



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

CARINE BELARMINO DO NASCIMENTO

VARIAÇÕES DE TEMPERATURA E SALINIDADE DO MEIO E SEUS EFEITOS
NO PROCESSO DE OSMORREGULAÇÃO DA LAGOSTA *Panulirus argus*
(LATREILLE, 1804)

FORTALEZA

2015

CARINE BELARMINO DO NASCIMENTO

VARIAÇÕES DE TEMPERATURA E SALINIDADE DO MEIO E SEUS EFEITOS NO
PROCESSO DE OSMORREGULAÇÃO DA LAGOSTA *Panulirus argus* (LATREILLE,
1804)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Orientador: Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho.

Coorientador: Prof. Dr. Raúl Mario Malvino Madrid

FORTALEZA

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

N194v Nascimento, Carine Belarmino do.
Variações de temperatura e salinidade e seus efeitos no processo de osmorregulação da lagosta *Panulinus argus* (Latreille, 1804) / Carine Belarmino do Nascimento. – 2017.
81 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho.
Coorientação: Prof. Dr. Raúl Mario Malvino Madrid.

1. Lagosta - Brasil. 2. Osmose. 3. Engenharia de Pesca. I. Título.

CDD 630

CARINE BELARMINO DO NASCIMENTO

VARIAÇÕES DE TEMPERATURA E SALINIDADE DO MEIO E SEUS EFEITOS NO
PROCESSO DE OSMORREGULAÇÃO DA LAGOSTA *Panulirus argus* (LATREILLE,
1804)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Raul Mario Malvino Madrid (Coorientador)
Consultor e aposentado do IBAMA

Prof^a. Dr^a. Carla Renata Figueiredo Gadelha
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus amados pais, Chagas e Adila, por
todo apoio e dedicação.

Aos meus irmãos, Epfânio e Netinho.

Aos meus sobrinhos lindos, Esterfany, João
Vitor e José Filho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter permitido a realização de mais um sonho. Obrigada pai pelo equilíbrio e inúmeras providências nesta etapa da minha vida. Sei perfeitamente que o senhor providenciou bons espíritos para me acompanhar na realização desse trabalho.

A todos os professores e colaboradores do programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, em especial ao meu orientador, professor Dr. José Antônio Delfino por ter aceitado o desafio em se trabalhar com uma espécie promissora na área de Ambiente e Bem Estar Animal. Muito obrigada, professor por ter acreditado na realização desse trabalho. Sem dúvidas, o senhor é o maior responsável por esse crescimento profissional e pessoal. Que Deus lhe abençoe e proteja.

Ao professor Raul Madrid, por toda ajuda e apoio nessa fase da minha carreira profissional. Seus ensinamentos e dedicação ficarão guardados em minha memória e sem dúvida quando eu tiver meus alunos eu vou lembrar sempre do senhor.

A professora Dra. Carla Renata por ter aceitado em participar da banca. Muito obrigada pela sua colaboração, principalmente, na minha banca de qualificação. Jamais esquecerei suas palavras.

Ao grupo Neambe pela contribuição na minha carreira acadêmica. Sou muito grata por ter participado de um grupo tão dedicado.

A professora Silvana Saker. O que sinto pela senhora é um grande amor e admiração.

Aos meus amigos de laboratório Fagner e Patrícia Nogueira pelas valiosas dicas e ajuda.

Ao professor Alberto Nunes pelo apoio no fornecimento dos tanques de aclimatação e empréstimos de material, assim como todos os alunos do laboratório de nutrição.

A minha veterinária preferida, Cristiane Silvão, baiana linda e pessoa de coração grandioso que tive a sorte de conhecer. Você sabe muito bem, minha querida da sua real participação nesse trabalho. Obrigada por tudo.

Ao Júlio Cesar, por ter entrado em minha vida e ter me ajudado de todas as formas na construção dessa tarefa. Jamais poderei pagar os dias de sol a sol, os tanques e aquários lavados, as noites mal dormidas, ao seu caráter admirável, a sua sensibilidade e

dedicação que é tão raro. Sou muito feliz por ter conhecido alguém como você, muito obrigada.

Aos meus pais amados, Adila e Chagas, que foram o motivo maior para a conquista desse sonho. Sou muito grata pelos ensinamentos e valores.

Aos meus irmãos Epfânio e Netinho, por todo apoio.

Aos meus sobrinhos lindos, principalmente, a minha neném gostosa, Esterfany, por ter mostrado um amor tão incondicional. Quero que um dia você leia esse trabalho e saiba que a sua voz me chamando de tia durante todo esse trabalho foi um incentivo maravilhoso para continuar.

A minha amiga irmã Emanuelle Amorim, pelos inúmeros conselhos valiosos, incentivos e participação de forma direta na construção desse sonho. Jamais poderei retribuir os acontecimentos maravilhosos que vivo ao seu lado. Eu poderia ter previsto que no ensino médio nós seríamos uma família, por que já éramos família antes mesmo de nos encontrarmos. Te amo muito, amiga linda!

Aos meus amigos mais que amados, mais que irmãos, Ítala Farias Talita Régia, Henrique e Ribamar Feitosa, por todo apoio e toda oração.

A você Perila Maciel, pelo apoio e incentivo na construção e realização desse mestrado. Sou extremamente grata a tudo que você fez. Ao seu lado houveram inúmeros aprendizados, que Deus a abençoe sempre.

Ao príncipe, Fernando Torres, por ter comprado uma passagem e escolhido sentar ao meu lado no avião. Acredito que você deve lembrar quando te falei desse sonho. Pois é, deu certo! Consegui. Obrigada por suas palavras, por seu apoio, e principalmente, por me ajudar com o inglês.

A minha querida e eterna coordenadora, Maria Henrique, do colégio Ateneu, por todo apoio e dedicação. Muito obrigada por suas orações.

A você minha amiga e companheira Shirley Holanda. Você é meu exemplo de força e fé.

Agradeço a todos, que estiveram presente nessa etapa da minha vida.

Ao CNPC por ter permitido a execução do experimento com lagostas.

E finalmente, agradeço a CAPES, pela concessão da bolsa de estudos de fundamental importância ao longo do curso de mestrado.

