

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

INSTITUTO DE BIOLOGIA

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

JULIANO JOSÉ DA SILVA

**COMO A BIOLOGIA SOCIAL E OS PADRÕES LATITUDINAIS INFLUENCIAM O
TAMANHO CORPORAL DAS ESPÉCIES DO COMPLEXO *Lysmata* e
Exhippolysmata (CRUSTACEA; DECAPODA; CARIDEA)?**

UBERLÂNDIA – MG

2021

JULIANO JOSÉ DA SILVA

**COMO A BIOLOGIA SOCIAL E OS PADRÕES LATITUDINAIS INFLUENCIAM O
TAMANHO CORPORAL DAS ESPÉCIES DO COMPLEXO *Lysmata* e
Exhippolysmata (CRUSTACEA; DECAPODA; CARIDEA)?**

Orientadora: Dra Ariádine Cristine de Almeida

Coorientadora: Ma. Marina Calixto Cunha

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biologia, da Universidade Federal
de Uberlândia, como requisito parcial para a
obtenção do grau de Bacharelado.

UBERLÂNDIA – MG

2021

JULIANO JOSÉ DA SILVA

**COMO A BIOLOGIA SOCIAL E OS PADRÕES LATITUDINAIS INFLUENCIAM O
TAMANHO CORPORAL DAS ESPÉCIES DO COMPLEXO *Lysmata* e
Exhippolysmata (CRUSTACEA: DECAPODA: CARIDEA)?**

Relatório final apresentado a Universidade Federal
de Uberlândia, como parte das exigências para a
obtenção do título de Bacharel em Ciências
Biológicas.

Uberlândia, MG, 21 de outubro de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof^ª. Dra Ariádine Cristine de Almeida

Coorientadora: Ma. Marina Calixto Cunha

Avaliador: Prof. Dr. Giuliano Buzá Jacobucci

Avaliador: Dr. Douglas Fernandes Rodrigues Alves

Este Trabalho de Conclusão de Curso segue as normas da revista *Nauplius*, atendendo as orientações do curso de graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Umuarama.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Box plot da amplitude de tamanho máximo (A) e mínimo (B) dos camarões do complexo *Lysmata-Exhippolysmata* conforme biologia social e fase sexual. Legenda: FH: fase hermafrodita; FM: fase macho; P: pares.

FIGURA 2: Box plot da variação no tamanho corporal de camarões do complexo *Lysmata-Exhippolysmata* conforme sexo e biologia social. Legenda: FH: fase hermafrodita; FM: fase macho; P: pares.

FIGURA 3: Mapa de distribuição das espécies avaliadas no presente estudo. Legenda: L: *Lysmata*; E: *Exhippolysmata*.

FIGURA 4: Relação entre tamanho assintótico dos indivíduos (pontos) e a amplitude latitudinal (linha). Azul: pares, Vermelho: agregados.

LISTA DE TABELA

TABELA 1: Relação das espécies com a sua biologia social e sua amplitude de tamanho baseado no comprimento da carapaça (CC mm). Legenda: A: agregado; P: pares; CC.Min: tamanho mínimo; CC.max: tamanho máximo; FM: fase macho; FH: fase hermafrodita; IC: índice de crescimento.

LISTA DE APÊNDICE

APÊNDICE I: Lista de artigos utilizados para a realização das análises do presente estudo. Legenda: A: agregados e P: pares.

Sumário

1	Resumo.....	6
2	Introdução.....	8
3	Material e Métodos.....	10
3.1	Pesquisa bibliográfica	10
3.2	Delimitação latitudinal das espécies	11
3.3	Análise de dados e meta-análise	11
4	Resultados	12
4.1	Pesquisa Bibliográfica	12
4.2	Comparação do crescimento somático e sua relação com a biologia social.....	14
4.3	Os padrões latitudinais e o crescimento assintótico.....	15
5	Discussão.....	17
6	Referências Bibliográficas	20
7	APÊNDICE	24

COMO A BIOLOGIA SOCIAL E OS PADRÕES LATITUDINAIS INFLUENCIAM O TAMANHO CORPORAL DAS ESPÉCIES DO COMPLEXO *Lysmata* e *Exhippolysmata* (CRUSTACEA; DECAPODA; CARIDEA)?

Juliano José da Silva¹, Marina Calixto-Cunha¹, Ariádine Cristine de Almeida¹

¹ Universidade Federal de Uberlândia, Laboratório de Ecologia de Ecossistemas Aquáticos, Uberlândia, Minas Gerais, Brazil

e-mail: julianojosedasilva@gmail.com

1 Resumo

O presente estudo foi conduzido para examinar a influência da biologia social (Agregados: A; /Pares: P) e dos padrões latitudinais no tamanho corporal dos camarões do complexo *Lysmata* e *Exhippolysmata*. De um total de 85 artigos científicos elencados por meio de um levantamento bibliográfico, 16 apresentaram dados como tamanho e pontos de ocorrência georreferenciados, os quais compuseram a nossa análise. Os dados foram analisados por meio de ANOVA e Regressão linear, a fim de observar como as variáveis estudadas atuam no crescimento somático. Seguindo a média dos tamanhos mínimos (T.min) (A: T.min= 4,86mm; dp=2,17mm; P: T.min=5,47mm; dp=1,86mm) e máximos (T.max) (A: T.max=11,33mm; dp=3,61mm; P: T.max=9,01mm; dp=2,39mm) e comparando a média dos índices de crescimento (IC) (A: IC=0,43; dp=0,14; P: IC=0,62; dp=0,20), conseguimos identificar que o grupo A apresenta uma maior amplitude de tamanho quando comparado ao grupo P, possuindo dessa forma um maior investimento em crescimento somático. Conseguimos identificar também como os padrões latitudinais afetam o tamanho assintótico dos camarões. Em condições de latitudes próximas à Linha do Equador (alta incidência de luz solar, maior produção de recursos e estabilidade climática) encontramos espécies com indivíduos menores (*L. ankeri*: T_{max}médio=5,50mm; *L.*

boggesi: $T_{\max_{\text{médio}}}=9,43\text{mm}$) quando comparados com os indivíduos localizados nos padrões de trópicos e em zonas temperadas (*E. oplophoroides*: $T_{\max_{\text{médio}}}=12,69\text{mm}$; *L. californica*: $T_{\max_{\text{médio}}}=13,30\text{mm}$). Dessa forma, esse estudo auxilia na compreensão de variáveis que atuam indiretamente no crescimento somático dos camarões dos gêneros *Lysmata* e *Exhippolysmata*, com destaque aqui para a biologia social e os padrões latitudinais.

Palavras-Chaves

Lysmatidae, paradigma latitudinal, crescimento somático, hermafroditismo protândrico, sociobiologia.

