



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRÁFIA E ECOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM OCEANOGRÁFIA**

MORGANA LUÍSA GOMES VIANA ALVARENGA

**Dinâmica Populacional e Produção Secundária de *Uca
leptodactyla* (Brachyura, Ocypodidae) no estuário do rio
Piraquê-açu, ES.**

**VITÓRIA
2015**

MORGANA LUÍSA GOMES VIANA ALVARENGA



Dinâmica Populacional e Produção Secundária de *Uca leptodactyla* (Brachyura, Ocypodidae) no estuário do rio Piraquê-açu, ES.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Oceanografia e Ecologia da Universidade Federal do Espírito Santo, para obtenção de grau em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. Angelo Fraga Bernardino.

VITÓRIA
2015

MORGANA LUÍSA GOMES VIANA ALVARENGA

**DINÂMICA POPULACIONAL E PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DE *UCA*
LEPTODACTYLA (BRACHYURA, OCYPODIDAE) NO ESTUÁRIO DO RIO
PIRAQUÊ-AÇU, ES.**

Monografia apresentada ao curso Graduação em Oceanografia do Departamento de Oceanografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharela em Oceanografia.

Entregue dia 16 de novembro de 2015.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Angelo Fraga Bernardino - ORIENTADOR – DOC/UFES

Prof. Dr. Jean Christophe Joyeux - EXAMINADOR INTERNO –DOC/UFES

M.Sc. Joelson Musiello Fernandes - EXAMINADOR EXTERNO

DINÂMICA POPULACIONAL E PRODUÇÃO SECUNDÁRIA DE *UCA*
LEPTODACTYLA (BRACHYURA, OCYPODIDAE) NO ESTUÁRIO DO RIO
PIRAQUÊ-AÇU, ES.

por

Morgana Luísa Gomes Viana Alvarenga

Submetido como requisito parcial para obtenção de grau de

Oceanógrafo

na

Universidade Federal do Espírito Santo

Novembro de 2015

© Morgana Luísa Gomes Viana Alvarenga

Por meio deste, o autor confere ao Colegiado do Curso de Oceanografia e ao Departamento de Oceanografia e Ecologia da UFES permissão para reproduzir e distribuir cópias parciais ou totais deste Trabalho de Conclusão de Curso para fins não comerciais.

Assinatura do autor.....
Curso de Graduação em Oceanografia
Universidade Federal do Espírito Santo
16 de novembro de 2015.

Certificado por.....
Dr. Angelo Fraga Bernardino
Prof. Adjunto//Orientador
DOC/CCHN/UFES

Certificado por.....
Dr. Jean Christophe Joyeux
Prof. Associado/Examinador interno
DOC/CCHN/UFES

Certificado por.....
M.Sc.Joelson Musiello Fernandes
Examinador externo

Aceito por.....
Dr. Agnaldo Silva Martins
Prof. Associado / Coordenador do Curso de Graduação em Oceanografia
Universidade Federal do Espírito Santo
CCHN/DOC/UFES

“Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando à beira-mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade continua misterioso diante de meus olhos”

Isaac Newton

Agradecimentos

Ao Departamento de Oceanografia UFES pela infraestrutura concedida na realização deste trabalho. À Agência Nacional de Petróleo (ANP) pelo apoio financeiro ao projeto através da bolsa de iniciação científica. Em especial ao Prof. Dr. Angelo Fraga Bernardino pela orientação e por sempre me incentivar academicamente. Ao cacique Pedro, por me permitir realizar as coletas dentro da área de sua aldeia.

Aos amigos de laboratório desde Carol, Larisse, Dani, Vinícius, Mari, Lorena, Camila, Luiz, Tice, Giulia, Gustavo, Cíntia pela amizade e a todos os outros do laboratório que passaram e os que chegaram por agora: muito obrigada pelo carinho, companheirismo e tgif's. Aos amigos Ferds, Vina, Carol, Dani, Falcão, Lorena, Luiz e Cabeça por enfiarem a mão na lama e me ajudarem a coletar esses bichinhos lindos.

Meu abraço e gratidão à Tarso Costa e Marcelo Petracco, por abrirem as portas pra mim e me ajudarem com todas as estatísticas, artigos e interpretações. Sem vocês este trabalho não seria possível! Minha eterna admiração e carinho pelos profissionais que são e que me ensinaram a ser.

Agradeço a todos aqueles que conviveram comigo nesses anos de faculdade e que deixaram os meus dias mais bonitos. Obrigada Oceano 2010 pelos grandes amigos, risadas, noites em claro e tantas histórias que me fizeram crescer pessoal e profissionalmente. Ao amigo Denilson pelas intermináveis aulas de cálculo. À Micheli pelo mapa, amizade e incentivo diário.

Ao Carlos pelo companheirismo. Ajudando em coletas, escutando quando o desespero tomava conta e me oferecendo sempre muito carinho e palavras de incentivo para que todo o sonho se realizasse.

Agradeço principalmente à minha família, que tornou tudo isso possível. Palavras não seriam suficientes para agradecer aos meus pais, avós, tios e primos pelo apoio financeiro e emocional. Em especial à minha mãe por ser minha melhor amiga, e me apoiar incondicionalmente mesmo sentindo tanto medo do mar. Você é demais! Obrigada pai, obrigada mãe. Obrigada a todos vocês que me permitiram viver este sonho. A conquista é nossa!

Resumo

Estudos de biologia populacional são de grande valia para avaliar a estabilidade de uma população, bem como verificar respostas a modificações antrópicas. Para tanto, análises de dinâmica populacional e de produção secundária foram realizadas em duas populações de caranguejos da espécie *Uca leptodactyla* no estuário do Piraquê-açu-mirim. As duas áreas de ocorrência da espécie nas margens do estuário foram escolhidas e amostradas (fauna e sedimentologia) mensalmente por um período de 10 meses (Julho-12 a Abril-13). Estas áreas são modificadas antropicamente (*i.e.* remoção de floresta ou aterro) e possuem granulometria predominantemente de areia, mas com diferenças significativas na concentração de matéria orgânica sedimentar que foi superior na área 2 (9%) em comparação com a área 1 (5%). A população de *U. leptodactyla* na área de estudo 1 apresentou performance de crescimento $\phi'=1,88$; parâmetro de curvatura $K=0,85$; tamanho assintótico $L^\infty=9,45$ mm; longevidade de 2,7 anos e mortalidade total $Z= 1,96$ ($r^2=0,9565$). Na área de estudo 2, a performance de crescimento de *U. leptodactyla* foi de $\phi'=2,16$; parâmetro de curvatura $K=0,91$; tamanho assintótico $L^\infty=12,65$ mm; longevidade de 2,2 anos e mortalidade total $Z= 2,92$ ($r^2= 0,9884$). O recrutamento foi contínuo ao longo de todo ano nas duas áreas com pulso entre os meses de Nov-Dez. A produção secundária foi significativamente maior na área 2 (52,9 g AFDW/m²/ano), se comparada á área 1 (20,3 g AFDW/m²/ano). As taxas de renovação (P/B) anuais foram estimadas em 11,9 e 11,2, nas áreas 1 e 2, respectivamente. O presente estudo sugere que as taxas de crescimento de *U. leptodactyla* respondem á disponibilidade de matéria orgânica sedimentar e produtividade do ambiente, entretanto, as taxas de mortalidade crescem em ambientes com pressão antrópica. Conclui-se que mesmo em áreas estuarinas próximas e modificadas, a dinâmica das populações de *U. leptodactyla* pode ser muito diferente, indicando a importância de acompanhamento de variáveis abióticas e oscilações na produtividade estuarina para se quantificar efeitos de alterações antrópicas.