“Nós, seres humanos, estamos na natureza para auxiliar o progresso dos animais, na mesma proporção que os anjos estão para nos auxiliar. Portanto, quem maltrata um animal é alguém que não aprendeu a amar”

Chico Xavier

RESUMO

A lagosta *Panulirus argus*, há décadas, é o recurso pesqueiro mais importante da região Nordeste. No entanto, devido ao acentuado esforço de pesca, os estoques atualmente se encontram sobre-explorados. Uma solução seria o desenvolvimento de pacotes tecnológicos que viabilizassem o crescimento dessa espécie em cativeiro. A ambiência surge como sendo a definição de conforto baseada no contexto ambiental, quando se analisa as características de meio ambiente em função da zona de conforto das espécies cultivadas. Objetivou-se nesse trabalho avaliar o efeito combinado de diferentes temperaturas e salinidades em ambientes controlados de laboratório através da determinação e interpretação da osmolalidade da hemolinfa da lagosta *Panulirus argus*. O estudo foi realizado no Centro de Estudos em Aquicultura Costeira do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará entre os períodos de abril de 2014 a janeiro de 2015. Foram avaliadas lagostas de ambos os sexos quando as mesmas foram submetidas abruptamente a condições variadas de temperatura e salinidade por um período contínuo de três horas. O experimento foi realizado em duas etapas, tendo como base cada uma das temperaturas estabelecidas, respectivamente 22°C e 28°C. Efeitos combinados das temperaturas com diferentes salinidades (15‰, 20‰, 25‰, 30‰, 35‰, 40‰) foram testados, com um total de quatro repetições para cada salinidade testada. Foram monitorados oxigênio dissolvido, temperatura, pH, e salinidade. Observou-se que existiram diferenças significativas ($p < 0,05$), no comportamento osmorregulatório das lagostas *Panulirus argus* que habitam ambientes distintos em termos de salinidades e que os animais submetidos à osmolalidade de água do mar em torno de 1127 mOsm (40‰) para a temperatura de 22°C e 1081 mOsm (40‰) para a temperatura de 28°C estavam possivelmente em situação de maior conforto. Apesar da ausência significativa ($p > 0,05$) da variação da osmolalidade da hemolinfa em função das duas temperaturas testadas em animais selecionados a uma mesma salinidade, percebe-se que indivíduos mantidos na temperatura de 22°C apresentaram resultados de 100% de sobrevivência quando expostos a salinidades de 20‰ consideradas letais para as lagostas. Animais submetidos abruptamente à salinidade de 15‰ nas duas temperaturas testadas apresentaram 100% de mortalidade nas três primeiras horas de exposição. Os parâmetros físico-químicos, oxigênio e pH da água mantiveram-se dentro dos padrões da normalidade em relação à lagosta *P. argus* mantida em laboratório.

Palavras-chave: Ambiência. *Panulirus argus*. Osmorregulação. Hemolinfa. Osmolalidade.

ABSTRACT

The lobster *Panulirus Argus*, for decades, is the most important fishing resource in the Northeast. However, due to the sharp fishing effort, the stocks are currently over-exploited. One solution would be the development of technological packages which make easy the growth of this species in captivity. The place where the lobsters live appears to be the definition of comfort based on the environmental context, when we analyze the environmental characteristics due to the comfort zone of cultivated species. The objective of this work was to evaluate the mixed effect of different temperature and salinity in controlled laboratory environments by determining and interpreting the osmolality of the hemolymph of *Panulirus argus* lobster. The study was developed at the Center for Studies in Aquaculture Coast Sea Institute of Sciences of the Federal University in Ceará between April 2014 to January 2015. Lobsters were evaluated (both sexes) when they were abruptly submitted to varying conditions of temperature and salinity for a continuous period about three hours. The experiment was achieved in two steps, based on each of the set temperatures, respectively 22°C and 28°C. Combined effects of temperature with different salinities (15‰, 20‰, 25‰, 30‰, 35‰, 40‰) were checked with a total of four repetitions for each tested salinity. The temperature were monitored, dissolved oxygen, pH, salinity and animal behavior as mobility and acceptance of food. It was observed there were significant differences ($p < 0.05$) in Osmoregulatory behavior of *Argus Panulirus* lobsters that live in environments in terms of different salinities and the animals submitted seawater around osmolality 1127 mOsm (40 ‰) to 22 ° C and 1081 mOsm (40 ‰) to 28 ° C were possibly in comfort situation. Despite the significant absence ($p > 0.05$) of the variation of osmolality of the hemolymph following the two temperatures tested in selected animals to the same salinity, it is clear that individuals kept at a temperature of 22 ° C results showed 100% survival when exposed to salinity of 20 ‰ considered lethal for lobsters. When these animals are submitted abruptly to salinity of 15 ‰ in these two temperatures tested showed 100 % mortality in the first three hours of exposure. The physical and chemical parameters , oxygen and pH of the water remained normal standards regarding lobster *Panulirus Argus* maintained in the laboratory.

Keywords: Ambience. *Panulirus argus*. Osmoregulation. Hemolymph. Osmolality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – (A) Representa o desenho esquemático da morfologia externa da lagosta espinhosa e (B) fotografia real da lagosta <i>Panulirus argus</i> , utilizada no experimento onde 1= abdômen; 2= cefalotórax.....	19
Figura 2 – Ciclo de vida da lagosta <i>Panulirus argus</i>	20
Figura 3 – Representação gráfica da linha isosmótica em animais osmorreguladores.....	28
Figura 4 – Representação gráfica da linha isosmótica em animais osmoconformadores....	29
Figura 5 – (A) Osmolaridade da hemolinfa de <i>Macrobrachium rosenbergii</i> . (B) Exemplo do comportamento da osmolaridade de três espécies de animais quando submetidos a variações na osmolaridade do meio.....	30
Figura 6 – Laboratório de Comportamento de Animais Aquáticos (LCAAq), espaço laboratorial integrado, pertencente ao CEAC.....	38
Figura 7 – Lagosta <i>Panulirus argus</i> com marcação colorida na antena esquerda.....	40
Figura 8 – Primeira e segunda etapa - efeito combinado de temperatura e salinidade.....	41
Figura 9 – Osmômetro crioscópico OSMOMAT 030.....	42
Figura 10 – Extração de hemolinfa feita em uma lagosta da espécie <i>Panulirus argus</i> em condições controladas de laboratório.....	43
Figura 11– Molusco bivalve marinho utilizado na alimentação das lagostas <i>Panulirus argus</i> submetida a diferentes temperaturas e salinidade em laboratório.....	44
Figura 12– Médias da osmolalidade da lagosta <i>Panulirus argus</i> submetida à salinidade 30‰ nas temperaturas de 22 e 28°C em função da variação do tempo.....	46
Figura 13– Média da osmolalidade da hemolinfa das lagostas <i>Panulirus argus</i> mantidas por 3 horas nas águas experimentais de salinidade 20, 25, 30, 35 e 40 ‰ e temperaturas de 22°C. N = 24 para cada salinidade experimental.....	47

Figura 14	Médias da osmolalidade da hemolinfa das lagostas <i>Panulirus argus</i> mantidas por 3 horas nas águas experimentais de salinidade 20, 25, 30, 35 e 40 ‰ e temperaturas de 28°C. N = 24 para cada salinidade experimental.....	48
Figura 15	Lagosta <i>Panulirus argus</i> submetida a salinidades mais baixas nas temperaturas de 22 e 28°C.....	52
Figura 16	Valores médios do oxigênio dissolvido (OD), quando as lagostas foram submetidas a diferentes temperaturas (22 e 28°C) e salinidades em condições controladas de laboratório.....	60