2 Introdução

Atualmente, existem cerca de 3.500 espécies de camarões da infraordem Caridea, as quais apresentam grande diversidade ecológica e uma extensa amplitude de ocorrência, vivendo de regiões tropicais a polares e em ambiente intertidais e pelágicos (Terossi *et al.*, 2018). Entre os carídeos, a família Lysmatidae se destaca por possuir nos gêneros *Lysmata* e *Exhippolysmata* um complexo de espécies agrupado através de análises de DNA mitocondrial, no qual possuem um sistema sexual de hermafroditismo protândrico simultâneo (PSH) (Bauer, 2000; Baeza & Fuentes, 2013; Subramoniam, 2013).

O hermafroditismo protândrico simultâneo é um padrão sexual no qual os indivíduos juvenis se desenvolvem inicialmente para fase macho (FM). Com o aumento de tamanho corporal e desenvolvimento gonadal feminino, esses indivíduos passam a ser reconhecidos como hermafroditas simultâneos ou camarões em fase hermafrodita (FH). Nesse estágio da vida, esses indivíduos conservam as gônadas da FM e adicionam as gônadas femininas, podendo se reproduzir com ambos os sexos (Bauer, 2006). Quando dois indivíduos na FH realizam a cópula, um interage como macho e outro como fêmea, impossibilitando assim a fecundação dupla. Assim, os hermafroditas não são capazes de realizarem autofecundação (Subramoniam, 2013).

Além de seu sistema sexual raro, esses gêneros possuem biologia social variada, sendo classificados como: agregados, pequenos grupos e pares. Os camarões das espécies *Lysmata wundermanni*, *L. seticaudata* e *L. californica*, por exemplo, são conhecidos por viverem em grupos com grandes densidades, formando agregações (A). Possuem hábitos noturnos e são forrageadores generalistas raspando a superfície de outros organismos, especialmente peixes (Bauer, 2006; Baeza, 2013). O sistema de cópula dos camarões de grupo A é por busca ativa, em que os machos saem à procura de indivíduos hermafroditas que estejam receptivos e aptos

a se reproduzirem, ocorrendo o mesmo com camarões FH em baixas densidades de macho (Zhang e Lin, 2006; Zhang *et al.*, 2010).

Já as espécies *L. amboinesis*, e *L. debelius*, por exemplo, são conhecidas por viverem em pares (P). Essas espécies possuem ocorrência em zonas temperadas norte e sul e em áreas próximas aos trópicos. Esses camarões tem hábitos diurnos e são limpadores obrigatórios de peixes (Bauer, 2006). O sistema de acasalamento é realizado através da guarda mútua em casais monogâmicos, no qual após a cópula, o macho associa-se a fêmea defendendo-a até sua muda reprodutiva. A densidade dessas espécies é baixa, não tendo aglomerações de indivíduos (Bauer, 2006). Essa baixa densidade também é vista nas espécies que vivem em pequenos grupos (PG), como em *L. hochi* e *L. intermedia*, tendo uma socioecologia semelhante com à do grupo (P) (Baeza, 2013). Baeza (2013), entretanto não define os limites de indivíduos para essa caracterização de populações PG.

A distribuição geográfica do complexo de espécies *Lysmata-Exhippolysmata* é ampla e cobre, praticamente, todo o globo terrestre (Udekem d'Acoz, 1999, 2000; Kuitert e Debelius, 2001). Os gradientes latitudinais parecem ter efeito na dinâmica populacional e no padrão de crescimento dos indivíduos. Segundo a regra de Bergmann, os padrões climáticos latitudinais têm uma influência no crescimento somático dos organismos vertebrados, uma vez que, indivíduos que habitam condições climáticas de latitudes mais distantes da Linha do Equador tendem a possuir tamanho corporal maior e um maior investimento em crescimento somático. (Brown e Lomolino, 1998).

De acordo com Blanckhorn e Demont (2004), a regra de Bergmann também é aplicada para invertebrados, visto que, os autores conseguiram identificar a influência dos gradientes latitudinais no crescimento somático de artrópodes, encontrando indivíduos maiores em graus mais extremos de latitude.

O estudo realizado por Tittensor *et al* (2010), mostra quais são os possíveis preditores dos padrões latitudinais. Segundo os autores, as altas temperaturas influenciam aumentando as taxas metabólicas o que promove uma maior diversidade de espécies, tendo assim mais nichos ecológicos. Outro motivo é o potencial energético proporcionado pela alta incidência de luz solar, sendo que essa serve como um fator positivo para a riqueza de produtores primários, tendo assim uma maior disposição de recursos, facilitando o aporte de grandes populações. A estabilidade climática também é apontada como um dos preditores, uma vez que, possuímos mais diversidade ecológica em regiões com um clima mais estável e estações menos definidas. Tais variáveis afetam a estrutura e a dinâmica populacional e interferem no crescimento corporal das diferentes espécies encontradas nos variados padrões latitudinais (Brown e Lomolino 1998).

Tendo tal conhecimento sobre os gêneros *Lysmata* e *Exhippolysmata*, o presente estudo teve como objetivo central analisar como os diferentes padrões de biologia social e os gradientes latitudinais podem interferir no investimento em crescimento somático das espécies. Buscamos identificar se as populações de biologia social A apresentam indivíduos com tamanho corporal superior aos indivíduos dos grupos P, tendo assim um maior investimento somático ($A > P$), bem como identificar se indivíduos maiores ocorrem em padrões latitudinais mais distantes da Linha do Equador.

3 Material e Métodos

3.1 Pesquisa bibliográfica

A metodologia utilizada no levantamento de artigos relacionados ao tema consistiu em uma pesquisa detalhada utilizando as *websites* Google Acadêmico, Scielo e CAFE CAPES (Periódicos da CAPES). As palavras-chave selecionadas para um levantamento mais eficiente foram pesquisadas tanto em português quanto em inglês para aumentar o alcance de artigos. O

conjunto de palavras-chave utilizado foi o mesmo para os dois gêneros: biologia social (*sociobiology*); dinâmica populacional (*population dynamics*); estrutura populacional (*population structure*); tamanho da mudança sexual (*sex change size*). Todos os artigos relacionados foram registrados em uma tabela de controle.

Foram considerados os seguintes parâmetros para construção da tabela de dados: coordenadas geográficas, amplitude geográfica de ocorrência da espécie, tamanho mínimo e máximo de machos (Fase Macho - FM) e hermafroditas (Fase Hermafrodita - FH) baseados no comprimento da carapaça (CC – mm) e a biologia social das populações, ou seja, agregado (A) e em pares (P). O modelo de biologia social proposto por Baeza (2013) não define o número de indivíduos dos pequenos grupos, dessa forma esse estudo optou por utilizar a classificação de Bauer (2006), no qual, os indivíduos são classificados como agregados ou pares.

3.2 *Delimitação latitudinal das espécies*

Para obtenção das ocorrências, cálculo da amplitude latitudinal e elaboração do mapa de distribuição e das espécies delimitadas pela pesquisa bibliográfica, foram utilizados os bancos de dados dos sites GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*), OBIS (*Ocean Biodiversity Information System*) e WORMS (*World Register Marine Species*).

