidea, as quais são nativas das Américas, diversas e abundantes (Magalhães et al. 2016). Levando em consideração a necessidade de conhecermos sobre esses aspectos e a importância biológica destes organismos, nosso estudo descreve o comportamento de acasalamento da espécie *K. attenboroughi* em laboratório.

O comportamento copulatório, observado em *K. attenboroughi* parece seguir o mesmo padrão de outros crustáceos, que em geral é caracterizado pela aproximação do macho em direção à fêmea, posicionando a parte ventral do seu corpo para cima e a fêmea com o lado ventral para baixo, de frente para o abdome do macho, com ambos os pléios abertos para inserção dos gonópodos do macho no par de gonóporos da fêmea (Sal Moyano & Gavio 2012). Antes de ocorrer à cópula, o macho da espécie procura o que parece ser o campo visual da fêmea, exibindo uma espécie de dança, em seguida toca o abdome e/ou a região dorsal da mesma estabelecendo uma forma de comunicação. Em Brachyura, a comunicação durante o período reprodutivo pode ocorrer por meio visual, químico, acústico e por estímulos táteis, que podem atuar sinergicamente (Sastri 1983). Desta forma, informações sobre as condições internas de um indivíduo podem ser transmitidas para os outros membros da população, caracterizando sua condição hormonal, gonadal ou estágio de muda. Em caranguejos terrestres e semi terrestres o reconhecimento sexual é possível por meio de sinais visuais, táteis e acústicos (Crone 1957). As fêmeas de espécies de caranguejos aquáticos podem depender da liberação de feromônios associados à urina, que são muitas vezes combinados com estímulos visuais e táteis (Ryan 1966).

Os feromônios emitidos pelas fêmeas (presumivelmente a partir dos ovários) promovem a procura e o comportamento pré-copulatório de exibição e corte dos machos

(Hinsch 1988), distinguindo-as das fêmeas inseminadas ou ovíferas do alcance dos machos. O reconhecimento desses feromônios pelos machos é visível pelo aumento na atividade locomotora (Jones & Hartnoll 1997) ou no movimento das antênulas e maxilípedes (Bouchard et al. 1996). Kamio et al. (2002) sugerem que, pelo menos, dois tipos de feromônios podem estar envolvidos no processo inicial de acasalamento: “feromônio de distância”, que induz o comportamento pré-copulatório de guarda e o “feromônio de contato”, que induz a cópula. Alguns autores sugerem que o acasalamento, provavelmente, envolva o feromônio de contato, em vez do feromônio de distância (Herborg et al. 2006). O comportamento de acasalamento em *K. attenboroughi*, pode estar ligado ao feromônios de contato, visto que o ferormônio de distância está mais relacionado ao comportamento de guarda (Kamio et al 2002), e este comportamento não foi identificado neste estudo. No entanto para uma afirmação mais precisa em relação a influência do ferormônio de contato estimular o comportamento sexual de *K. attenboroughi*, seria necessário desenvolver outros estudos com metodologia específica para este fim.

O posicionamento físico dos espécimes durante o acasalamento pode facilitar a cópula. O macho de *K. attenboroughi*, durante a cópula se posiciona embaixo da fêmea com o abdome voltado para cima, em posição de supina. Em observações *in Situ*, (Chua & Yeo 2014), relatam que o acasalamento em *Johora Singaporensis* (Ng, 1986), (Potamidae), ocorre com o macho posicionado embaixo da fêmea. Em muitos casos ocorre o inverso, como relatado por Senkman et al (2015), onde o macho da espécie *Dilocarcinus pagei* (Trichodactylidae) no momento da cópula, posiciona-se em cima da fêmea. Desta forma, com os resultados observados no presente estudo *K. attenboroughi* parece seguir o padrão observado nos Potamidae, em relação ao posicionamento do macho em relação a fêmea no momento de cópula, e parece evidenciar diferentes estratégias divergentes entre os caranguejos dulcícolas.