Palavras-chave: *Uca leptodactyla*; *dinâmica populacional*; *produção secundária*; *modificações antrópicas*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização das áreas de estudo 1 e 2 no sistema estuarino dos rios Piraquê-açu-mirim. Confecção: Micheli Moscon.....	13
Figura 2: Áreas de estudo 1 (A) e 2 (B).....	14
Figura 3: Desenho esquemático da medida morfométrica de largura de carapaça em <i>Uca</i> utilizada nas análises do presente estudo (Adaptado de Crane, 1975).	15
Figura 4: Densidade média populacional mensal (indv/m ²) das áreas de estudo e respectivos erros padrões das médias.....	18
Figura 5: Histogramas de distribuição mensal de indivíduos por classe de tamanho (mm) para cada área de estudo.	19
Figura 6: Histogramas de distribuição mensal de indivíduos por classe de tamanho com as curvas de crescimento de Von Bertalanffy para $L_{\infty}=9,45\text{mm}$ e $K=0,85$ na área 1 (A1) e $L_{\infty}=12,65\text{mm}$ e $K=0,91$ na área 2 (A2).	21
Figura 7: Regressão entre peso livre de cinzas (AFDW) e tamanho corporal (LC) de <i>Uca Leptodactyla</i> para as áreas de estudo 1 e 2.	22
Figura 8: Porcentagem de recrutamento por mês em cada área de estudo. ..	23
Figura 9: Produção secundária mensal nas áreas de estudo 1 e 2.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número de adultos e juvenis machos e fêmeas, razão M:F e teste qui-quadrado (χ^2), para cada mês na Área 1. (*)variações significativas na razão 1:1. 20

Tabela 2: Número de adultos e juvenis machos e fêmeas, razão M:F e teste qui-quadrado (χ^2), para cada mês na Área 2. (*)variações significativas na razão 1:1. 20

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
METODOLOGIA	12
Área de estudo	12
Desenho Amostral	14
Análise de Dados.....	15
RESULTADOS	17
DISCUSSÃO	24
CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

INTRODUÇÃO

Os estuários são definidos por Pritchard (1967) como corpos d'água costeiros, semifechados, com livre conexão com o mar aberto nos quais ocorre mistura da água do mar com a água doce proveniente da drenagem continental. Apresentam os manguezais como ecossistemas típicos, que por sua vez, são caracterizados como ambientes altamente produtivos e biodiversos (HOGARTH, 1999).

A fauna bentônica estuarina é predominantemente proveniente de ambientes marinhos e, dentre os crustáceos, caranguejos e siris são os organismos mais característicos da megafauna, podendo ser observados em diversos ambientes como troncos, raízes, fendas, cavando galerias no substrato e até nadando com o movimento da maré (LEITÃO, 1995). Estes organismos são reconhecidos como engenheiros dos ecossistemas bentônicos estuarinos (JONES et al., 1997) uma vez que modificam os sedimentos, mantêm e criam habitats, alterando a qualidade, a quantidade e distribuição de recursos utilizados por outros organismos do entre-marés (KRISTENSEN, 2008).

As espécies do gênero *Uca* são as mais abundantes dentro da subfamília Ocypodidae, e representam mais de 97 espécies descritas atualmente (ROSENBERG, 2001). No Brasil, 10 espécies foram descritas por Melo (1996). Apresentam forte dimorfismo sexual no qual os machos possuem uma das quelas de tamanho significativamente maior do que a outra, enquanto nas fêmeas, ambas as quelas são de tamanho diminuto. Uma marcante característica de seu comportamento é o movimento ritmado da quela de maior tamanho para frente e para trás. Em alusão a este movimento, são popularmente conhecidos como caranguejos violinistas ou chama-maré, nomenclatura mais comum no Brasil, onde o movimento é interpretado como um aceno para a subida da maré (MASUNARI, 2003). São animais de hábitos diurnos e ativos durante a maré baixa. Constroem galerias no substrato para se protegerem de predadores, agressores, salinidade e temperaturas extremas, estas tocas também são usadas para a reprodução e muda (CRANE, 1975).

Caranguejos *Uca* alimentam-se principalmente de matéria orgânica depositada na superfície do substrato (CRANE, 1975; MELO, 1996) e sua disponibilidade depende da produtividade estuarina (i.e. áreas vegetadas e não vegetadas), da degradação microbiana sedimentar, e da ação das marés redistribuindo alimento ao longo dos estuários (MURAI et al. 1982). Este fluxo de matéria e energia que ocorre no ambiente estuarino interfere na estabilidade ecológica das populações de *Ucas*, que é compreendida através de estudos acerca da dinâmica populacional (CASTIGLIONI et al., 2006)

O conceito de dinâmica populacional aborda questões relacionadas ao fluxo de energia através da população, valendo-se dos parâmetros de número de indivíduos (abundância) e massa total (biomassa) num determinado período de tempo. A partir destes processos podem-se derivar informações quanto ao crescimento, mortalidade e produção (BREY, 2001). Em um ecossistema, a produção secundária pode ser definida como a quantidade de matéria/energia que é potencialmente disponível como alimento para o próximo nível trófico (BREY, 2001) e é basicamente função do crescimento e mortalidade dos indivíduos, bem como do recrutamento e número de coortes por ano em uma população (PETRACCO, 2008).

Uca leptodactyla Rathbun, 1898 é uma espécie pequena de caranguejo violinista, que pode ser encontrada em planícies de marés de manguezais, baías ou até mesmo ilhas de mar aberto (CARDOSO et.al., 2004). No estuário do Piraquê-açu/mirim, é uma espécie predominante no entre-marés em regiões com sedimento preferencialmente arenoso. Estas áreas foram tipicamente modificadas para desenvolvimento pesqueiro, e ocorrem entre porções de manguezal desmatadas e próximas a estruturas de molhes e píers.

Existem estudos acerca do comportamento da espécie (CRANE,1975), fisiologia (VERNBERG et. al., 1959); ecologia (ACIOLE et al., 2000), crescimento alométrico e relativo (CARDOSO et. al.,2004; MASUNARI et. al., 2003) e estrutura populacional (BEZERRA et. al., 2006), entretanto, não foram publicados até o momento estudos acerca da dinâmica populacional e produção secundária de *Uca leptodactyla*.

O presente estudo tem por objetivo analisar parâmetros da dinâmica populacional (crescimento, recrutamento e mortalidade) e de produção secundária de *Uca leptodactyla* nas duas áreas de ocorrência da espécie no estuário do Rio Piraquê-açu-mirim, buscando avaliar oscilações temporais destas populações. Tendo em vista que ambas as áreas de estudo representam áreas de manguezal modificadas, espera-se que as populações de *Uca leptodactyla* respondam às modificações ambientais através de dinâmica temporal similar nas taxas de crescimento, recrutamento, mortalidade, longevidade e produção secundária.

METODOLOGIA

Área de estudo

O Espírito Santo possui 411 km de linha de costa, que se estende de 18°S a 22°S, com regime de maré semi-diurno de micromaré e amplitude entre 1,4 a 1,5m (DHN, 2012). O sistema estuarino dos rios Piraquê-açu-mirim, localiza-se na Ecorregião Marinha Leste do Brasil, com clima tropical e caracterizado por um período chuvoso entre outubro a março (SPALDING et al., 2007; ALVARES et al., 2014). Essa ecorregião tem sofrido marcado aquecimento atmosférico nas últimas décadas, acompanhando projeções climáticas globais e sugerindo marcados efeitos sobre comunidades bentônicas associadas a ecossistemas estuarinos (MARENCO et al., 2010; BERNARDINO et al., 2015). O estuário do rio Piraquê-Açu-Mirim possui manguezais bem desenvolvidos com predominância das espécies de mangue preto (*Avicenia Germinas*), mangue branco (*Laguncularia racemosa*) e mangue vermelho (*Rizophora mangle*) (BARROSO, 2004). Estas áreas de mangue natural são ocasionalmente interrompidas por aterros ou clareiras abertas por pescadores e pela população local para acesso ao estuário.