3.3 *Análise de dados e meta-análise*

A partir das informações obtidas na pesquisa bibliográfica, os dados foram analisados no software R Studio. Para compreender o efeito da biologia social no investimento em crescimento somático, foi feita uma Análise de Variância – ANOVA unifatorial, com nível de significância $\alpha=0,05$, obedecendo às premissas de homoscedasticidade (gráfico da variância dos resíduos) e normalidade dos dados (gráfico dos resíduos padronizados). Como foram comparadas diferentes espécies com tamanhos diferentes, elaboramos um índice de crescimento

(IC) baseado na razão entre tamanho mínimo e tamanho máximo dos machos e dos hermafroditas. Esse índice relativizou o crescimento, permitindo a comparação. Valores próximos a “1” representam uma menor variação de tamanho e, portanto, menor crescimento e valores próximos a “0” uma maior amplitude de crescimento.

Para avaliar como as condições latitudinais e a biologia social podem interferir no crescimento somático das espécies foi realizada uma Regressão Linear que considerou o efeito das variáveis isoladamente e de suas interações ($\alpha=0,05$). Esse teste também obedeceu às premissas de normalidade e homoscedasticidade, com nível de significância $\alpha=0,05$.

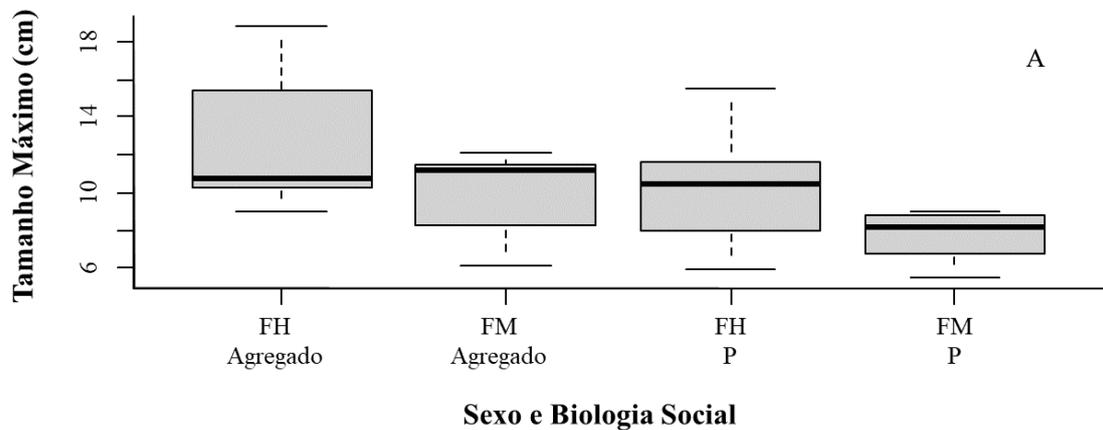
4 Resultados

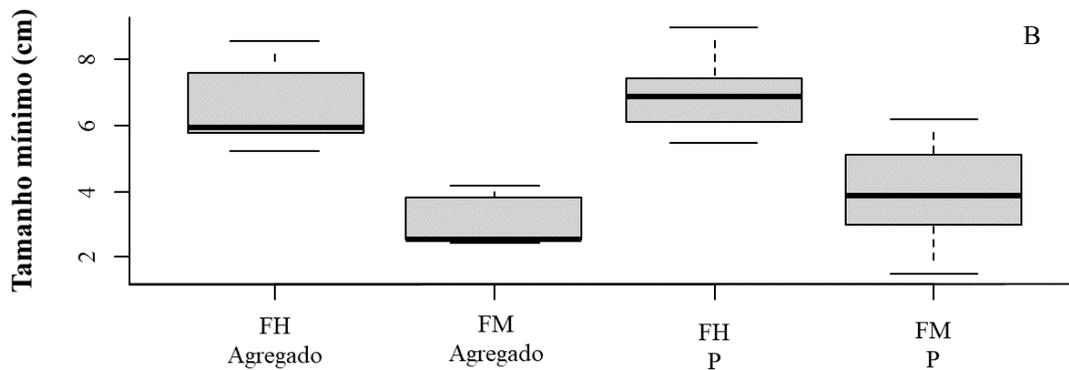
4.1 Pesquisa Bibliográfica

Por meio de nossa pesquisa bibliográfica foi possível fazer um levantamento inicial de 85 artigos. Destes, apenas 16 apresentaram parâmetros que compunham a nossa análise (Apêndice 1), o que resultou em um total de 19 populações avaliadas (Quadro 1). Para as populações A, o tamanho médio máximo dos indivíduos foi $11,3\pm 3,61$ mm CC e o tamanho médio mínimo $4,86\pm 2,17$ mm CC, já para as populações P o tamanho médio máximo encontrado foi de $9,02\pm 2,40$ mm CC e o tamanho mínimo $5,47\pm 1,87$ mm CC (Figura 1).

Quadro 1: Relação das espécies com a sua biologia social e sua amplitude de tamanho baseado no comprimento da carapaça (mm). A: agregado; P: pares; T.Min: tamanho mínimo; T.max: tamanho máximo; FM: fase macho; FM: fase hermafrodita; IC: índice de crescimento.