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1– Médias e desvios-padrão das osmolalidade da hemolinfa e da água de cultivo das lagostas *Panulirus argus* mantidas por 3 horas nas águas experimentais de salinidade 20, 25, 30, 35 e 40 ‰ com temperaturas de 28°C e 22°C. N = 24 para cada salinidade experimental..... 51
- Tabela 2– Valores médios \pm desvios-padrões da osmolalidade da hemolinfa de lagosta *Panulirus argus*, retiradas em tempo de meia e 3 horas submetida a variações de temperatura e salinidade em condições controladas de laboratório..... 57
- Tabela 3 – Tabela 3 – Valores médios \pm desvios-padrões da osmolalidade da hemolinfa de machos e fêmea lagosta *Panulirus argus*, submetida a variações de temperatura e salinidade em condições controladas de laboratório..... 58
- Tabela 4 – Valores médios \pm desvios-padrões do pH da água no cultivo de lagosta *Panulirus argus*, submetida a variações de temperatura e salinidade em condições controladas de laboratório..... 63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de variância
ATP	Adenosine triphosphate
CEAC	Centro de Estudos em Aquicultura Costeira
FAO	Food and Agriculture Organization
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ISO	Isosmótico
LABOMAR	Instituto de Ciências do Mar
LCAAq	Laboratório de Comportamento de Animais Aquático
OD	Oxigênio dissolvido
pH	Potencial Hidrogeniônico
PVC	Policloroetano
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
UFC	Universidade Federal do Ceará

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°C	Graus Celsius
Kg	Quilograma
>	Maior
<	Menor
mm	Milímetros
t	Tonelada
Na ⁺	Íons sódio
Cl ⁻	Cloreto
mOsm	Miliosmol
mg	Miligrama
L	Litro
‰	Partes por mil
ppt	Partes por trilhão
μ	Micro
mmol	Milimol

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS.....	16
2.1	Objetivo geral.....	16
2.2	Objetivos específicos.....	16
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1	Sistemática, distribuição e morfologia.....	17
3.2	Ciclo de vida.....	20
3.3	Crescimento.....	21
3.4	Alimentação.....	22
3.5	Mercado.....	23
3.6	Aquicultura.....	25
3.7	Regulação Osmótica e Iônica.....	26
3.8	Fatores ambientais.....	31
3.8.1	<i>Temperatura</i>	31
3.8.2	<i>Salinidade</i>	33
3.8.3	<i>Oxigênio dissolvido</i>	34
3.8.4	<i>Potencial Hidrogeniônico (pH)</i>	36
3.8.5	<i>Luz</i>	36
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	38
4.1	Instalações e Material.....	38
4.2	Caracterização do animal e local de aquisição dos indivíduos.....	39
4.3	Delineamento Experimental.....	39
4.3.1	<i>Experimento piloto</i>	40
4.3.2	<i>Etapas</i>	41
4.4	Leitura da osmolalidade da hemolinfa da lagosta e da água.....	43
4.5	Parâmetros abióticos da água.....	43
4.6	Análises estatísticas.....	45
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
5.1	Teste piloto.....	46
5.2	Osmolalidade da hemolinfa.....	47
5.3	Análises dos parâmetros ambientais.....	59

5.3.1	<i>Avaliação estatística do oxigênio dissolvido (OD)</i>	59
5.3.2	<i>Avaliação estatística do Potencial hidrogenionico (pH)</i>	62
6	CONCLUSÃO	65
	REFERÊNCIAS	66

1 INTRODUÇÃO

A Ambiência busca promover o conforto dos animais, sobretudo em relação ao ambiente de cultivo, promovendo a manutenção do bem estar das espécies mantidas em cativeiro, analisando as características do meio ambiente em função da zona de conforto associado às características fisiológicas do animal (BRIDI, 2006). Além disso, animais cultivados tem se tornado uma boa alternativa de produtos de qualidade na mesa do consumidor devido à facilidade no controle de sua produção, isso faz com que profissionais que atuam na área de ambiência, buscando sempre bem estar animal, direcionem suas pesquisas além da propriedade rural e se preocupem cada vez mais com todo o processo produtivo, respeitando assim, as tendências mundiais para um desenvolvimento mais sustentável. Essa produção envolve uma série de operações que precisam ser bem controladas e manejadas provocando o mínimo de estresse possível ao animal para levar ao consumidor um produto de maior qualidade.

Aspectos importantes como instalações zootécnicas, necessidade do animal quanto ao espaço físico, exigências nutricionais, fisiológicas e sociais devem ser estudadas quando se deseja promover o confinamento de animais, visando minimizar o efeito do ambiente sobre a espécie cultivada, reduzindo ao máximo as perdas durante todo o processo.

Os crustáceos, são animais que pertencem a um grupo zoológico com mais de 40.000 espécies, são artrópodos muito bem sucedidos, incluindo animais marinhos, de águas doces e terrestres, conhecidos popularmente como caranguejos, lagostas, lagostins, pitus, pulgas-d'água, tatuzinhos-de-jardim, tatuíras, ermitões e uma grande quantidade de espécies conhecidas como camarões. Como grupo, os crustáceos são predominantemente marinhos: das aproximadamente 40.000 espécies conhecidas, 84% habitam águas salgadas ou salobras, 13% vivem em águas doces e somente 3% adaptaram-se ao ambiente terrestre. (BARROS, 2007).

Dentre os crustáceos, as lagostas são consideradas o produto de maior importância devido a seu valor econômico e por apresentar destaque no setor pesqueiro desde meados da década de sessenta. Silva (2010) mostra o Brasil como sendo o sétimo produtor mundial de lagosta e o segundo produtor mundial da América Latina, logo 95% desta produção destina-se ao mercado internacional e tem os Estados Unidos como principal importador.

Diversos autores têm relatado sobre a evolução histórica dos últimos anos dos recursos pesqueiros em todo mundo. Para a grande maioria deles, existe uma tendência inevitável de se atingir a um estágio de sobre - exploração biológica e as principais causas

para a situação atual que se encontra o setor lagosteiro pode ser a depleção dos estoques pesqueiros causados pela pesca indiscriminada dos indivíduos, muitas vezes com artes ilegais, com baixa produtividade e redução da receita gerada com sua comercialização e falta de flexibilidade na oferta de produtos para a exportação. No entanto, a regulamentação da pesca procura sanar partes dos males trazidos pela sobre – exploração.