Neste estudo *K. attenboroughi* não apresentou comportamento de guarda, pré ou pós cópula, algo comumente relatado a outros braquiúros (Jones & Hartnoll 1997; Sainte-Marie 1997; Sal Moyano & Gavio 2012, Antunes 2017). Segundo Wilber (1987), em *Travancoriana schirnerae* (Bolt, 1969), os machos copulam com as fêmeas que eles guardam e não guardam as fêmeas com as quais não acasalam. O comportamento de guarda, geralmente está relacionado com a condição da fêmea, quando a mesma está com a carapaça descalcificada no momento da cópula (Hartnoll 1969; Salmon 1983). Este fato diverge dos nossos resultados,

uma vez que foi predominante a cópula entre os casais em que as fêmeas estavam em estágio de muda (carapaça mole), e o comportamento de guarda pós-copulatório não foi observado. Isto sugere outros estudos mais detalhados, com outras formas de investigação afim de descobrir o que leva os machos da espécie não apresentar este tipo de comportamento.

Para *Travancoriana schirnerae*, um Gecarcinucidae, os pares de acasalamento registrados, todos foram entre fêmeas em muda e machos em intermuda (Sudha Deve & Smija 2013). Já para *Candidiopotamon rathbunae* (De Man, 1914), Potamidae, dos 43 pares de acasalamentos observados para a espécie, 41 foram entre parceiros com tegumento rígidos e em 2 as fêmeas tinham tegumentos moles (Liu & Li 2000). Nossos resultados apontam uma semelhança com o primeiro estudo. Mesmo tendo ocorrido acasalamento entre um dos quatro casais, onde ambos estavam com carapaça dura, a maior ocorrência foi entre casais onde os machos estavam em estágio de intermuda e fêmeas em estágio de muda. Segundo Hartnoll & Smith (1979), apesar do acasalamento entre machos com casca dura e fêmeas de casca mole ser comum em brachyura, não é universal.

Durante a corte os machos de *K. attenboroughi*, exibem uma espécie de “dança”, onde erguem-se do substrato e se abaixam freneticamente, por várias vezes, usando os periópodos, com os quelípodos, executam movimentos leves de abertura e fechamento dos mesmos. A elevação do corpo pelos machos durante a corte também foram observados nas espécies *Homarus americanus* (Milne Edwards 1837) e *Arenaeus cribarius* (Lamarck 1818) (Waddy & Aken 1991), (Pinheiro & Frasozo 1999).

Em *Aegla platensis* (Schmitt 1942), os machos exibem o ato de dispor-se na ponta dos periópodos, realizando um tipo de dança, com os quelípodos abertos, finalizando com rápidos e sucessivos batimentos do abdome (Almerão 2010). Este comportamento de “dança” parece estar totalmente relacionado ao acasalamento, haja a vista ter sido exibido apenas pelos animais que copularam. Não ocorreu nenhum tipo de comportamento sexual para os casais dos grupos ‘D’ (machos em muda e fêmeas em intermuda), ‘B’ (machos e fêmeas em muda), bem como os outros três casais do grupo ‘A’ (machos e fêmeas em intermuda).

Os machos de *K. attenboroughi*, se aproximam da fêmea de uma forma sutil, sem apresentar agressividade, se colocam frente a frente e em seguida começam a tocar o abdome e/ou região dorsal da mesma com o 2º par de pereopódo. Este comportamento pode estar relacionado ao reconhecimento sexual, como no caso de *Procambarus clarkii* (Girard 1858),

Homarus americanus (Milne Edwards 1837) e *Callinectes sapidus* (Rathbun 1896), onde os machos usam o tempo antes do acasalamento para identificar o estado de maturidade da fêmea (Gleeson 1980; Ameyaw Akumfi 1981; Waddy & Aiken 1991).