Espécies	Biologia Social	Coordenadas geográficas	T. Min (FM)	T. Max (FM)	IC (FM)	T. Min (FH)	T. Max (FH)	IC (FH)	Referência
<i>E. oplophoroides</i>	A	-22.37, -41.77	3,8	12,1	0,3140	7,6	18,82	0,4038	(Pescinelli <i>et al</i> , 2020)
<i>L. californica</i>	A	32.84, -117.28	2,5	11,2	0,2232	8,6	15,4	0,5584	(Bauer e Newman, 2004)
<i>L. nayaritensis</i>	A	8.88, -79.64	2,4	6,1	0,3934	5,2	9,0	0,5777	(Baeza <i>et al</i> , 2007)
<i>L. wurdermanni</i>	A	27.82, -97.05	2,5	11,5	0,2173	5,97	10,7	0,5579	(Baldwin e Bauer, 2013)
<i>L. rauli</i>	A	-13.93, -39.01	4,2	8,2	0,5121	5,8	10,3	0,5631	(Baeza <i>et al</i> , 2013)
<i>E. oplophoroides</i>	P	-23.62, -45.38	3,5	7,4	0,4729	6,5	13,5	0,4814	(Venâncio, 2015)
<i>E. oplophoroides</i>	P	-23.43, -45.06	3,5	8,8	0,3977	7,6	15,5	0,4903	(Braga <i>et al</i> , 2009)
<i>L. amboinensis</i>	P	8.21, 77.79	5,0	9,0	0,5555	9,0	13,0	0,6923	(Prakash <i>et al</i> , 2016)
<i>L. ankeri</i>	P	-23.44, -45.06	4,2	5,5	0,7636	6,9	8,0	0,8625	(Pachelle <i>et al</i> , 2020)
<i>L. bahia</i>	P	0.93, -82.02	2,97	5,72	0,5192	5,5	5,94	0,9259	(Baeza, 2008)
<i>L. boggressi</i>	P	28.33, -82.84	1,5	8,1	0,1851	6,0	10,4	0,5769	(Baeza <i>et al</i> , 2014)
<i>L. boggressi</i>	P	28.74, -82.84	1,8	8,8	0,2045	6,5	9,8	0,6632	(Baeza <i>et al</i> , 2014)
<i>L. boggressi</i>	P	28.33, -82.66	3,0	8,5	0,3529	7,5	11,0	0,6818	(Baeza <i>et al</i> , 2014)
<i>L. hochi</i>	P	9.39, -82.24	6,16	8,47	0,7272	6,82	11,0	0,6200	(Baeza e Anker, 2008)
<i>L. intermedia</i>	P	9.36, -82.02	4,95	8,91	0,5555	7,15	7,9	0,9050	(Baeza, 2008)
<i>L. leptodactylus</i>	P	21.93, 112.79	6,2	7,0	0,8857	6,1	7,4	0,8243	(Gan e Li, 2016)
<i>L. parvispinosus</i>	P	21.25, 115.00	5,1	6,5	0,7845	7,1	9,1	0,7802	(Wang e Sha, 2018)
<i>L. pedersenii</i>	P	24.77, -80.75	5,72	6,8	0,8411	7,43	11,69	0,6355	(Baeza <i>et al</i> , 2016)
<i>L. pedersenii</i>	P	16.79, -88.06	3,5	8,2	0,4268	6,0	10,5	0,5714	(Baeza, 2010)





Sexo e Biologia Social

Figura 1 – Box plot da amplitude de tamanho máximo (A) e mínimo (B) dos camarões do complexo *Lysmata-Exhyppolysmata* conforme biologia social e sexo. Legenda: FH: fase hermafrodita; FM: fase macho; P: pares.

4.2 Comparação do crescimento somático e sua relação com a biologia social

Por meio do teste de Análise de Variância (ANOVA) univariada, conseguimos identificar que tanto o sexo ($F_{1,34}=8,06$; $P=0,01$) como a biologia social ($F_{1,34}=8,71$; $P=0,01$) interferem no crescimento somático dos camarões do complexo *Lysmata-Exhyppolysmata*. Os animais na FM investem mais em crescimento que os animais na FH e, os animais com biologia social A apresentam maior crescimento somático que aqueles de biologia social P (Figura 2). Não foi identificada interação entre as variáveis sexo (FM e FH) e biologia social (A e P) ($F_{1,34}=0,182$; $P=0,67$) (Figura 2). As premissas de normalidade (Shapiro-Wilk: Estatística=0,97; $P=0,37$) e homoscedasticidade (Teste de Levene: $F_{3,34}=2,88$; $P>0,05$) foram verificadas e atendidas.

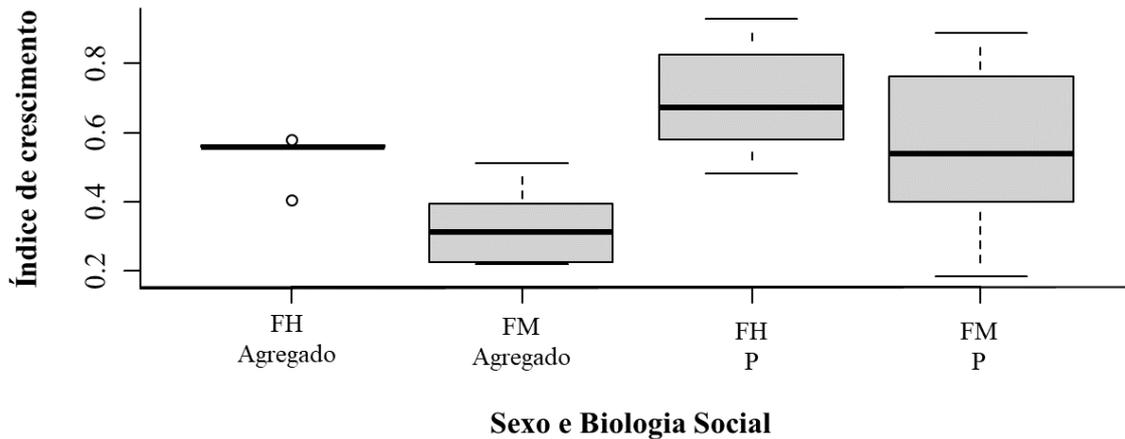


Figura 2 – Box plot da variação no crescimento somático de camarões do complexo *Lysmata-Exhippolysmata* conforme sexo e biologia social. Legenda: FH: fase hermafrodita; FM: fase macho; P: pares.

4.3 Os padrões latitudinais e o crescimento assintótico

Os resultados obtidos no levantamento bibliográfico permitiram o estudo de populações de 14 espécies diferentes (quadro 1). Os pontos de ocorrência obtidos tanto pela pesquisa bibliográfica quanto pelo banco de dados GBIF permitiram a construção de um mapa de distribuição e dos dados de amplitude latitudinal por espécie (Figura3).