No estuário do rio Piraquê-açu-mirim, as duas áreas de ocorrência de *Uca leptodactyla* foram localizadas após a confluência dos dois rios e apresentam-se modificadas por atividades humanas (**Figura 1**). A Área 1

($19^{\circ}57'13.24''\text{S}$ e $40^{\circ}10'3.36''\text{W}$) (**Figura 2 A**), está localizada na aldeia indígena kaiwoá “Piraquê-açu”, correspondendo à porção média do estuário (Mesohalina). Na porção baixa do estuário, bem próximo à desembocadura, encontra-se a Área de estudo 2 ($19^{\circ}57'0.40''\text{S}$ e $40^{\circ}9'15.45''\text{W}$) (**Figura 2 B**) com ocupação humana incluindo um píer, além de estruturas como muros de contenção e uma casa bem próxima ao cordão arenoso.

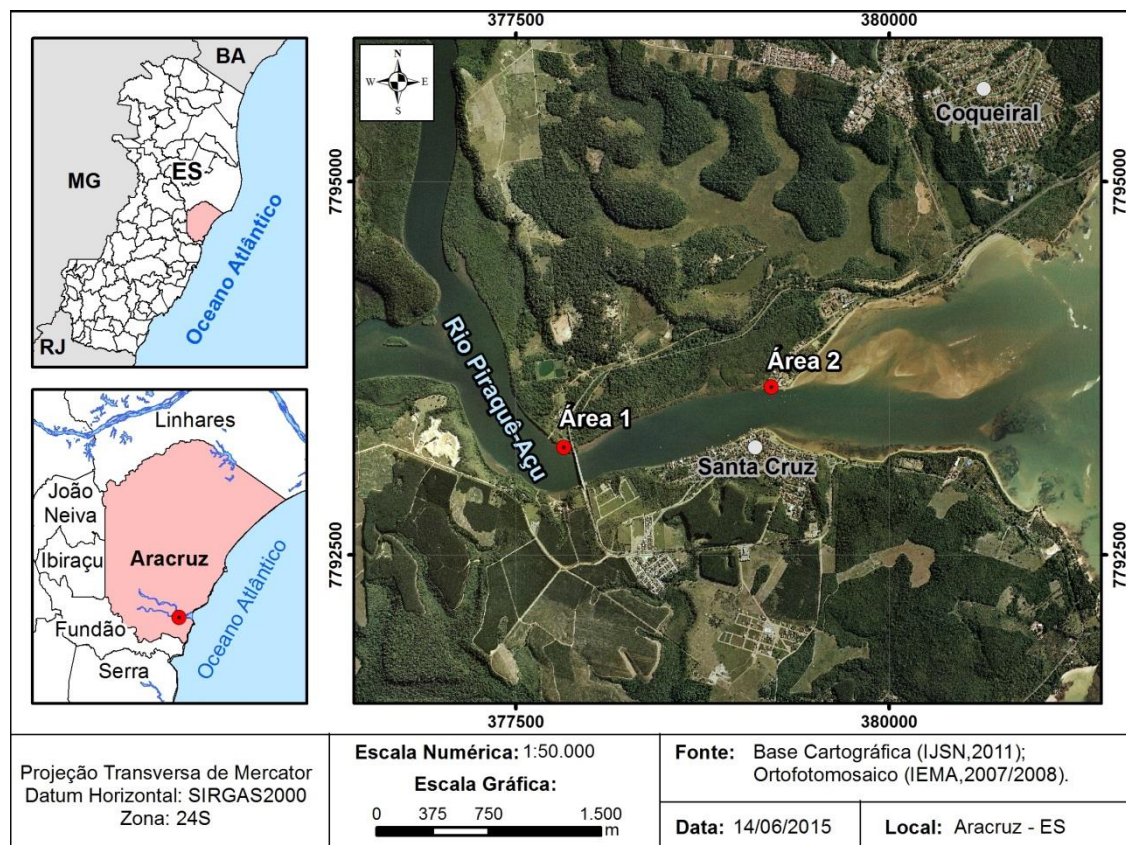


Figura 1: Mapa de localização das áreas de estudo 1 e 2 no sistema estuarino dos rios Piraquê-açu-mirim. Confecção: Micheli Moscon.



Figura 2: Áreas de estudo 1 (A) e 2 (B).

Desenho Amostral

Os caranguejos *Uca* foram coletados manualmente durante a baixamar de maré de sizígia em coletas mensais no período de Julho/2012 a Abril/2013. Foi realizado um ano de amostragem, entretanto, as amostras de maio e junho de 2013 foram perdidas devido a um problema elétrico no laboratório. Cada área foi dividida em três sítios de estudo, nos quais foram distribuídos três quadrats de 1,0 m², posicionados aleatoriamente sobre o sedimento, evitando-se a fuga dos animais, que foram coletados e preservados. Uma amostra composta de sedimentos foi coletada por mês em cada área, visando análises de matéria orgânica total e granulometria. Posteriormente, em laboratório, ocorreu a identificação dos caranguejos *Uca*, pesagem e medição de largura da carapaça (LC) (**Figura 3**), utilizando um paquímetro de 0,1mm de precisão.

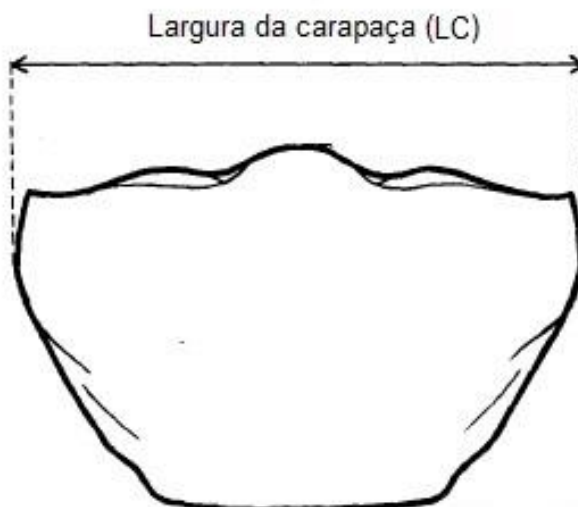


Figura 3: Desenho esquemático da medida morfológica de largura de carapaça em *Uca* utilizada nas análises do presente estudo (Adaptado de Crane, 1975).

Análise de Dados

A densidade populacional de *Uca leptodactyla* foi estimada a partir da média das frequências absolutas de indivíduos em cada sítio, por mês. O teste Qui-Quadrado (χ^2) foi utilizado para avaliar possíveis desvios na razão sexual esperada 1:1, indivíduos menores que a menor fêmea ovada coletada foram considerados como juvenis (LITULO, 2005). Os indivíduos foram agrupados em classes de tamanho com variação de 1mm para realização das análises de dinâmica populacional.

A equação de crescimento de Von Bertalanffy ajustada para as frequências de largura de carapaça (LC): $L_t = L_\infty(1 - e^{-K(t-t_0)})$; foi aplicada para descrever o crescimento dos caranguejos de cada área. Os parâmetros de crescimento necessários para obter a idade em cada classe de tamanho através da equação acima são: tamanho assintótico (L_∞), que corresponde ao tamanho médio de um indivíduo infinitamente velho; parâmetro de curvatura (K) que indica quão rápido o indivíduo se aproxima de seu L_∞ e t_0 que

corresponde à condição inicial (momento de comprimento zero) (SPARRE et. al.,1998). Estes parâmetros foram calculados utilizando o software FISAT II, através da rotina ELEFAN I (GAYANILO et. al., 1994). O índice phi-prima ($\Phi' = \log K + 2 \log L_{\infty}$) foi calculado para avaliar a performance de crescimento das duas populações estudadas. A longevidade (T) foi calculada a partir da estimativa do tamanho de 95% de cada população, que foi posteriormente aplicado na equação de Von Bertalanffy descrita anteriormente. A equação empírica de longevidade máxima $T_{m\acute{a}x} = \left(\frac{2,996}{K}\right) + t_0$ (TAYLOR, 1958) também foi aplicada a fim de comparação. A mortalidade total (Z) foi calculada a partir das amostras mensais de indivíduos por classe de tamanho e parâmetros de crescimento pela rotina tamanho convertido em curva de captura: $N(t) = N(Tr) * \exp[-Z * (t - Tr)]$ onde, N(t)= número de sobreviventes de uma coorte que atinge a idade t, N(Tr)= número de recrutas. As porcentagens de recrutamento mensais também foram calculadas pelo FISAT II a partir das amostras mensais de indivíduos por classe de tamanho e parâmetros de crescimento.