Durante a cópula o macho entrelaça seus pereopodos aos da fêmea e posiciona seus quelipodos sobre a região dorsal da mesma e não apresenta agressividade para as fases de pré e pós-cópula. O inverso pode ocorrer em outros caranguejos dulcícolas. Senkman et al (2015), ao estudar o comportamento reprodutivo de três espécies de caranguejos Trichodactylidae (*D. Pagei*, *Z. Collastinensis* e *T. Borellianus*), observou um padrão de comportamento agressivo durante a corte e o acasalamento e relata a ocorrência de cópula forçada pelos machos. Em *Candidiopotamon rathbunae* (De Man, 1914), os machos mostraram-se agressivos, inicialmente agarrando a fêmea pelos quelipodos, virando-a com ajuda de seus periópodos, montando-a com força (Liu & Li 2000). Em muitas espécies de caranguejos não há corte, o macho simplesmente agarra a fêmea e ajusta-a à posição apropriada (Warner 1977). O uso de quelípodos para controlar as fêmeas antes da cópula é uma característica compartilhada com outros crustáceos, particularmente os portunídeos (Fielder & Eales 1972; Berril & Arsenault 1982; Campbell 1982). Um padrão de comportamento mais agressivo exibido por machos de algumas espécies de caranguejos é classificado como “procura e interceptação” (Christy 1987). Este não parece ser o caso de *K. attenboroughi* uma vez que o macho da espécie exibe uma aproximação lenta e sutil.

Nos eventos em que ocorreu cópula, os machos exibiram comportamentos semelhantes, independente do estado da fêmea (intermuda – em muda), com diferença no tempo dedicado a fase de pré-cópula, a qual variou de 0,45 a 3,47 minutos com média (1,52 m), e fase de cópula, a qual variou de 2,02 a 15 minutos, com média de (4,45 m).

Este estudo é um passo para uma melhor compreensão do comportamento sexual e sistema de acasalamento da espécie *K. attenboroughi* e uma tentativa de inferir possíveis padrões de comportamento sexual para caranguejos de água doce. Desta forma o estudo descreve o comportamento de acasalamento da espécie para as fases de corte, cópula e pós-cópula.

Assim podemos sugerir que *K. attenboroughi* demonstra um comportamento de acasalamento onde o macho exibe um tipo de dança; onde o acasalamento é caracterizado pelo posicionamento físico de supina com o macho se colocando embaixo da fêmea;

aparentemente o macho controla o evento de cópula; não é observada agressividade durante as fases de corte e cópula; não há comportamento de guarda antes e após a cópula; as cópulas ocorrem preferencialmente entre machos em estágio intermuda e fêmeas em estágio de muda.

REFERÊNCIAS

- Almerão MG, Bond-Buckup G, de S. Mendonça Jr. M. 2010. Mating behavior of *Aegla platensis* (Crustacea, Anomura, Aeglidae) under laboratory conditions. *J Ethol.* 28:87–94.
- Anger K. 1995. Starvation resistance in larvae of a semiterrestrial crab, *Sesarma curacaoense* (Decapoda: Grapsidae). *J of Experimental Marine Biology and Ecology*, 187: 161–174.
- Antunes M. 2017. Análise do comportamento de cópula do caranguejo ornamental *Sternorhyncus seticornis* (Herbst, 1788) (Decapoda, Majoidea, Inachodidae) em laboratório [Tese Doutorado]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista; p. 95.
- Ameyaw-Akumfi C. 1981. Courtship in the crayfish *Procambarus clarkii* (Girard) (Decapoda, Astracidae). *Crustaceana.* 40:57–64.
- Borowsky, B.; Borowsky, R. 1991. The reproductive behaviors of the amphipod crustacean *Gammarus palustris* (Bousfield) and some insights into the nature of their stimuli. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 107:131–144.
- Bouchard, S.; Sainte-Marie, B.; McNeil, J. N. 1996. Indirect evidence indicates female semiochemicals release male precopulatory behavior in the snow crab, *Chionoecetes opilio* (Brachyura: Majidae). *Chemoecology* 7: 39-44.
- Berrill M, Arsenault M. 1982. Mating behaviour of the green shore crab *Carcinus maenas*. *Bull Mar Sci.* 32:632–638.
- Campbell GR. 1982. A comparative study of adult sexual behaviour and larval ecology of three commercially important portunid crabs from the Moreton Bay region of Queensland, Australia [PhD Dissertation]. Brisbane: University of Queensland, p. 253.
- Correa C.; Thiel M. 2003. Mating systems in caridean shrimp (Decapoda: Caridea) and their evolutionary consequences for sexual dimorphism and reproductive biology. *Revista Chilena de Historia Natural*, 76: 187-203.