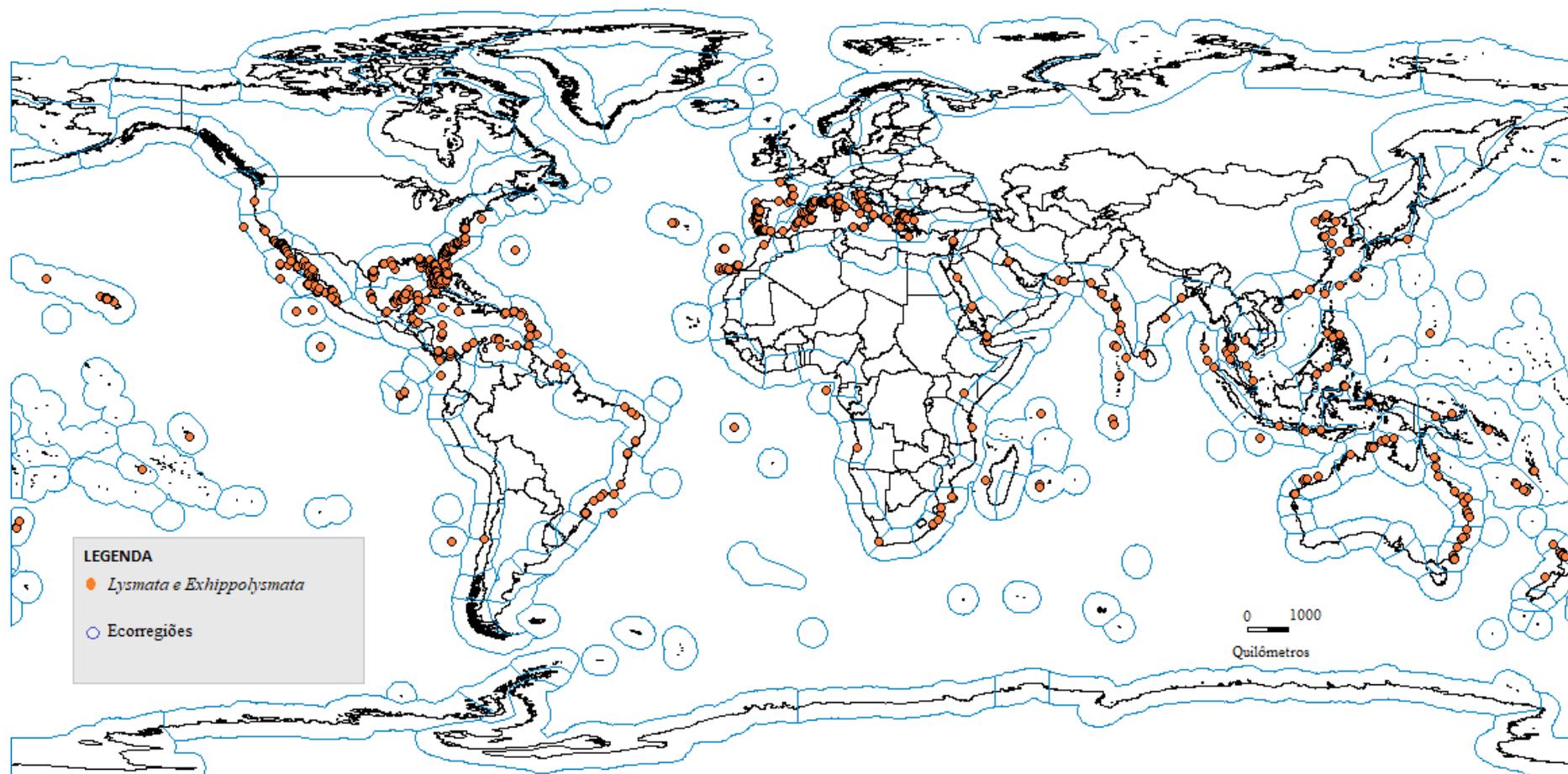


Figura 3 - Mapa de distribuição das espécies avaliadas no presente estudo.

Por meio da Regressão Linear ($F_{3,34}=81,1$; $P<0,001$, $R^2=0,88$), conseguimos identificar que o aumento da amplitude latitudinal ($t=9,73$; $P<0,001$) exerce efeito positivo sobre o crescimento assintótico do complexo de espécies de *Lysmata* e *Exhippolysmata* das populações aqui analisadas (Figura 4), porém não foi detectado efeito da biologia social ($t=-0,19$; $P=0,85$) ou da interação entre amplitude latitudinal e biologia social ($t=-0,77$; $P=0,45$).

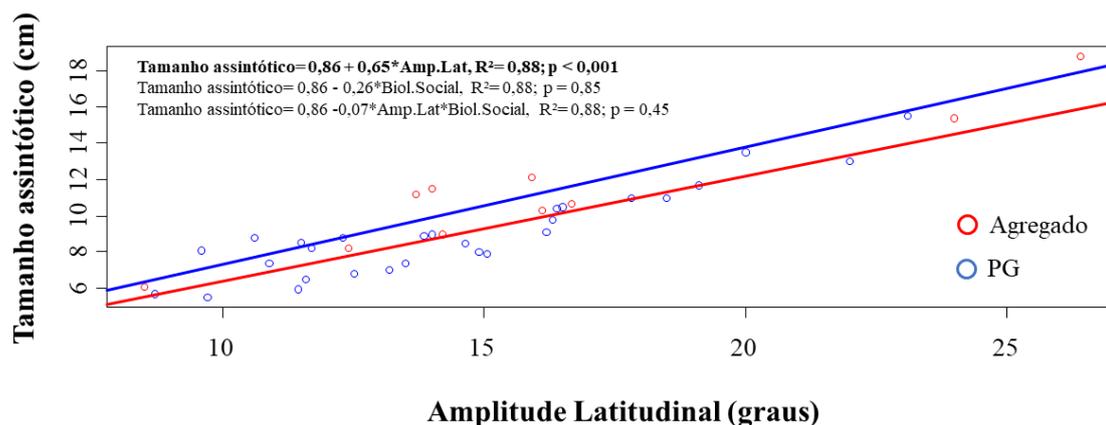


Figura 4 - Relação entre tamanho assintótico dos indivíduos (pontos) e a amplitude latitudinal (linha). Azul: pares, Vermelho: agregados. Legenda: Amp.Lat: amplitude latitudinal; Biol.Social: biologia social.

5 Discussão

A diferença encontrada entre as diferentes biologias sociais ($A>P$) podem estar relacionadas ao grau de competição observado nas populações. Como os indivíduos das populações A vivem em maiores densidades populacionais, estão expostos a frequentes disputas por alimento, espaço e principalmente por cópula. Neste contexto, um maior investimento em crescimento somático pode proporcionar vantagens nessas interações agonísticas, como observou Bauer (2002) e Bauer (2006) para a espécie *L. wurdemanni*, em que os maiores camarões na FM, apresentaram maior sucesso na obtenção de indivíduos hermafroditas receptivos do que aqueles que possuíam um tamanho corporal menor. Segundo Chiba *et al.* (2003), essa relação de tamanho e sucesso reprodutivo também é observada na

espécie *Pandalus latirostris*, com um melhor fitness em machos maiores. Diferente do observado para indivíduos pertencentes ao grupo P, os quais apresentam sistemas monogâmicos, em sua maioria e, portanto, nenhuma ou poucas disputas por recursos ocorrem, permitindo então, maior investimento em reprodução (Bauer, 2002).

Essas diferenças encontradas na FM ficam mais evidentes quando comparamos os índices de crescimento das populações com biologia social A como *L. wundermanni* (Baldwin e Bauer, 2003) (Índice de crescimento: IC=0,22), *L. californica* (Bauer, 2004) (IC=0,22) e *L. nayaritensis* (Baeza et al, 2007) (IC=0,39), com espécies agrupadas em pares como *L. ankeri* (Pachelle et al, 2018) (IC=0,76), *L. pedersenii* (Baeza et al, 2016) (IC=0,84) e *L. leptodactylus* (Gan e Li, 2016) (IC=0,88). Observando estes exemplos, conseguimos traçar um padrão no qual espécies do grupo A possuem uma maior amplitude de tamanho corporal que o grupo P. Dessa forma, temos uma tendência de um investimento significativo em crescimento somático em grupos agregados, devido às possíveis disputas de recursos e por parceiro sexual, conforme sugerido por Bauer (2006).