A produção secundária foi calculada em todos os meses baseando-se nos valores de peso seco livre de cinzas (AFDW). O peso seco foi obtido após a secagem dos indivíduos na estufa a 60°C por 48h, outra pesagem ocorreu após a incineração dos indivíduos em mufla a 500°C durante 4h. A subtração do peso seco pelo peso obtido após a incineração resulta no peso seco livre de cinzas (AFDW). O método utilizado para estimar a produção foi a Taxa de crescimento específico em peso proposto por Crisp (1984). O mesmo encontra-se na classificação de métodos para populações sem coortes distinguíveis, baseados em classes de tamanho (PETRACCO, 2008).

$$P = \sum_{t=0}^{t=1} \sum_{t=0}^{t=1} f_i . W_i . G_i . \Delta t$$

Onde, f_i = frequência absoluta mensal de caranguejos por classe de tamanho;

W_i = peso médio por classe de tamanho;

$G_i = k * b * [(L_{\infty}/L_i) - 1]$ = taxa de crescimento específico em peso;

Δt = intervalo de tempo entre as coletas (mês).

A taxa de renovação foi calculada a partir da razão produção por biomassa (P/B) e a relação peso x comprimento foi verificada através da regressão entre os valores de largura de carapaça (LC) e peso seco livre de cinzas (AFDW).

A matéria orgânica total foi obtida pela subtração do peso seco após secagem do sedimento na estufa a 60°C por 48h, pelo peso após a incineração do sedimento em mufla a 500°C durante 4h. O teste Tukey (ANOVA) foi realizado para verificar se existem variações significativas na quantidade de matéria orgânica entre as duas áreas ($p < 0,05$). As análises granulométricas foram realizadas pelo método descrito por Suguio (1973), e o software Gradistat foi utilizado para gerar a porcentagem de tamanho do grão para cada área.

RESULTADOS

As duas áreas apresentam sedimentos com composição similares, com conteúdo de areia entre 78-96% e 1-22% de cascalho. A área 2 apresentou maior conteúdo de matéria orgânica total sedimentar (9%) se comparado a área 1 (5%; ANOVA: $F=58,19$; $p=0,0253$).

Um total de 1.285 indivíduos de *Uca Leptodactyla* foram capturados ao longo dos dez meses de coleta, sendo 658 indivíduos na Área 1 e 627 na Área 2. Apenas cinco fêmeas ovígeras foram coletadas durante todo o período amostral sendo uma na Área 1 com apenas 5,5 mm de LC, e quatro na Área 02, onde a menor apresentou 9,0 mm de LC. A equação de Von Bertalanffy sugere que com 1 ano já existem fêmeas maduras na área 1, e com 1,4 anos existem fêmeas maduras na área 2. Percebe-se uma discrepância no tamanho dos indivíduos entre as áreas, onde o maior indivíduo coletado na Área 1 apresentou 9,0 mm de LC, enquanto o da Área 2, 12 mm de LC.

A densidade média populacional foi marcadamente variável mensalmente com picos mensais nos meses de Jul-Ago e Dez-Jan. De forma geral, a distribuição temporal da densidade nas duas áreas apresentou oscilações distintas, onde a área 1 apresentou dois picos de densidade em Agosto e Dez-Jan, enquanto na área 2 a densidade diminuiu continuamente entre o pico observado em Julho 2012 e Abril de 2013 (**Figura 4**).

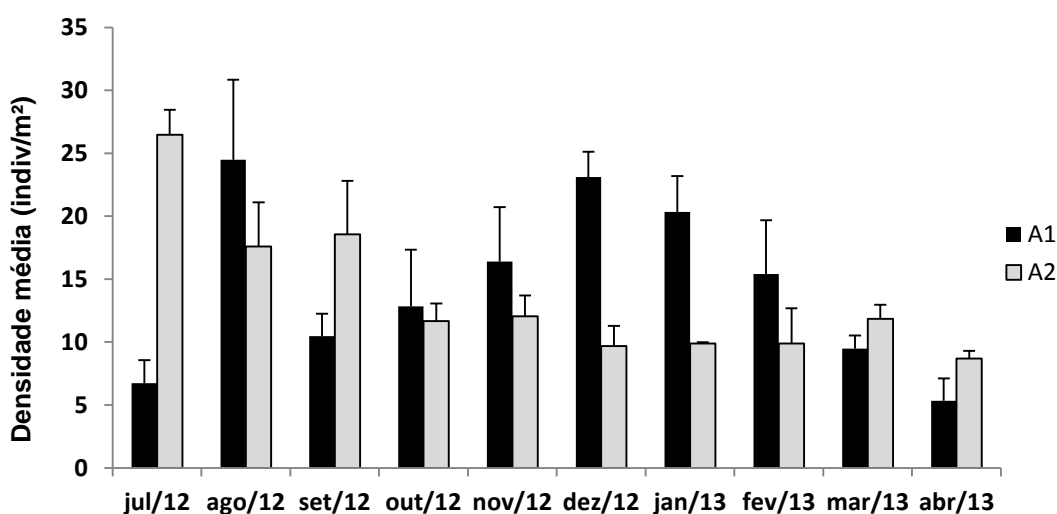


Figura 4: Densidade média populacional mensal (indiv/m²) das áreas de estudo e respectivos erros padrões das médias.

A distribuição de indivíduos por classe de tamanho permitiu clara identificação das coortes e verificação do envelhecimento das mesmas ao longo do tempo (**Figura 5**). Na Área 2, percebe-se a ocorrência de duas coortes distintas nos meses de Julho e Outubro de 2012. Dezembro de 2012 parece ser um mês de intenso recrutamento em ambas as áreas devido à alta frequência de indivíduos em baixas classes de tamanho, porém, os indivíduos mais velhos não foram identificados coexistindo nas áreas. Na Área 1, observa-se que apenas uma coorte é identificada por mês ao longo de todo o período amostral (**Figura 5**).

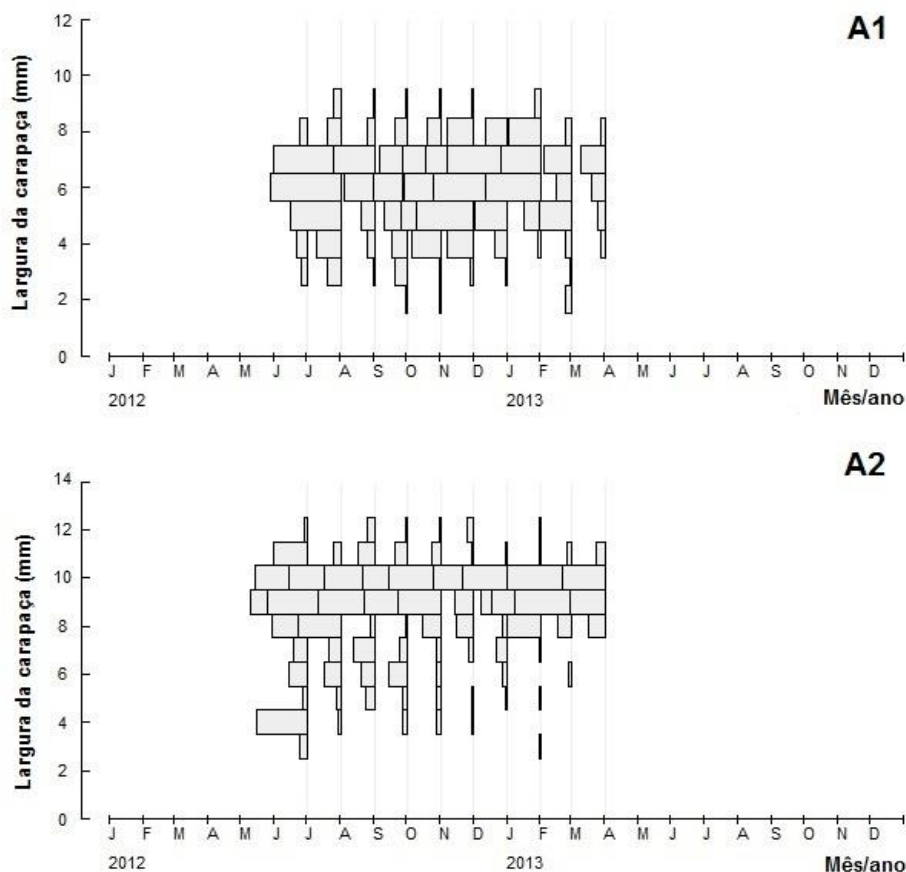


Figura 5: Histogramas de distribuição mensal de indivíduos por classe de tamanho (mm) para cada área de estudo.