Uma das soluções de minimizar o efeito da sobrepesca seria o cultivo da espécie em cativeiro (IGARASHI, 2010). Assim, algumas tecnologias básicas de cultivo de lagosta têm sido elaboradas com o intuito de se estabelecer metodologias sustentáveis do referido crustáceo em cativeiro.

Silva e Fonteles-Filho (2011) citam que as pesquisas científicas sobre biologia, pesca, economia e administração de lagostas datam da década de 1960 e abrange diversas áreas do conhecimento, com destaque para os seguintes estudos: idade e crescimento, migração, época de desova, frota pesqueira, aparelhos de pesca, esforço de pesca, biometria, rendimento, mortalidade, tamanho mínimo de captura máximo sustentável, tamanho médio na primeira maturação sexual, potencial reprodutivo, dinâmica e avaliação de estoques, recrutamento, comercialização, microbiologia, cadeia produtiva, cultivo, processamento entre outros.

O primeiro cultivo completo da lagosta vermelha desde a eclosão até o estágio de puerulus ocorreu na Estação de Pesca na Prefeitura de Mie no Japão. Este resultado refletiu em um aumento na disponibilidade de informações para o cultivo em condições ótimas, tal como ótimos parâmetros ambientais, alimentação e o desenho do tanque (IGARASHI, 2010).

O ambiente aquático é dinâmico e pode apresentar mudanças nos parâmetros ambientais que podem trazer prejuízos a espécies de animais cultivados, sendo assim, alterações na temperatura e salinidade ou a interação dessas variáveis podem mexer no equilíbrio de outros parâmetros que são essenciais as comunidades que habitam esse local. Alterações nas taxas de oxigênio dissolvido, pH e de outros fatores podem induzir a resposta de estresse que conseqüentemente terá impacto na cadeia de produção.

A grande diferença que existe entre os animais terrestres e aquáticos é que o segundo necessita constantemente equilibrar-se osmoticamente com o meio externo, e este depende , principalmente, da temperatura e da salinidade da água. Em se tratando de crustáceos de modo geral, parâmetros ambientais como a temperatura e a salinidade têm sido reconhecidos por diversos autores como sendo os principais fatores físicos que influenciam os organismos aquáticos, e seus efeitos podem ser observados em parâmetros importantes

zootecnicamente como na sobrevivência, já que afeta diretamente a fisiologia do animal, crescimento e período de intermuda.

A osmorregulação é a capacidade que alguns animais têm de manter de forma ativa o equilíbrio da quantidade de água e dos sais minerais no organismo (MOREIRA, 2012), sendo ela responsável, pela manutenção da homeostase de água e de solutos nos fluidos corporais, pois a manutenção da capacidade dos animais em adaptar-se a um determinado ambiente depende de um conjunto de ajustes no organismo que em condições ambientais estressantes podem causar alterações nos parâmetros fisiológicos, fazendo com que o animal busque se adaptar a nova condição ambiental (SCHMIDT-NIELSEN, 1996).

No caso da lagosta *Panulirus argus*, não se sabe até que ponto essas condições estressoras afetam o animal e nem as consequências dessas variações na sua osmolalidade, comportamento e sobrevivência. Portanto, levando-se em conta a importância da lagosta para o Nordeste do Brasil, em especial, para o estado do Ceará, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a influência do efeito combinado de diferentes temperaturas e salinidades em ambiente controlado sobre a osmolalidade da lagosta *Panulirus argus*, contribuindo assim, para o desenvolvimento de tecnologias e conhecimentos para se entender o deslocamento da lagosta no seu ambiente natural e para se estabelecer parâmetros de cultivo da lagosta em cativeiro.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar as alterações osmóticas da lagosta *Panulirus argus* provocadas pelas variações de temperatura e de salinidade da água.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar as variações da osmolalidade da hemolinfa em função da salinidade da água em animais selecionados em uma mesma temperatura para identificar a salinidade de conforto da lagosta *Panulirus argus*.
- Determinar as variações da osmolalidade da hemolinfa em função da temperatura da água em animais selecionados numa mesma salinidade para identificar a temperatura de maior conforto para os animais.
- Avaliar estatisticamente a osmolalidade da hemolinfa em função do tempo de exposição das lagostas submetidas às variações de temperatura e salinidade.
- Avaliar estatisticamente a osmolalidade da hemolinfa em função do sexo das lagostas quando submetidas às variações de temperatura e salinidade.
- Monitorar os parâmetros ambientais de O₂ e pH nas condições do meio experimental.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Sistemática, distribuição e morfologia

As lagostas espinhosas são crustáceos que pertencem à ordem Decápoda e família Palinuridae, que engloba 47 espécies (SILVA; FONTELES-FILHO, 2011) das quais aproximadamente 33 sustentam a pesca comercial (WILLIAMS, 1988).

As lagostas do gênero *Panulirus* possuem uma ampla distribuição, sendo encontradas no México, Caribe, Fernando de Noronha e costa brasileira (CARVALHO *et al.*, 1999). De acordo com Goes (2006), as lagostas do gênero *Panulirus* são encontradas principalmente nas regiões tropicais e subtropicais. No Brasil, as lagostas são capturadas na plataforma continental das regiões Norte e Nordeste e são pertencentes ao gênero *Panulirus*, com três espécies em ordem decrescente de importância: lagosta-vermelha, *P. argus*, lagosta-verde, *P. laevicauda* e lagosta pintada, *P. echinatus*, esta última de insignificante participação nas pescarias. A participação relativa das duas principais espécies tem sido, em média, de 56,5% e 43,5%, em número, e 70,6% e 29,4%, em peso, com produções máximas sustentáveis de 6,464 t e 2,724 t (FONTELES-FILHO, 1997).

De acordo com Paiva (1997) os dois centros pioneiros e de expansão dessa atividade pesqueira foram Fortaleza/CE e Recife/PE, que confirmaram a viabilidade econômica da exploração, havendo assim, grande demanda pela aquisição da produção artesanal e, conseqüentemente, o aumento no preço das lagostas; por outro lado, o volume das capturas artesanais logo se mostrou abaixo das exigências do mercado consumidor. Estes aspectos levaram ao início das pescarias industriais, com introdução de barcos motorizados, maior duração das viagens e exploração de pesqueiros mais distantes das bases e/ou situados em fundos costeiros de profundidades crescentes. Para Madrid e Cruz (2013), o grande entrave à pesca da lagosta, para os barcos motorizados, está nos drásticos aumentos de preço dos combustíveis nos últimos 30 anos, que alteraram a estrutura da frota lagosteira. Para os autores, o combustível passou a ter participação cada vez maior nos custos totais da atividade.

A exploração lagosteira no Brasil começou em meados da década de 1950, quando empresas iniciaram a aquisição da produção artesanal, para processamento industrial e exportação, principalmente, de caudas de lagostas congeladas (FONTELES-FILHO, 1997). Devido à grande importância econômica da lagosta espinhosa para a Região Nordeste, e a sobre - exploração em que esse crustáceo encontra-se atualmente, pesquisas vêm sendo

realizadas com o intuito de contribuir para o conhecimento populacional das espécies do gênero *Panulirus* (OLIVEIRA, 2014).