O mesmo acontece quando analisamos o crescimento dos hermafroditas perante sua biologia social. Os grupos A possuem exemplares com maior IC, enquanto entre os indivíduos do grupo P, os hermafroditas apresentam-se com menor tamanho. Segundo Bauer (2004; 2006), em hermafroditas protândricos, a fecundidade está fortemente correlacionada com o tamanho, ou seja, em populações de grupo A os indivíduos FH tem um maior sucesso em suas cópulas quando possuem um maior tamanho como atrativo para os indivíduos FM, já que seu tamanho está ligado às chances de ter uma prole maior. Os resultados relativos aos hermafroditas ainda mostraram uma tendência esperada, na qual camarões que vivem em pares possuem um tamanho corporal menor, isso porque são casais monogâmicos e não estão expostos a episódios de competição por parceiros sexuais. Bauer (2006) afirma que há uma semelhança do tamanho

do corpo em espécies que vivem em pares, sendo ambas menores que as encontradas em indivíduos agregados.

Os resultados obtidos por meio da Regressão Linear, considerando os padrões latitudinais definidos por Tittensor *et al* (2010), conseguimos identificar como esses paradigmas influenciam no tamanho assintótico dos camarões do complexo *Lysmata-Exhippolysmata*. Em condições de latitudes próximas à Linha do Equador, identificamos populações com indivíduos de tamanhos menores, como para as espécies *L. ankeri* (Pachelle *et al*, 2018) ($T_{\text{max}_{\text{médio}}}=5,50\text{mm}$); *L. boggeysi* (Baeza *et al*, 2014) ($T_{\text{max}_{\text{médio}}}=9,43\text{mm}$) e *L. leptodactylus* (Gan e Li, 2016) ($T_{\text{max}_{\text{médio}}}=7,40\text{mm}$). Possivelmente, isto ocorre porque em regiões tropicais temos estações menos definidas, com uma estabilidade climática, e uma disponibilidade maior de recursos, ou seja, os camarões possuem uma reprodução contínua durante o ano, apresentando pouca ou nenhuma disputa por recurso, não sendo necessário então notável investimento em crescimento somático (Brown e Limolino, 1998; Tittensor *et al*, 2010). Já os indivíduos encontrados nos trópicos e nas regiões temperadas possuem um tamanho maior, como os das espécies *E. oplophoroides* (Braga, 2009; Pescinelli, 2018) ($T_{\text{max}_{\text{médio}}}=12,69\text{mm}$) e *L. californica* (Bauer, 2004) ($T_{\text{max}_{\text{médio}}}=13,30\text{mm}$), aqui analisadas, quando comparamos aos localizados próximo à linha do Equador. Logo, esta variação no tamanho corporal, com indivíduos maiores, ocorre devido às estações mais definidas, fazendo com que as reproduções ocorram somente em algumas épocas do ano. Dessa forma, os indivíduos investem mais em crescimento somático em intervalos entre os períodos sazonais de reprodução, atingindo assim, um maior tamanho corporal, conforme pontuado na regra de Bergmann (Brown e Limolino, 2010). Outros autores como Costa & Fransozo (2004), Castilho *et al.* (2007) e Castilho (2017) identificaram que os padrões latitudinais afetam a dinâmica populacional dos camarões peneídeos, notando que indivíduos da mesma espécie possuem tamanhos diferentes quando comparados quanto à latitude de ocorrência.

Por meio do presente estudo conseguimos identificar variações no tamanho corporal das populações analisadas do complexo de espécies de *Lysmata* e *Exhippolysmata* em função de sua biologia social e dos gradientes latitudinais. Houve um maior investimento em crescimento somático das populações categorizadas no grupo A, bem como das populações localizadas geograficamente distantes da linha do Equador, podendo estas variáveis funcionarem como pressões positivas que regulam a amplitude corporal dos indivíduos, alterando assim a dinâmica populacional do complexo de espécies de *Lysmata* e *Exhippolysmata*.

6 Referências Bibliográficas

Baeza, J.A. 2008. Protandric simultaneous hermaphroditism in the shrimps *Lysmata bahia* and *Lysmata intermedia*. *Invertebrate Biology*, 127(2):181-188.

Baeza, J.A. 2010. The symbiotic lifestyle and its evolutionary consequences: social monogamy and sex allocation in the hermaphroditic shrimp *Lysmata pederseni*. *Naturwissenschaften*, 97(8) :729-741.

Baeza, J.A. 2013. Molecular phylogeny of broken-back shrimps (genus *Lysmata* and allies): A test of the ‘Tomlinson–Ghiselin’ hypothesis explaining the evolution of hermaphroditism. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 69(1), 46-62.

Baeza, J.A.; Almeida, A.O.; Boehs, G.; Simões, S.M.; Souza-Santos, P.; Caetano da Costa, R. e Soledade, G.O. 2013. A precautionary tale when describing species in a world of invaders: morphology, coloration and genetics demonstrate that *Lysmata rauli* is not a new species endemic to Brazil but a junior synonym of the Indo-Pacific *L. vittata*. *Journal of Crustacean Biology*, 33(1): 66–77.

Baeza, J.A. e Anker, A. 2008. *Lysmata hochi* n. sp., a new hermaphroditic shrimp from the southwestern Caribbean Sea (Caridea: Hippolytidae). *Journal of Crustacean Biology*, 28(1): 148-155.

Baeza, J.A.; Behringer, D.C.; Hart, R.J.; Dickson, M.D. e Anderson, J.R. 2014. Reproductive biology of the marine ornamental shrimp *Lysmata boggessi* in the south-eastern Gulf of Mexico. Marine Biological Association of the United Kingdom. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 94(1): 141.

Baeza, J.A.; Braga, A.A.; López-Greco, L.S.; Perez, E.; Negreiros-Fransozo, M.L.; Fransozo, A. 2010. Population dynamics, sex ratio and size at sex change in a protandric simultaneous hermaphrodite, the spiny shrimp *Exhippolysmata oplophoroides*. *Marine Biology*, 157(12), 2643-2653.

Baeza, J.A. e Fuentes, M.S. 2013. Exploring phylogenetic informativeness and nuclear copies of mitochondrial DNA (numts) in three commonly used mitochondrial genes: mitochondrial phylogeny of peppermint, cleaner, and semi-terrestrial shrimps (Caridea: Lysmata, Exhippolysmata, and Merguia). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 168(4): 699-722.

Baeza, J.A.; Guéron, R.; Simpson, L. e Ambrosio, L.J. 2016. Population distribution, host-switching, and chemical sensing in the symbiotic shrimp *Lysmata pederseni*: implications for its mating system in a changing reef seascape. *Coral Reefs*, 35(4): 1213-1224.

Baeza, J. A.; Reitz, J.M. e Collin, R. 2007. Protandric simultaneous hermaphroditism and sex ratio in *Lysmata nayaritensis* Wicksten, (Decapoda: Caridea). *Journal of Natural History*, 41(45-48): 2843-2850.