- Chua KWJ; Yeo DCJ. 2014. In situ observations of mating behavior of the Singapore freshwater crab *Johora singaporensis* (Crustacea: Brachyura: Potamidae). *Nature in Singapore* 2014 7: 117–120.
- Cronin LE 1947. Anatomy and histology of the male reproductive system of the *Callinectes sapidus*, Rathbun. J. Morphol. 81 : (2), 209-239.
- Christy JH. 1987. Competitive mating, mate choice and mating associations of brachyuran crabs. *Bull Mar Sci.* 4:177–191.
- Fielder DR, Eales AJ. 1972. Observations on courtship, mating and sexual maturity in *Portunus pelagicus* (L., 1766) (Crustacea, Portunidae). *J Nat Hist.* 6:273–277.
- Gleeson RA. 1980. Pheromone communication in the reproductive behaviour of the blue crab, *Callinectes sapidus*. *Mar Behav Physiol.* 7:19–134.
- Hartnoll, RG. Mating in the Brachyura. *Crustaceana*, n. 16, p. 161- 181, 1969.
- Hartnoll RG; Smith SM (1979) Pair formation in the edible crab *Cancer pagurus*, (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana* 36: 23-28.
- Hartnoll RG. Growth, sexual maturity and reproductive output. In: Wenner, A. M. (ed). *Factors in adult growth.* 1985. p.. 101-128.
- Hartnoll RG. Reproductive investment in Brachyura. *Hydrobiologia*, v. 557, p. 31–40, 2006.
- Hinsch, G.W., 1988. Morphology of the reproductive tract and seasonality of reproduction in the golden crab *Geryon fenneri* from the eastern gulf of Mexico. *J. Crustacean Biol.* 8, 254–261.
- Jivoff P., Hines AH., Quackenbush, L.S., 2007. Reproduction biology and embryonic development. In: Kennedy, V.S., Cronin, L.E. (Eds.), *The Blue Crab Callinectes sapidus*. Maryland Sea Grant College, Maryland, pp. 255–298.
- Jones DR.; Hartnoll RG. (1997) Mate selection and mating behavior in spider crabs. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44, 185–193.
- Kamio M; Matsunaga S.; Fusetani N. 2002. Copulation pheromone in the crab *Telmessus cheiragonus* (Brachyura: Decapoda). *Marine Ecology Progress Series*, 234: 183-190.

- Liu HC. & Li CW. 2000. Reproduction in the freshwater crab *Candidiopotamon athbunae* (Brachyura: Potamidae) in Taiwan. *Journal of Crustacean Biology* 20(1):89-99.
- Magalhães C. 2016. Avaliação dos pseudotelfusídeos (Decapoda: Pseudotelphusidae), Cap. 25, p. 325-336. In: Pinheiro, M.A.A. & Boos, H. (Org.). Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014. Porto Alegre, RS: Sociedade Brasileira de Carcinologia - SBC, 466 p.
- Magalhães C, Campos MR, Collins PA, Mantelatto FL. 2016. Diversity, distribution and conservation of freshwater crabs and shrimps in South America. In: Kawai T, Cumberlidge N, editors. A global overview of the conservation of freshwater decapod crustaceans. Switzerland: Chapter 11. Springer International Publishing AG, Cham; p. 303–322.
- Pinheiro MAA, Fransozo A (1999) Reproductive behavior of the swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura, Portunidae) in captivity. *Bull Mar Sci* 64:243– 253.
- Pinheiro AP, Santana W. 2016. A new and endangered species of *Kingsleya* Ortmann, 1897 (Crustacea: Decapoda: Pseudothelphusidae) from Ceará, northeastern Brazil. *Zootaxa*. 2:365-372.
- Romero L. 2003. Comportamiento reproductivo y mutilaciones en el cangrejo de las rocas *Grapsus grapsus* (Linnaeus, 1758) (Crustacea, Decapoda) [Reproductive behavior and mutilation crab rocks *Grapsus grapsus* (Linnaeus, 1758) (Crustacea, Decapoda)]. *Revista Peruana de Biología*. 10:2–10.
- Ryan EP 1967. Structure and function of the reproductive system of the crab, *Portunus sanguinolentus* (Herbst) (Brachyura: Portunidae). II. The female system. *Mar. Biolog. Association of India Symposium Series* 2: 522–544.
- Santos AMM, Cavalcanti DR, Silva JMC, Tabarelli M. 2007. Biogeographical relationship among tropical forests in northeastern Brazil. *J Biogeography*. 34:437–446.
- Sal Moyano, M. P.; Gavio, M. A. 2012. Comparison of mating behavior and copulation in male morphotypes of the spider crab *Libinia spinosa* (Brachyura: Majoidea: Epialtidae). *Journal of Crustacean Biology*, 32(1), 31-38.