O número de caranguejos machos foi muito superior ao de fêmeas nas duas áreas amostrais em todo o período estudado. Conseqüentemente, a razão sexual foi estatisticamente diferente da razão esperada em ambas as áreas (**Tabelas 1 e 2**). Na Área 1 todos os meses apresentaram variações significativas na razão 1:1, com exceção de Setembro de 2012 e Fevereiro de 2013 (**Tabela 1**). Na Área 2, apenas os meses de Novembro de 2012 a Fevereiro de 2013 apresentaram razão sexual próxima da esperada (**Tabela 2**).

Tabela 1: Número de adultos e juvenis machos e fêmeas, razão M:F e teste qui-quadrado (χ^2), para cada mês na Área 1. (*)variações significativas na razão 1:1.

Mês	Machos	Juvenis Machos	Total M	Fêmeas	Juvenis Fêmeas	Total F	M:F	χ^2
jul/12	18	12	30	3	1	4	7,5	19,882*
ago/12	54	36	90	28	6	34	2,6	25,29*
set/12	21	6	27	20	6	26	1,0	0,019
out/12	26	20	46	12	7	19	2,4	11,215*
nov/12	31	21	52	17	14	31	1,7	5,313
dez/12	0	66	66	0	46	46	1,4	3,571
jan/13	55	15	70	25	8	33	2,1	13,291*
fev/13	30	6	36	37	5	42	0,9	0,462
mar/13	16	5	21	25	2	27	0,8	0,75
abr/13	22	2	24	3	0	3	8,0	16,33*
TOTAL	273	189	462	170	95	265	1,7	53,382*

Tabela 2: : Número de adultos e juvenis machos e fêmeas, razão M:F e teste qui-quadrado (χ^2), para cada mês na Área 2. (*)variações significativas na razão 1:1.

Mês	Machos	Juvenis Machos	Total M	Fêmeas	Juvenis Fêmeas	Total F	M:F	χ^2
jul/12	49	51	100	34	0	34	2,9	32,507*
ago/12	46	10	56	33	0	33	1,7	5,944*
set/12	47	8	55	37	2	39	1,4	2,723*
out/12	28	7	35	19	5	24	1,5	2,051*
nov/12	29	3	32	27	3	29	1,1	0,148
dez/12	3	22	25	8	16	24	1,0	0,02
jan/13	27	0	27	20	3	23	1,2	0,32
fev/13	24	2	26	0	24	24	1,1	0,08
mar/13	37	0	37	23	0	23	1,6	3,267*
abr/13	28	0	28	16	0	16	1,8	3,373*
TOTAL	318	103	421	217	53	269	1,6	33,484*

Quanto à dinâmica populacional, o tamanho assintótico encontrado para a área 2 ($L_{\infty}=12,65$ mm), foi maior que encontrado na área 1 ($L_{\infty}=9,45$ mm). A taxa de crescimento da área 1 foi menor que a encontrada na área 2 ($K=0,85$ e $K=0,91$, respectivamente), indicando distintas curvas de crescimento nas populações de Uca (**Figura 6**). O índice de phi-prima foi de $\Phi'=1,88$ na área 1 e $\Phi'=2,16$ na área 2, indicando uma melhor performance de crescimento na população da área 2.

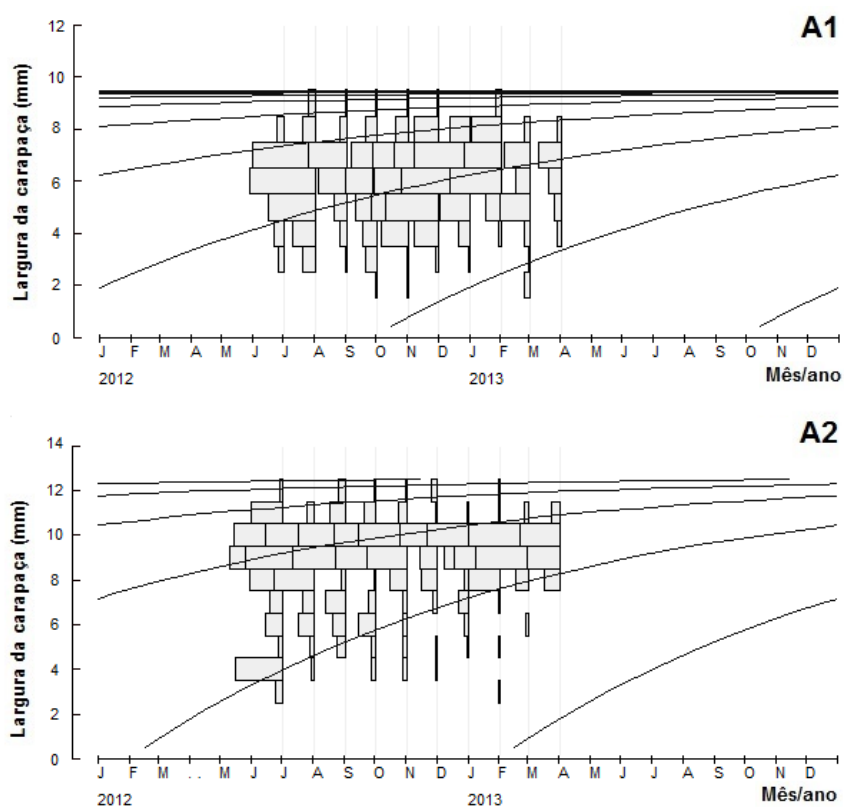


Figura 6: Histogramas de distribuição mensal de indivíduos por classe de tamanho com as curvas de crescimento de Von Bertalanffy para $L_{\infty}=9,45\text{mm}$ e $K=0,85$ na área 1 (A1) e $L_{\infty}=12,65\text{mm}$ e $K=0,91$ na área 2 (A2).

A análise de dispersão entre os valores de largura de carapaça e peso seco livre de cinzas mostra que a relação peso x comprimento é válida. Isso significa que o peso livre de cinzas (g) é uma função do tamanho do indivíduo (mm) tanto na área 1 ($r^2= 0,74$), quanto na área 2 ($r^2= 0,8$) (**Figura 7**).