Baldwin, A. P. e Bauer, R T. 2003. Growth, survivorship, life-span, and sex change in the hermaphroditic shrimp *Lysmata wurdemanni* (Decapoda: Caridea: Hippolytidae). *Marine Biology*, 143: 157–166

Barros-Alves, S.D.P.; Alves, D.F.R.; Hirose, G.L. e Cobo, V.J. 2016. New records of caridean shrimps, *Lysmata ankeri* and *L. cf. intermedia*, from southeast coast of Brazil. *Marine Biodiversity Records*, 9(1): 1-4.

Barros-Alves, S.D.P.; Alves, D.F.R.; Silva, S.L.R.D.; Guimarães, C.R.P. e Hirose, G.L. 2015. New records of decapod crustaceans from the coast of Sergipe state, Brazil. *Check List*, 11(5): 1-4.

Bauer, R.T. 2000. Simultaneous hermaphroditism in caridean shrimps: a unique and puzzling sexual system in the Decapoda. *Journal of Crustacean Biology*, 20(5): 116-128.

Bauer, R.T. 2002. Tests of hypotheses on the adaptive value of an extended male phase in the hermaphroditic shrimp *Lysmata wurdemanni* (Caridea: Hippolytidae). *The Biological Bulletin*, 203(3): 347-357.

Bauer, R.T. 2004. Remarkable shrimps: adaptations and natural history of the carideans. *University of Oklahoma Press*.

Bauer, R.T. 2006. Same sexual system but variable sociobiology: evolution of protandric simultaneous hermaphroditism in *Lysmata* shrimps. *Integrative and Comparative Biology*, 46(4): 430-438.

Bauer, R.T. e Abdlla, J.H. 2001. Male mating tactics in the shrimp *Palaemonetes pugio* (Decapoda, Caridea): precopulatory mate guarding vs. pure searching. *Ethology*, 107(3): 185-199.

Bauer, R.T. e Newman, W.A. 2004. Protandric simultaneous hermaphroditism in the marine shrimp *Lysmata californica* (Caridea: Hippolytidae). *Journal of Crustacean Biology*, 24(1): 131-139.

Blanckenhorn, W.U.; e Demont, M. 2004. Bergmann and converse Bergmann latitudinal clines in arthropods: two ends of a continuum?. *Integrative and Comparative Biology*, 44(6): 413-424.

Braga, A.A.; Santos, D.C.; Fransozo, A. e López Greco, L.S. 2009. Morphological Evidence for Protandric Simultaneous Hermaphroditism in the Caridean *Exhippolysmata Oplophoroides*. *Journal of Crustacean Biology*, 29(1): 34-41.

Brown, J.H e Lomolino, M.V. 1998. Biogeography. *Sinauer Associates, INC. Publishers*, 2: 488-490.

Castilho, A.L. 2017. Variação geográfica dos camarões Dendrobranchiata nas regiões sudeste e sul do Brasil: teste de hipóteses sobre o paradigma do efeito latitudinal. *Repositórios Latinoamericanos*. Disponível em <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2626859>. Acesso em 20 de agosto de 2021.

Castilho, A.; Gavio, M A.; Costa, R.C.; Boschi, E.E.; Bauer, R.T. e Fransozo, A. 2007. Latitudinal variation in population structure and reproductive pattern of the endemic South American shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea). *Journal of Crustacean Biology*, 27(4): 548-552.

Chiba, S.; Goshima, S. e Shinomiya, Y. 2003. Male-male competition selects for delayed sex change in the protandrous shrimp *Pandalus latirostris*. *Marine Biology*, 142(6), 1153-1157.

Costa, R.C.D. e Fransozo, A. 2004. Reproductive biology of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Decapoda, Penaeidae) in the Ubatuba region of Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, 24(2): 274.

d'Acoz, U. 1999. Inventaire et distribution des crustacés décapodes de l'Atlantique nord-oriental, de la Méditerranée et des eaux continentales adjacentes au nord de 25° N. *Patrimoines*

Naturels (Muséum National d'Histoire Naturelle, Service du Patrimoine Naturel, Paris) 40: 1-383.

d'Acoz, U. 2000. Redescription of *Lysmata intermedia* (Kingsley, 1879) based on topotypical specimens, with remarks on *Lysmata seticaudata* (Risso, 1816)(Decapoda, Caridea, Hippolytidae). *Crustaceana*, 719-735.

Gan, Z. e Li, X. 2016. *Lysmata leptodactylus*, a new species of lysmatid shrimp (Crustacea: Decapoda: Caridea) from China. *Zootaxa*, 4138(1): 181-188.

GBIF (Global Biodiversity Information Facility). 2021. Disponível em <https://www.gbif.org/>. Acesso em 16 de fevereiro de 2021.

Hartnoll, R.G. 2001. Growth in Crustacea—twenty years on. *Advances in Decapod Crustacean research*, 111-122.

Kuiter, R.H. e Debelius, H. 2001. Surgeonfishes, rabbitfishes, and their relatives: a comprehensive guide to acanthuroidei. *TMC Pub*.

Lin, J. e Zhang, D. 2001. Reproduction in a simultaneous hermaphroditic shrimp, *Lysmata wurdemanni*: any two will do? *Marine Biology*, 139(5): 919–922.

Mendonça, L.M.; Guimaraes, C.R.; Santos, R.C.; Alves, D.F.; Barros-Alves, S.P.; Silva, S.L. e Hirose, G.L. 2019. Decapod crustaceans from the continental shelf of Sergipe, northeastern Brazil. *Zootaxa*, 4712(3): 301-344.

OBIS (Ocean Biodiversity Information System). 2021 Disponível em <https://obis.org/?query=Alpheoidea>. Acesso em 26 de fevereiro de 2021.

Pachelle, P. P. G.; Carvalho, L.; Alves, D. F. e Anker, A. 2020. A revision of the Brazilian species of *Lysmata* Risso, 1816 (Decapoda: Caridea: Lysmatidae), with discussion of the morphological characters used in their identification. *Zootaxa*, 4789(1): 55-90.

Pescinelli, R. A.; Davanso, T. M.; Pantaleão, J. A.; Carvalho-Batista, A.; Bauer, R. T. e Costa, R. C. 2018. Population dynamics, relative growth and sex change of the protandric simultaneous hermaphrodite *Exhippolysmata oplophoroides* (Caridea: Lysmatidae) close to an upwelling area. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 98(4):727-734.

Prakash, S.; Kumar, T.A. e Subramoniam, T. 2016. New records of marine ornamental shrimps (Decapoda: Stenopodidea and Caridea) from the Gulf of Mannar, Tamil Nadu, India. *Check List*, 12(1): 1.

Subramoniam, T. 2013. Origin and occurrence of sexual and mating systems in Crustacea: a progression towards communal living and eusociality. *Journal of biosciences*, 38(5): 951-969.