Os estudos das populações de lagosta – vermelha (*Panulirus argus*) e verde (*Panulirus laevicauda*) na plataforma continental do Brasil estão estreitamente associados com a fundação do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará desde o ano de 1960 (CRUZ *et al.*, 2011). Ainda de acordo com o mesmo autor, as pesquisas sobre lagostas espinhosas estiveram dirigidas ao conhecimento dos aspectos biológico, pesqueiro, exportação, ciclo de vida, comportamento migratório, fisiologia, dentre outros.

O estado do Ceará, segundo dados fornecidos por Brasil (2008), é responsável pela captura de aproximadamente 2.200 toneladas de caudas (abdomens) de lagostas no ano de 2007 sendo considerado o maior produtor de lagosta (*Panurilus argus*) no Brasil (ARAGÃO *et al.*, 2014). No entanto, Madrid e Cruz (2013) citam que as irregularidades na pesca e na comercialização da lagosta afetam seriamente sua exportação. Os autores mostraram que em 2012, a Agência Norte- americana de alimentos e medicamento recusou 54 lotes de cauda de lagosta congelada com o argumento de estarem contaminadas por salmonela. Em uma triste constatação, 76% dos lotes recusados eram de empresas cearenses, que até recentemente correspondia por mais de 90% das exportações de lagosta.

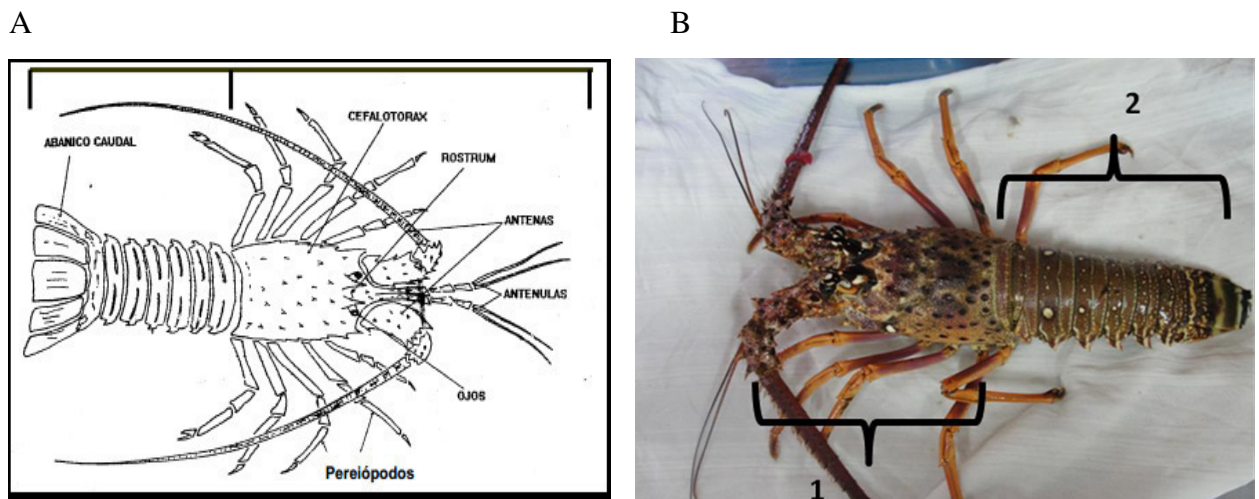
A ocorrência de grandes populações de lagostas na plataforma continental cearense está intrinsecamente relacionada à ocorrência de uma espetacular capa carbonática que se estende sem descontinuidades marcantes por toda plataforma (LANA *et al.*, 1996).

Almeida (2010) cita em seu trabalho que as duas espécies de lagosta são particularmente importantes na costa do Estado: *Panulirus argus* (lagosta vermelha ou espinhosa) e *Panulirus laevicauda* (lagosta verde, lagosta cabo verde ou samango). A primeira apresenta uma ampla distribuição espacial, podendo ser encontrada em ilhas oceânicas, bancos submarinos, e principalmente, ao longo da plataforma continental. Para Summerhayes *et al.* (1975), a ocorrência dessas espécies na nossa plataforma continental se dá ao fato da região possuir águas relativamente quentes.

O corpo da lagosta é dividido em cefalotórax e abdômen (Figura 1). O abdômen é dividido em seis somitos, terminando ventilador de fluxo (PHILLIPS *et al.*, 1980), (Figura 1A) e um exoesqueleto fortemente calcificado. Apresenta carapaça com fortes espinhos supra-orbitais, olhos grandes de proeminentes antênulas, quase 2/3 do comprimento do corpo, com flagelo externo mais curto e grosso do que o interno, antenas grandes e pesadas, pedúnculo com vários espinhos fortes, patas ambulatórias com extremidades agudas (MELO, 1999).

As cores das lagostas variam de vermelho tijolo, vermelho, castanho-avermelhado (Figura 1B) enquanto a lagosta azul é de leve tonalidade azul. Estas espécies são grandes em tamanho e apresentam dimorfismo sexual.

Figura 1: (A) Representa o desenho esquemático da morfologia externa da lagosta espinhosa e (B) fotografia real da lagosta *Panulirus argus*, utilizada no experimento onde 1= cefalotórax; 2= abdômen.



Fonte: 1 A, Aburto (2006); 1 B, Próprio autor.

De acordo com as informações passadas por Ruppert (2005), as lagostas possuem a parte interna do seu corpo constituída por aparelho digestivo, câmara cardíaca, aparelho circulatório, aparelho excretor, aparelho respiratório (respiração branquial), sistema nervoso e órgãos sensitivos. As brânquias desempenham fundamental importância pois segundo Augusto (2005) é nesse local onde acontece o controle da osmolalidade da hemolinfa, principalmente, através da absorção do sal por epitélios branquiais especializados.

São animais de hábitos noturnos (FONTELES-FILHO, 1994), quando saem do abrigo para se alimentar, permanecendo protegidas dos predadores, durante a luz do dia. De acordo com Oliveira (2001), durante o dia, as lagostas permanecem em abrigos (cavidade de rochas, corais ou emaranhados de algas) com o corpo oculto e as antenas estendidas, para o lado exterior e movendo-se de um lado para o outro, recebendo estímulos sensoriais, que as ajudam na localização dos alimentos. À noite, saem em busca de alimento, retornando ao abrigo pela manhã. O abrigo é um importante elemento na vida da lagosta, podendo ser encontrado em áreas ricas em plantas, vida animal e onde o oxigênio é continuamente repostado pelas macroalgas ali existentes (LOURENÇO, 2008).