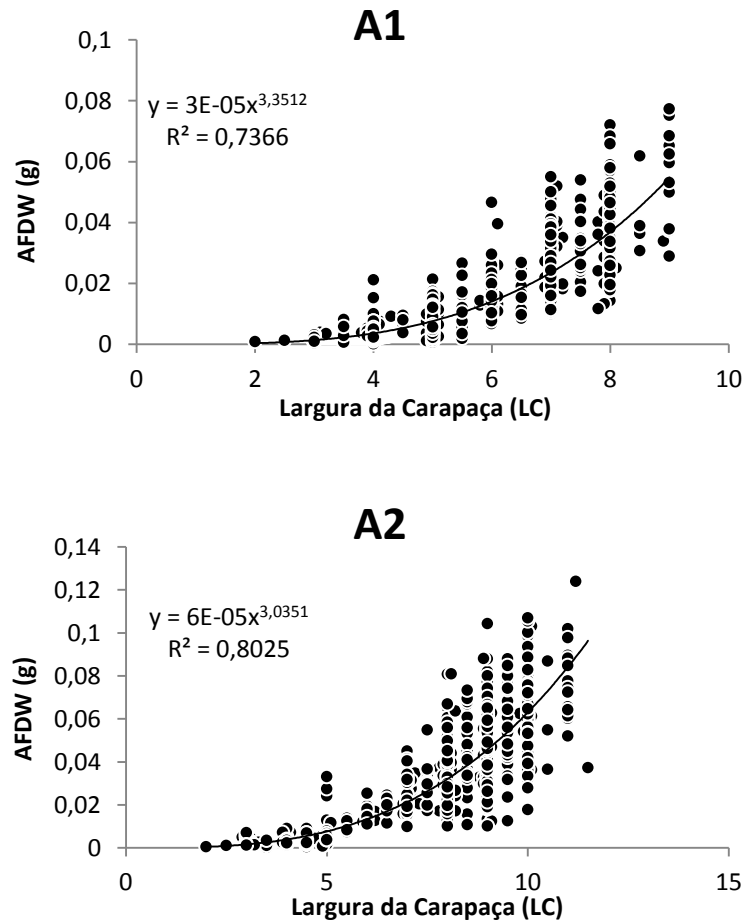


Figura 7: Regressão entre peso livre de cinzas (AFDW) e tamanho corporal (LC) de *Uca Leptodactyla* para as áreas de estudo 1 e 2.

A longevidade foi estimada em indivíduos de 8,5 mm de tamanho (LC 95%) na área 1, que gerou uma expectativa de vida de 2,7 anos. A fórmula empírica de Taylor, 1958 gerou uma longevidade máxima de 3,5 anos, condizente com a idade gerada na equação de Von Bertalanffy para um indivíduo de 9 mm. Na área 2, a longevidade foi estimada em indivíduos de 11 mm de tamanho (LC 95%) que gerou uma expectativa de vida de 2,2 anos. Enquanto Taylor gerou uma expectativa de 3,3 anos, condizente com a idade gerada na equação de Von Bertalanffy para um indivíduo de 12 mm. A taxa de mortalidade total foi de $Z = 1,96$ ($r^2 = 0,9565$) para a área 1 e de $Z = 2,92$ ($r^2 = 0,9884$) na área 2.

O tamanho populacional mensal e curvas de crescimento das populações de *U. leptodactyla* sugere recrutamento contínuo em ambas as áreas (**Figura 8**). Porém, foram observados pulsos de recrutamento em Nov-Dez com cerca de 18 a 20 % de indivíduos recrutados nesses períodos em ambas as áreas (**Figura 8**). Apesar de picos aproximadamente coincidentes entre as duas áreas, o recrutamento anual de indivíduos foi distinto, com maiores taxas encontradas na área 1 (**Figura 8**).

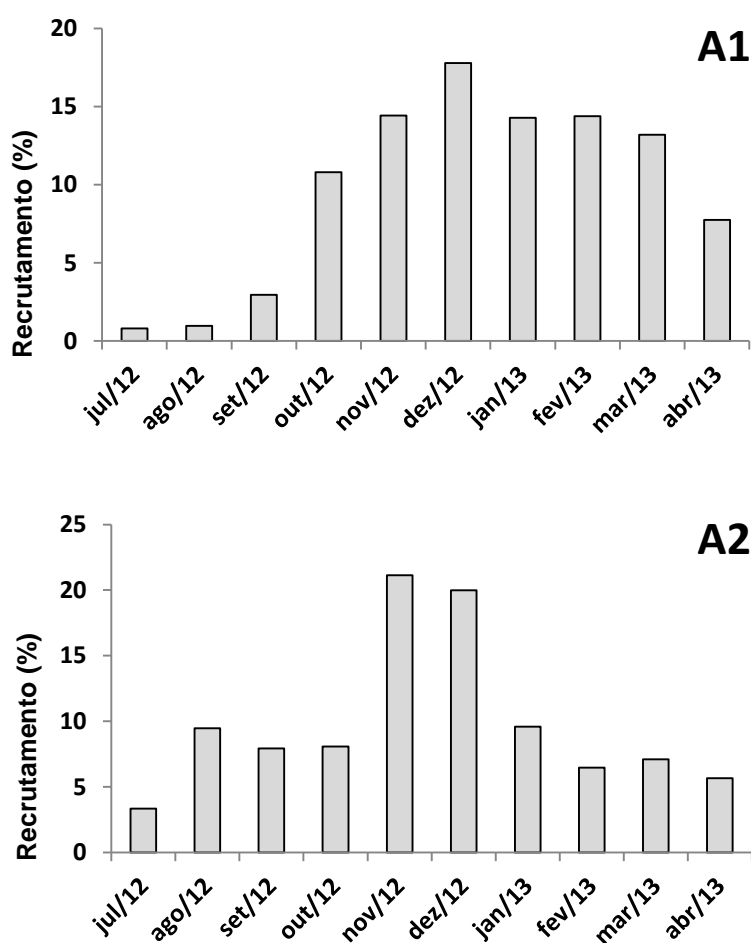


Figura 8: Porcentagem de recrutamento por mês em cada área de estudo.

A produção secundária foi consistentemente superior na área 2 se comparado a área 1, com picos nos meses de Jul-Ago (**Figura 9**). Na área 1 a produção anual foi estimada em 20,3 g AFDW/m²/ano enquanto na área 2, a produção secundária foi estimada em 52,9 g AFDW/m²/ano, ou > 2 vezes

superior. As taxas de renovação (P/B) estimadas mostraram que a biomassa se renova 11,9/ano na área 1, e 11,2/ano na área 2.

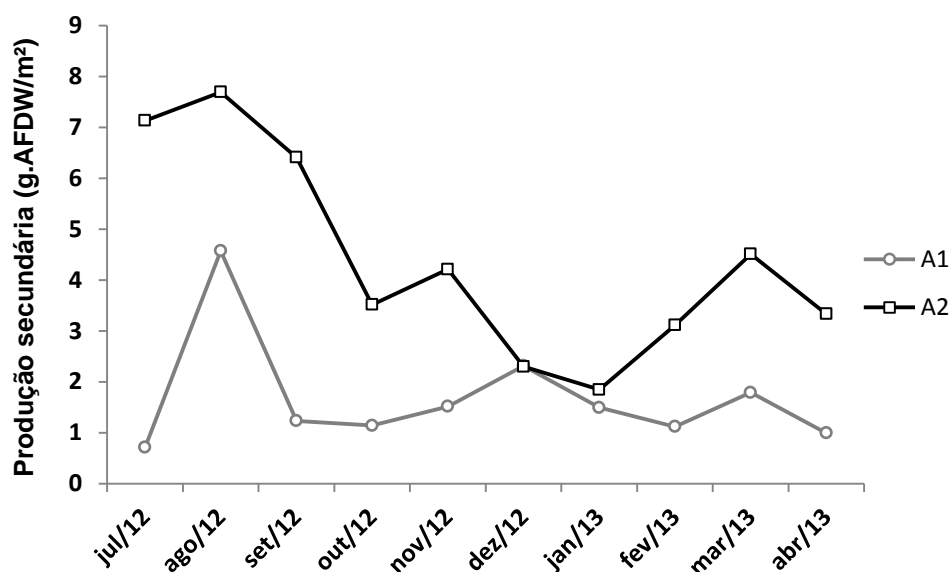


Figura 9: Produção secundária mensal nas áreas de estudo 1 e 2.

DISCUSSÃO

Caranguejos do gênero *Uca* apresentam preferência sedimentar de acordo com a espécie, tendo sua distribuição marcada ao longo de gradientes granulométricos (THURMAN et. al., 2013). A espécie *Uca leptodactyla* apresenta preferência por habitats arenosos (CRANE, 1975), como verificado no estuário do Piraquê-açu-mirim. As diferenças no teor de matéria orgânica sedimentar, indica que a área 1 apresenta escassez alimentar para a população de *Uca leptodactyla*, o que pode ser uma função da menor extensão da mesma em comparação com a área 2. A menor extensão da área 1, também explica a maior densidade populacional na mesma em relação a área 2.