- Sastry, A. N. Ecological aspects of reproduction. In: T. H. WATERMAN. The Biology of Crustacea. VIII Environmental adaptations. New York Academic Press, 1983, p. 179-270.
- Sainte-Marie, B. Sperm demand and allocation in Decapod Crustaceans. In: J. E. Duffy; M. Thiel. Evolutionary Ecology of Social and Sexual Systems, Oxford University Press, 2007, p. 191-210.
- Salmon, M. 1983. Courtship, mating systems, and sexual selection in Decapods. Pp. 143-169. In: Rebach, S. & Dunhan, D. W. (eds.) Studies in adaptation: the behavior of higher crustacean, New York: J. Wiley and Sons.
- Schöne, H. 1961. Complex behavior. In: Waterman, T. H. (ed.) The Physiology of Crustacea. Vol. II. Sense Organs, Integration and Behavior. Chap. 13, Academic Press, N.Y. p. 465-520.
- Sudha Devi, A. R. & M. K. Smija, 2013. Reproductive biology of the freshwater crab, *Travancoriana schirnerae* Bott, 1969 (Brachyura: Gecarcinucidae). Indian Journal of Fisheries, 60(3): 13–21.
- Sekman LE, Negro LC, Lopretto EC, Collins PA. 2015. Reproductive behavior of three species of freshwater crabs of the family Trichodactylidae (Crustacea: Decapoda) including forced copulation by males. Marine and Freshwater Behaviour and Physiology, 48 (2): 77-88.
- Waddy SL, Aiken DE. 1991. Mating and insemination in the American lobster, *Homarus americanus*. In: Bauer RT, Martin JR, editors. Crustacean sexual biology. New York (NY): Columbia University; p. 126–144.
- Warner GF. 1977. The biology of crabs. New York (NY): Van Nostrand Reinhold; p. 129.
- Wilber DH. 1987. The role of mate guarding in stone crabs. [Dissertation], Florida State University, Tallahassee.
- Yeo, D.; Ng, P.; Cumberlidge, D.; Magalhães, C.; Daniels, S.; Campos, M. 2008. Global diversity of crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura) in freshwater. Hydrobiologia, 595: 275–286.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Informações sobre comportamento animal podem contribuir para compreensão de interações entre espécies, ambiente e entre espécimes, além de melhorar a forma de manter em cativeiro espécies ameaças ou explorar as comercialmente importantes.

Este estudo nos possibilitou construir o repertório comportamental da espécie *K. attenboroughi*, bem como descrever seu comportamento de acasalamento. A espécie apresenta comportamento semelhante entre machos e fêmeas, onde concentra suas atividades no período escuro do dia indicando ser uma espécie de hábito noturno, o fato de concentra suas atividades neste período do dia, e permanecer em maior parte do tempo da fase clara em comportamento de imobilidade, pode estar relacionada a estratégia de defesa à predadores.

Quanto ao acasalamento, identificou-se a ausência de comportamento de guarda da fêmea pelo macho da espécie, sendo predominante a cópula entre casais com o macho em intermuda e a fêmea em estágio de muda. Durante a corte o macho exibe um tipo de dança e em seguida se aproxima da fêmea e a toca com seus periópodos, na sequência se coloca embaixo da fêmea na posição de supina.

Nossas observações evidenciam o repertório comportamental, bem como descreve o comportamento de acasalamento da espécie, para as fases de pré-cópula, cópula e pós-cópula em condições controladas. Desta forma nossos resultados somam ao conhecimento ora acumulado e contribui à implementação de futuros projetos que envolvam aspectos etológicos bem como a manutenção dos recursos estoques naturais.