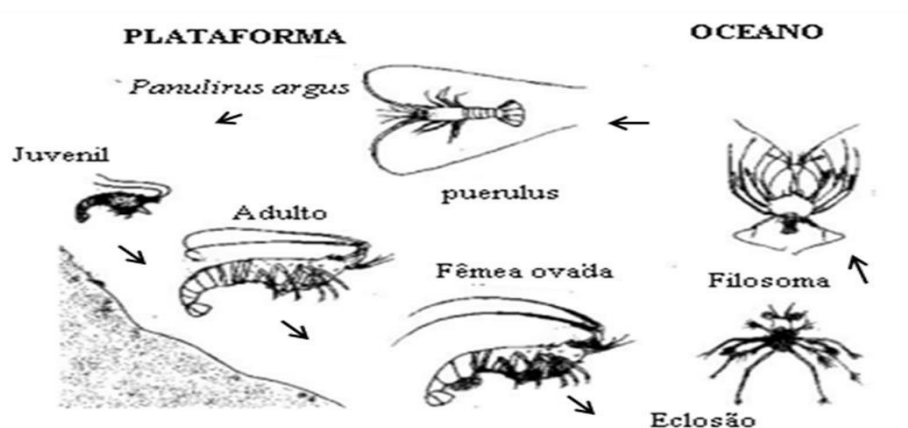
As lagostas são animais gregários e seu habitat natural é constituído pelo substrato de algas calcárias bentônicas, formado por algas vermelhas da família Rhodophyceae, principalmente do gênero *Lithothamnium*, com teores de 75-95% de carbonato de cálcio e 4-10% de carbonato de magnésio. Algas verdes da família Chlorophyceae, principalmente dos gêneros *Halimeda*, *Udotea* e *Penicillus*, também fazem parte do sedimento. Todos estes são importantes fornecedores de carbonato de cálcio para o meio ambiente, matéria-prima essencial para a formação do exoesqueleto durante a série de mudas que cada lagosta terá que realizar ao longo do seu ciclo (FONTELES - FILHO, 1992).

Quando ameaçadas, as lagostas dobram o abdômen com a nadadeira caudal aberta em leque, ao mesmo tempo em que mantêm as patas e antenas orientadas para frente, facilitando, assim, um rápido deslocamento (OLIVEIRA 2001).

3.2 Ciclo de vida

O ciclo de vida das lagostas, segundo Phillips *et al.* (1980), compreende os seguintes estágios: embriônico, larval (filosoma), pós-larval (puerulus), juvenil, fase que pode ser dividida em dois estágios: juvenil inicial (início da fase bentônica) e juvenil final, quando os indivíduos apresentam hábitos semelhantes aos adultos, mas não iniciaram o processo de maturação gonadal (MARX; HERRNKIND, 1985) essa fase é bastante acelerada e os animais se dispersam por áreas mais afastadas da costa onde atingem idade de 3 anos (SILVA; FONTELES-FILHO, 2011). Seis meses após já se encontram em estágio reprodutivo e são considerados adulto, dando início a um novo ciclo (PHILLIPS *et al.*, 1980). (Figura 2).

Figura 2 – Ciclo de vida da lagosta *Panulirus argus*



Fonte: IGARASHI (2010).

A reprodução ocorre por acasalamento emparelhado do macho com a fêmea, numa posição frontal (SILVA; FONTELES-FILHO, 2011). O macho passa massa espermatofórica sobre o esterno da fêmea, que se localiza ao lado ventral do seu abdômen. Os óvulos fecundados ficam então aderidos à parte ventral do abdômen da fêmea, através dos pleópodos, a fêmea rompe o espermatóforo e os ovos são fertilizados à medida que passam mais de espermatóforo, tornando-se mais escuros a medida que se desenvolve (Miller *et al.*, 2011) . De acordo com Silva e Fonteles-filho (2011) o espermatóforo é característica responsável pela alta taxa de fertilização e que, em parte, explica a grande capacidade de resistência das populações de lagostas à predação natural e à pesca. As pós-larvas planctônicas, com cerca de 12 meses de idade, são levadas para a zona costeira por correntes marinhas, onde assumem um habitat bentônico e se desenvolvem até atingir o estágio juvenil com 24 meses

3.3 Crescimento

Para crescer, todas as lagostas, como demais crustáceos, têm que desprender periodicamente seu exoesqueleto ou carapaça no processo que se denomina comumente de muda e que vem acompanhado de um repentino aumento de tamanho e peso (DÍAZ-ARREDONDO; GUZMAN, 1995).

De acordo com Ivo e Pereira (1996), os crustáceos têm o corpo revestido por um exoesqueleto quitinoso, rico em carbonato de cálcio, rígido e inextensivo que permite o crescimento contínuo do indivíduo. Para os autores, o padrão de crescimento dos animais aquáticos varia periodicamente em função de fatores ambientais.

Lourenço (2012) afirma que a frequência de mudas decresce com a idade. Portanto, o número de mudas depende principalmente da idade da lagosta, da alimentação (tanto quantitativa quanto qualitativa) e da temperatura da água. De maneira geral, as lagostas jovens e as bem alimentadas apresentam maior número de mudas e, conseqüentemente, maior velocidade de crescimento. A lagosta *P. cygnus*, segundo Gray (1992), no primeiro ano de juvenil, geralmente realiza seis mudas e, no segundo ano, aproximadamente quatro mudas. *Panulirus* tende a possuir um ciclo de longa duração, podendo viver mais de 20 anos (VEGA *et al.*, 1996). Para os *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, mais precisamente, esse tempo de vida fica de 18,5 anos e 17,5 anos respectivamente. Em termos anuais de taxa de mortalidade total e a taxa de exploração apresentam valores aproximados de 70% e 60% para *P. argus* e 75% e 65% para *P. laevicauda* (PAIVA, 1997). Portanto, Silva e Fonteles-Filho,

(2011), concluem que estas espécies sendo de ciclo longo estão sujeitas principalmente a sobrepesca do crescimento.

3.4 Alimentação

Fonteles- Filho (2011), afirma que quando as espécies estão adaptadas as condições do habitat, duas funções se destacam por sua contribuição fundamental para a capacidade de a população manter seu status como entidade biológica no contexto da biocenose: alimentação e reprodução.

O regime alimentar das lagostas *P. argus* e *P. laevicauda* é constituída principalmente por moluscos gastrópodes e crustáceos e como alimentos secundários, os equinodermos, as algas e os corais (SILVA; FONTELES-FILHO, 2011).