A razão sexual diferente da esperada 1:1 com tendência a um número maior de machos que de fêmeas, é condizente com outros estudos. Costa e Soares-Gomes (2011), também encontraram desvios significativos na razão sexual esperada, com predominância de machos, em praticamente todos os meses de estudo na Lagoa de Itaipu, RJ. Segundo Werner (1972), a razão

sexual 1:1 corresponde mais a uma exceção do que a uma regra quando se trata de crustáceos maduros marinhos. Este fato pode ser explicado por processos biológicos nos quais os machos investem maior parte da sua energia no crescimento corporal e dos quelípodos enquanto as fêmeas investem maior parte de sua energia em processos reprodutivos (COSTA et. al., 2009; CASTIGLIONI et. al., 2006). Sendo assim, as fêmeas se tornam mais vulneráveis à predação que os machos. AYRES-PERES (2008) ainda sugere que além dos processos biológicos se diferirem entre machos e fêmeas, o sucesso no recrutamento dos machos é superior ao das fêmeas. Geisel (1972) afirma que as fêmeas são menos resistentes que os machos à modificações antrópicas, o que também corrobora com o desvio encontrado no presente estudo em ambas as áreas.

A taxa de crescimento de caranguejos do gênero *Uca* pode ser influenciada por diversos fatores abióticos e depende principalmente da quantidade de matéria orgânica presente no sedimento, uma vez que esta é sua principal fonte alimentar (CRANE, 1975; MELO, 1996). No estuário do Piraquê-Açu-Mirim, as populações de *U. leptodactyla* da área 2 apresentaram melhor performance de crescimento condizentes com maior disponibilidade orgânica sedimentar e com a proximidade com regiões marinhas. Outros estudos encontraram diferentes performances de crescimento para diferentes populações de caranguejos *Uca*. BENETTI et. al. (2004) verificou crescimento relativo diferente entre as populações de machos e fêmeas de *Uca burguesi* nos estuários dos rios Cavalão e Ubatumirim. CASTIGLIONI et. al. (2004) também encontrou diferentes taxas de crescimento somático de *Uca rapax* nos estuários de Ubatumirim e Itamambuca. O maior indivíduo de *Uca Leptodactyla* medido por Masunari et. al. (2003) apresentava 11,5 mm de LC, enquanto no estudo de Cardoso et. al. (2004) o tamanho máximo foi de 7,5 mm de LC, neste estudo, uma grande variação de tamanho dos indivíduos foi verificada nas duas áreas de estudo indicando que o tamanho atingido pela espécie está intrinsecamente ligado às condições ambientais.

Os padrões de recrutamento revelaram o típico ciclo reprodutivo contínuo de *Uca* (COSTA et. al., 2011), e parecem sofrer marcada variabilidade de acordo com a sazonalidade.

Segundo Costa e Soares-Gomes (2011), caranguejos do gênero *Uca* apresentam alta plasticidade em ambientes com forte interferência antrópica. Os mesmos tendem a apresentar aumento de biomassa em ambientes sujeitos à descarga de efluentes domésticos devido ao input de microalgas e bactérias no sedimento, aumentando a fonte alimentar da população. Entretanto, apesar do aumento de crescimento nessas áreas e de apresentarem alta resistência, a vida em ambientes com pressão antrópica pode gerar alterações nos padrões reprodutivos e nas taxas de mortalidade dessas populações (CANICCI et. al., 2009). MASUNARI (2012) reforça esta ideia dizendo que os padrões reprodutivos de *Uca leptodactyla* são uma função mais das condições ambientais, do que determinados por regras específicas da espécie. No presente estudo, apesar de ambas as áreas sofrerem pressão antrópica, a área 2 encontra-se em uma região mais desmatada e densamente ocupada. Isso sugere que apesar de possuir uma melhor performance de crescimento dos indivíduos, o menor sucesso no recrutamento ao longo do período amostral e uma maior taxa de mortalidade podem estar associados às pressões antrópicas na área de estudo.

Os cálculos de longevidade indicam que ambas as populações vivem em torno de dois anos. Portanto, a longevidade não parece ser uma função de interferências antrópicas ou taxa de crescimento. Percebe-se que a fórmula empírica de longevidade, aproxima-se da idade do maior indivíduo coletado para ambas as áreas. Entretanto, nem todos os indivíduos da população chegam a atingir aquele tamanho. Sendo assim, uma estimativa de longevidade através do tamanho no qual está inserida 95% da população apresenta-se mais plausível.

Altas taxas de P/B em comunidades bentônicas tendem a ser exibidas em organismos pequenos, de crescimento rápido e ciclo de vida curto (MOLLER, 1985). Neste estudo, *Uca leptodactyla* apresentou crescimento rápido e longevidade baixa gerando, como consequência, uma alta taxa P/B. A maior taxa de renovação na área 1 corrobora com a hipótese apresentada acima de escassez de alimentos na mesma, gerando uma menor biomassa que aumenta a razão P/B.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo mostrou que a dinâmica das populações de *U. leptodactyla* no estuário do Piraquê-Açu-Mirim foi marcadamente distinta entre áreas modificadas artificialmente. Os padrões de crescimento e produtividade aparentemente estão mais associados à distinta disponibilidade alimentar entre regiões estuarinas, enquanto o sucesso no recrutamento e taxas de mortalidade podem refletir distintas pressões humanas locais. Este estudo mostrou que a avaliação da dinâmica populacional e produção secundária de *Uca leptodactyla* pode servir para monitoramento de pressões antrópicas sobre ecossistemas estuarinos, pois são indicadores da estabilidade ecológica das populações. Este tipo de avaliação é extremamente útil tendo em vista que caranguejos do gênero *Uca* são abundantes nos ambientes estuarinos e respondem bem às alterações ambientais, mesmo em locais historicamente modificados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIOLE, S. D. G.; SOUSA, E. C.; CALADO, T. C. S. 2000. **Aspectos bioecológicos de *Uca cumulanta* Crane, 1943 e *Uca leptodactyla* Rathbun, 1898 (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae) do complexo estuarino-lagunar Mundaú/Manguaba - Maceió, Estado de Alagoas.** Boletim de Estudos de Ciências do Mar, 79: 79-100.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M., SPAROVEK, G., 2014. **Kop-pen's climate classification map for Brazil.** Meteorol. Z. 22, 711e728.

AYRES-PERES, L.; MANTELATTO, F. L. M. 2008. **Análise comparativa da estrutura populacional do ermitão endêmico do Atlântico Ocidental *Loxopagurus loxochelis* (Decapoda, Anomura) em duas regiões do Estado de São Paulo, Brasil.** Iheringia 98: 28-35.

BERNARDINO, A.F., et al., **Predicting ecological changes on benthic estuarine assemblages through decadal climate trends along Brazilian Marine Ecoregions.** 2015. Estuarine, Coastal and Shelf Science. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2015.05.021>>

BEZERRA, L. E. A.; MATTHEUS-CASCON, H. 2006. **Population structure of the fiddler crab *Uca leptodactyla* Rathbun, 1898 (Brachyura: Ocypodidae) in a tropical mangrove of northeast Brazil.** Thalassas 22(1):65-75.

BARROSO, G. F. 2004. **Development of an evaluation framework for sustainable bivalve aquaculture: A strategic plan approach in Espírito Santo, Brazil.** PhD Thesis (Geography), University of Victoria, Canada.

BENETTI, A. S.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.. 2004. **Relative growth of *Uca burgersi* (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in the southeastern Brazilian coast.** Iheringia 94: 67-72.