Terossi, M.; Almeida, A.O.; Buranelli, R.C.; Castilho, A.L.; Costa, R.C.; Zara, F.J. e Mantelatto, F.L. 2018. Checklist of decapods (Crustacea) from the coast of the São Paulo state (Brazil) supported by integrative molecular and morphological data: I. Infraorder Caridea: families Hippolytidae, Lysmatidae, Ogyrididae, Processidae and Thoridae. *Zootaxa*, 4370(1): 76-94.

Tittensor, D. P.; Mora, C.; Jetz, W.; Lotze, H.K.; Ricard, D.; Berghe, E.V. e Worm, B. 2010. Global patterns and predictors of marine biodiversity across taxa. *Nature*, 466(7310): 1098-1101.

Venâncio, M.A. 2015. Ecologia e biologia populacional do camarão hermafrodita protândrico simultâneo *Exhippolysmata oplophoroides* (Holthuis, 1948) (Caridea: Alpheoidea: Hippolytidae), na costa sudeste do Brasil. *UNESP Botucatu*, Dissertação de Mestrado.

WORMS. 2021. Lysmatidae Dana, 1852. Disponível em <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=883936>. Acesso em 26 de fevereiro de 2021.

Zhang, D. e Lin, J. 2006. Mate recognition in a simultaneous hermaphroditic shrimp, *Lysmata wurdemanni* (Caridea: Hippolytidae). *Animal behaviour*, 71(5): 1191-1196.

Zhang, D.; Lin, J.; Harley, M. e Hardege, J.D. 2010. Characterization of a sex pheromone in a simultaneous hermaphroditic shrimp, *Lysmata wurdemanni*. *Marine biology*, 157(1): 1-6.

7 APÊNDICE

Lista de artigos utilizados para a realização das análises do presente estudo. Legenda: A: agregados e P: pares.

Nº	Referências Bibliográficas	Biologia Social
1	Baeza, J. A. 2008. Protandric simultaneous hermaphroditism in the shrimps <i>Lysmata bahia</i> and <i>Lysmata intermedia</i> . <i>Invertebrate Biology</i> , 127(2): 181-188	P
2	Baeza, J. A.; Almeida, A. O.; Boehs, G.; Simões, S. M.; Souza Santos, P.; Caetano da Costa, R.; Soledade, G. O. 2013. A precautionary tale when describing species in a world of invaders: morphology, coloration and genetics demonstrate that <i>Lysmata rauli</i> is not a new species endemic to Brazil but a junior synonym of the Indo-Pacific <i>L. vittata</i> . <i>Journal of Crustacean Biology</i> , 33(1): 66-77	A

3	Baeza, J. A.; Reitz, J. M.; Collin, R. 2007. Protandric simultaneous hermaphroditism and sex ratio in <i>Lysmata nayaritensis</i> Wicksten, (Decapoda: Caridea). <i>Journal of Natural History</i> , 41(45-48): 2843-2850.	A
4	Baeza, J.A.; Guéron, R.; Simpson, L.; Ambrosio, L.J. 2016. Population distribution, host-switching, and chemical sensing in the symbiotic shrimp <i>Lysmata pederseni</i> : implications for its mating system in a changing reef seascape. <i>Coral Reefs</i> , 35(4): 1213-1224.	P
5	Baeza, J.A.; Behringer, D.C.; Hart, R.J.; Dickson, M.D.; Anderson, J.R. 2014. Reproductive biology of the marine ornamental shrimp <i>Lysmata bognessi</i> in the south-eastern Gulf of Mexico. Marine Biological Association of the United Kingdom. <i>Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom</i> , 94(1): 141.	P
6	Baeza, J. A. 2010. The symbiotic lifestyle and its evolutionary consequences: social monogamy and sex allocation in the hermaphroditic shrimp <i>Lysmata pederseni</i> . <i>Naturwissenschaften</i> , 97(8) :729-741.	P
7	Baeza, J. A.; Anker, A. 2008. <i>Lysmata hochi</i> n. sp., a new hermaphroditic shrimp from the southwestern Caribbean Sea (Caridea: Hippolytidae). <i>Journal of Crustacean Biology</i> , 28(1): 148-155.	P

8	Baldwin, A. P.; Bauer, R T. 2003. Growth, survivorship, life-span, and sex change in the hermaphroditic shrimp <i>Lysmata wurdemanni</i> (Decapoda: Caridea: Hippolytidae). <i>Marine Biology</i> , 143: 157–166.	A
9	Bauer, R. T.; Newman, W. A 2004. Protandric simultaneous hermaphroditism in the marine shrimp <i>Lysmata californica</i> (Caridea: Hippolytidae). <i>Journal of Crustacean Biology</i> , 24(1): 131-139.	A
10	Braga, A. A.; Santos, D. C.; Fransozo, A.; López Greco, L. S. Morphological Evidence for Protandric Simultaneous Hermaphroditism in the Caridean <i>Exhippolysmata Oplophoroides</i> . <i>Journal of Crustacean Biology</i> , 29(1): 34–41.	P
11	Gan, Z.; Li, X. 2016. <i>Lysmata leptodactylus</i> , a new species of lysmatid shrimp (Crustacea: Decapoda: Caridea) from China. <i>Zootaxa</i> , 4138(1): 181-188.	P
12	Pachelle, P. P. G.; Carvalho, L.; Alves, D. F.; Anker, A. 2020. A revision of the Brazilian species of <i>Lysmata</i> Risso, 1816 (Decapoda: Caridea: Lysmatidae), with discussion of the morphological characters used in their identification. <i>Zootaxa</i> , 4789(1): 55-90.	P
13	Pescinelli, R. A.; Davanso, T. M.; Pantaleão, J. A.; Carvalho-Batista, A.; Bauer, R. T.; Costa, R. C. 2018. Population dynamics, relative growth and sex change of the protandric simultaneous hermaphrodite <i>Exhippolysmata oplophoroides</i> (Caridea: Lysmatidae) close to an upwelling area. <i>Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom</i> , 98(4):727-734.	A
14	Prakash, S.; Kumar, T.A.; Subramoniam, T. 2016. New records of marine ornamental shrimps (Decapoda: Stenopodidea and Caridea) from the Gulf of Mannar, Tamil Nadu, India. <i>Check List</i> , 12(1): 1.	P

15	Venâncio, M.A. 2015. ECOLOGIA E BIOLOGIA POPULACIONAL DO CAMARÃO HERMAFRODITA PROTÂNDRICO SIMULTÂNEO <i>Exhippolysmata oplophoroides</i> (HOLTHUIS, 1948) (CARIDEA: ALPHEOIDEA: HIPPOLYTIDAE), NA COSTA SUDESTE DO BRASIL. UNESP Botucatu, Dissertação de Mestrado.	P
16	Wang Y. R.; Sha, Z.L. 2018. Description of two new species of <i>Lysmata</i> Risso, 1816 (Decapoda, Lysmatidae) from the China seas, with remarks on <i>Lysmata vittata</i> (Stimpson 1860). <i>Zootaxa</i> , 392(1): 28-40.	P