Em se tratando de aquicultura, Miller *et al.* (2011) afirmam não existir dietas específicas para culturas de lagostas em qualquer etapa da vida. Estudos iniciais de cultivo de juvenis mostram que eles não aceitam facilmente dietas artificiais e que moluscos e peixes oleosos servem como fonte de alimento podendo ser ofertados vivos, frescos ou congelados. Joll e Phillips (1984) avaliaram a dieta de *P. cygnus* e verificou que a alimentação abrangue uma ampla gama de materiais de origem animal e vegetal, mas foi dominado pelos moluscos.

Igarashi (2007) citando vários autores, afirma que juvenis de *P. argus* (27 a 47 mm de cefalotórax) apresentam preferência por gastrópodos, em lagostas em condições naturais, e, em segundo plano, por equinodermos e vegetais e mostra que resultados, advindos de experimentos realizados na Índia, utilizando mexilhões, ostras, caranguejos, peixes entre outros animais como alimento, sugerem que as lagostas *P. homarus* e *P. ornatus* podem ser economicamente cultivadas em regiões tropicais. Para o autor, de acordo com o que foi proposto, é possível cultivar lagostas em tanques de fibra, podendo ser utilizados mexilhão, caramujo marinho, crustáceos etc., como alimento.

Lourenço (2008) mostra que no estado do Ceará, em experimentos nos quais foram utilizados com filé de serra, *Scomberomorus maculatus* como alimento, as lagostas juvenis apresentaram baixo desempenho e alta mortalidade, sendo eliminado como opção alimentar. O autor ainda afirma que juvenis de lagostas *P. laevicauda* alimentados com ostra *Crassostrea sp.* morreram no ato da muda. Por outro lado, os indivíduos alimentados com o molusco *Tegula sp.* demonstraram que podem se desenvolver satisfatoriamente com um ótimo ganho de peso, podendo obter um maior número de mudas, 100 % de sobrevivência e apresentar uma coloração normal do exoesqueleto, quando comparadas com a dieta

anteriormente citada. Os alimentos naturais marinhos, principalmente os invertebrados vivos, são os mais facilmente consumidos pelas lagostas cultivadas

De acordo com Chittleborough (1974), a quantidade de alimento a ser ingerido pelas lagostas varia conforme o porte (idade) do animal, a temperatura em que está sendo mantido e a variação cíclica entre as mudas. Animais de climas quentes exigem maior quantidade de alimento do que os de climas frios, porque em temperaturas baixas a digestão e o metabolismo são retardados (FONTELES – FILHO, 2011). Para o autor, isso explica o motivo pelo qual espécies tropicais crescem mais rapidamente, são mais precoces e alcançam menor tamanho do que as regiões temperadas.

Faz-se necessário a realização de pesquisas relacionadas à alimentação do referido crustáceo em cativeiro, porque embora como citado em vários trabalhos, o animal aceite bem a alimentação natural, não parece ser lucrativo a realização do cultivo com alimentação extraída do meio ambiente, sendo necessário a realização de pesquisas sobre nutrição do animal quando se pensa em aquicultura.

3.5 Mercado

Silva e Fonteles-filho (2011) relatam que os produtos de pescado exportados dizem respeito a três categorias: peixes, crustáceos e moluscos, dentre as quais se destacam os crustáceos, principalmente em valor da receita gerada por camarões e lagostas. Essa categoria apresentou tendência decrescente no volume exportado entre 2003, com 64.917 t e 2010, com 5.166 t, com taxa de decréscimo variando de 10 a 50%. Essa mesma configuração foi apresentada em relação ao valor do faturamento, que teve seu máximo registrado em 2003 com US\$ 313.673.000 e o mínimo em 2009 com US\$ 82.566.000. Essa variação se deve principalmente à diminuição drástica das exportações de camarão.

Segundo Cruz *et al.* (2011), a região do grande Caribe é a maior produtora mundial de lagosta de lagostas espinhosas, registrando em torno de 33.000 t (2002 -2009), representando 17% da produção total. A pesca de lagostas no Brasil é realizada nas regiões Norte (estados do Amapá e Pará), Nordeste (estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia) e Sudeste (estado do Espírito Santo).

Silva e Fonteles-filho (2011) descrevem que o Brasil comercializa três tipos do “produto lagosta”: cauda de lagosta congelada, lagosta inteira congelada e lagosta inteira não-congelada, sendo a cauda de lagosta congelada o produto mais exportado, com médias anuais

de produção de 2.271 t, faturamento de US\$ 74.717.142 e preço de US\$ 31,5/kg, no período 2001-2010. Os outros tipos de produtos apresentaram uma pequena contribuição nas exportações, com valores anuais médios de (a) lagosta inteira congelada: 100 t, US\$ 1.948.667 e US\$ 19,3/kg e (b) lagosta inteira não-congelada: 6 t, US\$ 130.739 e US\$ 19,1/kg.

No entanto, como já citado anteriormente, a pesca de lagostas do gênero *Panulirus* na costa brasileira passa, muito provavelmente, por sua maior crise desde seu o início em meados dos anos 1950. A crise atinge não apenas as condições socioeconômicas desta atividade, mas está representada, principalmente, pelo descaso a que está submetida, seja por parte dos órgãos governamentais responsáveis pela gestão da pesca e do segmento responsável pela exploração, seja por parte dos pescadores, armadores e exportadores. (IVO *et al.*,2012).

Uma das únicas formas de reverter esse quadro é aumentar a produção através da aquicultura. Igarashi (2010), citando vários autores mostra que as lagostas tropicais (*Panulirus. ornatus*) e vermelha (*Panulirus argus*) são as melhores candidatas para aquicultura por terem o mais curto período de desenvolvimento larval, de 4 a 8 meses e rápido crescimento pós-larval, além de melhorar a qualidade de vida das comunidades litorâneas, alavancando oportunidades técnicas, a partir da produção de lagostas que satisfaça às necessidades dos mercados de exportação, propiciando, dessa forma, uma situação mais favorável para a economia brasileira com a elaboração de uma metodologia de cultivo comercial (IGARASHI, 2007).

O sucesso no cultivo de animais aquáticos depende da manutenção adequada da qualidade da água, fornecendo aos animais um ambiente adequado para desempenhar suas funções vitais. A ausência de bem estar aos animais de produção, pode resultar em produtos de baixa qualidade comercial apresentando desde hematomas, mudanças de comportamento, até sinais crônicos de estresse. Fraser e Broom (1990) citam que esse bem-estar está relacionado com conforto físico e mental, o conforto mental pode ser determinado como o estado que está associado à condição física do animal, tornando difícil saber o grau de satisfação do animal (contentamento) com seu ambiente. No entanto, ainda de acordo com os mesmos autores, a manifestação de certos comportamentos pode ser uma evidência do desconforto, inclusive mental. Hötzel e Machado Filho (2004) informam que um método de se avaliar o estresse e bem-estar animal é a incidência de comportamentos anômalos. Para os autores, esses comportamentos são considerados um redirecionamento de desempenhos para os quais os animais têm forte motivação, mas cuja realização está impedida por fatores ambientais.