BREY, T. 2001. **Population dynamics in benthic invertebrates**. A virtual handbook. Version 01.2. In: <<http://www.thomas-brey.de/science/virtualhandbook>>

CANNICCI, S.; BARTOLINI, F.; DAHDOUH-GUEBAS, F.; Fratini, S.; LITULO, C.; MACIA A.; MRABU E. J.; PENHA-LOPES, G.; PAULA, J. 2009. **Effects of urban wastewater on crab and mollusc assemblages in equatorial and subtropical mangroves of East Africa**. *Estuarine, Coastal and Shelf Sciences* 84: 305-317.

CASTIGLIONI, D. S.; Negreiros-Fransozo, M. L. 2004. **Somatic growth of the mudflat fiddler crab *Uca rapax* (Smith, 1870) (Brachyura: Ocypodidae) from two subtropical mangroves in Brazil**. *Universidade y Ciencia* 20(39): 15-22.

CASTIGLIONI, D. S.; M. L. NEGREIROS-FRANSOZO; R. C. MORTARI. 2006. **Biologia populacional do caranguejo violinista *Uca rapax* (Smith, 1870) (Crustacea, Ocypodoidea) proveniente de uma área de manguezal degradado em Paraty, RJ, Brasil**. *Atlântica* 28:73-86.

CASTIGLIONI, D.S.; M.L. NEGREIROS-FRANSOZO. 2006. **Physiologic sexual maturity of the Fiddler Crab *Uca rapax* (Smith, 1870) (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in Ubatuba, Brazil**. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 49 (2): 239-248.

CARDOSO, R.C.F.; NEGREIROS-FRANZOSO, M.L. 2004. **A comparison of the allometric growth in *Uca leptodactyla* (Crustacea: Brachyura: Ocypodidae) from two subtropical estuaries**. *Journal of the Marine Biological Association of United Kingdom* 84, 733- 735.

COSTA, T.; SOARES-GOMES, A. 2009. **Population structure and reproductive biology of *Uca rapax* (Decapoda, Ocypodidae) in a tropical coastal lagoon, southeast Brazil**. *Revista Brasileira de Zoologia* 26: 647-657.

COSTA, T.; SOARES-GOMES, A. 2011. **Population dynamics and secondary production of *Uca rapax* (Brachyura: Ocypodidae) in a**

tropical coastal lagoon, southeast Brazil. Journal of Crustacean Biology, Langley, v. 31, n. 1, p. 66-74.

CRANE, J. 1975. **Fiddler crabs of the world. Ocypodidae: genus Uca.** New Jersey: Princeton University Press, 736p.

CRISP, D. J. 1984. **Energy flow measurements**, pp. 284-372. In, N. A. Holme and A. D. McIntyre (eds.), Methods for the Study of Marine Benthos. IBP Handbook Nº.16 Blackwell, Oxford.

DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação. **Previsão de Marés.** In: <<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/index.htm>>.

GAYANILO, F. C. J., P. Sparre, and D. Pauly. 1994. **The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide.** FAO Computerized Information Series (Fisheries), Roma, Book 7.

HOGARTH, P. J. 1999. **The Biology of Mangroves.** Published by Oxford University Press Inc., New York.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados Meteorológicos.** In: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>

JONES, C. G.; Lawton, J. H.; Shachak, M. 1997. **Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers.** Ecology 78:1946–1957.

KRISTENSEN, E. 2008. **Mangrove crabs as ecosystem engineers; with emphasis on sediment processes.** Journal of Sea Research 59: 30-43.

LEITÃO, S.N. 1995. **A fauna do manguezal.** In: Schaeffer-Novelli, Y. Manguezal, Ecossistema entre a terra e o mar. Caribbean Ecological Research. 64p.

LITULO, C. 2005. **Population structure and reproductive biology of the fiddler crab *Uca inversa* (Hoffman, 1874) (Brachyura: Ocypodidae).** Acta Oecologica 27: 135-141.

MARENGO, J.A., AMBRIZZI, T., DA ROCHA, R.P., ALVES, L.M., CUADRA, S.V., VALVERDE, M.C., TORRES, R.R., SANTOS, D.C., FERRAZ, S.E.T., 2010. **Future change of climate in South America in the late twenty-first century: intercomparison of scenarios from three regional climate models.** *Clim. Dyn.* 35, 1073e1097.

MASUNARI, S.; SWIECH-AYOUB, B. P. 2003. **Crescimento relativo em *Uca leptodactyla* Rathbun (Crustacea Decapoda Ocypodidae).** *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, v. 20,n.3,p. 487-491.

MASUNARI, S. 2012. **Hood construction as an indication of the breeding period of the fiddler crab *Uca (Leptuca) leptodactyla* Rathbun, 1898 (Decapoda, Ocypodidae) from Guaratuba Bay, southern Brazil.** *Crustaceana*, v. 85, p. 1153-1169.

MELO, G. A. S. 1996. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro.** São Paulo, Plêiade/FAPESP, 604p.

MOLLER, P. 1985. **Production and abundance of juvenile *Nereis diversicolor*, and oogenic cycle of adults in shallow waters of western Sweden.** *J Mar Biol Assoc. UK* 65:603–616.

MUNRO, J. L. 1982. **Estimation of the parameters of the von Bertalanffy growth equation from recapture data at variable time intervals.** *Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, Copenhagen 40: 199-200.

MURAI, M, S GOSHIMA & Y NAKASONE. 1982. **Some behavioral characteristic related to food supply and soil texture of burrowing habitats observed on *Uca vocans vocans* and *U. lactea perplexa*.** *Mar. Biol.*, 66: 191-197

NÓBREGA, N. E. F.; SILVA, J. G. F; RAMOS, H. E. A.; PAGUNG, F. S. **Análise da distribuição sazonal e espacial da precipitação no sul do estado do Espírito Santo.** *Anais do XV Congresso Brasileiro de Meteorologia*. São Paulo, 2008.

PETRACCO, M. 2008. **Produção secundária da macrofauna bentônica da zona entremarés no segmento norte da praia do Una, litoral sul do estado de São Paulo**. Tese apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

PIANCA, C.; MAZZINI, P.L.F.; SIEGLE, E. **Brazilian offshore wave climate based on NWW3 reanalysis**. Brazilian Journal of Oceanography, 2010.

PRITCHARD, D.W. 1967. **What is an estuary: physical viewpoint**. In: Lauff GH (Ed.), Estuaries, American Association for the Advancement of Science, Washington DC, pp. 3-5.

ROSENBERG, M. S. 2001. **The systematics and taxonomy of fiddler crabs: A phylogeny of the genus Uca**. Journal of Crustacean Biology 21(3): 839-869.

SPALDING, M.D., FOX, H.E., ALLEN, G.R., DAVIDSON, N., FERDANA, Z.A., FINLAYSON, M., HALPERN, B.S., JORGE, M.A., LOMBANA, A., LOURIE, S.A., MARTIN, K.D., MCMANUS, E., MOLNAR, J., RECCHIA, C.A., ROBERTSON, J., 2007. **Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of Coastal and Shelf Areas**. BioScience 57, 573e583.

SPARRE, P; Venema S.C. 1998. **Introduction to tropical fish stock assessment**. Part 1-manual. FAO Fish. Tech. Pap. (306.1) Rev. 2: 376 p.

SUGUIO, K. 1973. **Introdução à Sedimentologia**. Editora da USP: São Paulo, 317p.

TAYLOR, C.C. 1958. **Cod growth and temperature**. J. Cons. Int. Explor. Mer. 23:366-370.

THURMAN, C. L.; FARIA, S. C.; MCNAMARA, J. C. 2013. **The distribution of fiddler crabs (Uca) along the coast of Brazil: implications for biogeography of the western Atlantic Ocean**. Marine Biodiversity Records, 6, e1. doi:10.1017/S1755267212000942.

VERNBERG, F.J.; Tashian, R. E. 1959. **Studies on the physiological variation between tropical and temperate zone fiddler crabs of the genus *Uca***. I. Thermal death limits. *Ecology*, 40: 589-593.

WERNER, A.M. 1972. **Sex ratio as a function of size in marine crustacea**. *American Naturalist* 106: 321-350.