Inácio (2008) mostra que estudos têm sido baseados na criação de um ambiente com temperatura e umidade estáveis e refrigerado com gelo, em particular na avaliação da sua eficácia para a manutenção da qualidade e sobrevivência de crustáceos comercializados vivos. Ríos *et al.*(2007), demonstraram que em temperaturas elevadas, os crustáceos ficam submetidos a condições de estresse que levam a uma desordem fisiológica significativa que é refletida na alteração de sabor, diminuindo a qualidade do produto. Sendo assim, Civeira *et. al.*, (2006) afirmam que os métodos para aquisição de carnes com padrões superiores de qualidade passam obrigatoriamente pela maneira como os animais são tratados, levando em consideração o bem-estar dos animais destinados ao abate.

Para Molento (2005) quanto mais rápido a sociedade reconhecer o sofrimento animal como um fator importante a ser tratado, pode-se agregar ao bem-estar animal um valor econômico, sendo assim, o bem-estar animal passa a ser parte integrante do valor econômico dos produtos de origem animal.

3.6 Aquicultura

Aquicultura é a denominação que se dá ao cultivo de organismos aquáticos, incluindo peixes, moluscos, crustáceos e plantas aquáticas. Esta atividade envolve a intervenção no processo de produção, exemplo, reposição constante, alimento, proteção contra predadores, etc (PRYMACZOK, 2012). Bridi (2006), afirma que em se tratando de confinamento de animais, fatores ambientais externos exercem efeitos diretos e indiretos sobre a produção animal em todas as fases de produção e acarretam redução na produtividade, com consequentes prejuízos econômicos. Ainda em conformidade com o autor, ele cita que, o conhecimento das respostas ou adaptações fisiológicas dos animais relacionados ao ambiente nos permite a tomada de medidas e/ou alteração de manejo, da nutrição, instalações e equipamentos, objetivando a maximização da atividade.

De acordo com Costa (2002), Ambiência é a definição de conforto baseada no contexto ambiental, quando se analisa as características do meio ambiente em função da zona de conforto da espécie.

Segundo dados da FAO (2012), a aquicultura tem apresentado crescimento em torno de 10% desde 1984, enquanto a produção mundial de carnes continua crescendo apenas 2,4% ao ano. Ainda de acordo com esses dados, a previsão é de que até o ano de 2030 a demanda internacional de pescado aumente em mais 93,61 milhões de toneladas por ano.

Os crustáceos são produtos aquícolas de fundamental importância para a economia mundial. A aquicultura de crustáceos inclui a produção de diversos tipos de espécies entre eles se encontra os camarões de água doce, e de água marinha, caranguejos, lagostas marinhas e de água doce. De acordo com dados da FAO (2012), a produção mundial continental de crustáceos foi de 2.530 mil toneladas e 3.917 mil toneladas para a produção marinha.

Castro *et al.* (2005), citando vários autores afirma que a aquicultura moderna está embasada em três principais pilares: uma produção lucrativa, a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento social. Assim sendo, a aquicultura sustentável pode ser definida como a produção de organismos aquáticos remunerando adequadamente todos os meios de produção, mantendo uma interação harmônica duradoura com os ecossistemas e as comunidades humanas locais. Desse modo, é uma atividade economicamente viável, que propicia melhoria da qualidade de vida das comunidades locais, sem degradar os ecossistemas nos quais se insere.

No entanto, à medida que a tecnologia avança os níveis de confinamento tornam-se um problema, a ambiência animal surge como um assunto de extrema importância, principalmente, no que diz respeito à redução de perdas dentro dos processos produtivos e das exigências às boas práticas de manejo e bem estar animal (BARBOSA FILHO, 2008). De acordo com Prymaczok (2012), o estresse ambiental altera o equilíbrio do organismo e como consequência a ação desse estímulo proveniente do meio, como se desencadeia uma série de reações, comportamentos e ações fisiológicas para que o animal se adapte a nova situação.

3.7 Regulação Osmótica e Iônica

O mecanismo básico da osmorregulação é comum para todos os organismos vivos. Logo que a concentração interna de algum elemento excede a do meio externo, ocorre um gradiente de difusão e, quando a membrana celular é colocada no caminho da difusão, alguns elementos atravessam a membrana de maneira mais rápida que outros, ocorrendo vários gradientes de concentração e, ajustando-se em seguida, a pressão osmótica às novas condições (SMITH, 1982 apud MADRI, 1994).

De acordo com Nascimento (2013), a pressão osmótica é à força de atração que o soluto exerce sobre o solvente, atraindo-o a fim de equilibrar as pressões osmóticas de dois lados de uma membrana semipermeável e ela desempenha um papel muito importante nas trocas de água e das substâncias dissolvidas entre as células e o meio extracelular.

Quando os animais aquáticos são transferidos abruptamente para diferentes salinidades, observa-se uma rápida mudança na concentração osmótica, tanto da hemolinfa como do líquido intracelular, alcançando um novo equilíbrio entre essas duas fases líquidas e entre o animal e o meio ambiente (CASTILLE, LAWRENCE; MOREIRA et al.; STERN apud MADRI, 1994).

Os crustáceos representam um grupo muito diversificado e amplamente distribuído em uma grande variedade de habitats, incluindo ambientes de água doce, estuarinos, marinhos e terrestres, eles desenvolveram muitos padrões de regulação osmótica e iônica, responsáveis pela sua ampla distribuição e notável diversidade (FALEIROS, 2010), o que permite observar todos os tipos de estratégias osmorregulatórias neste subfiló (PÉQUEUX, 1995). De acordo com Huggins (1968) os animais com pouca ou nenhuma capacidade osmorreguladora, portanto, tolerantes a pequenas variações de salinidade são classificados de estenoalinos e animais tolerantes a grandes variações de salinidade são chamados de euralinos.

De acordo com Prymaczok (2012) os crustáceos são divididos em dois grandes grupos, os osmoconformadores e os osmorreguladores. Segundo o autor, num organismo conformador, a concentração osmótica interna varia de acordo com a osmolaridade do meio externo e não gastam energia para controlar o seu meio interno independentemente das variações externas, pois a hemolinfa se torna isosmótica com relação ao meio externo. Já os organismos reguladores mantêm sua concentração osmótica interna relativamente constante independente do meio externo. No entanto, Faleiros *et al.* (2010) mostram que tanto em animais conformadores quanto em animais reguladores, o volume celular é mantido dentro de certos limites por ajustes nos fluxos de água entre os fluidos intra- e extracelulares. O tamponamento osmótico e iônico do fluido extracelular denomina-se regulação anisosmótica extracelular e constitui-se em um conjunto de mecanismos mantenedores da osmolalidade, concentração iônica e volume da hemolinfa.

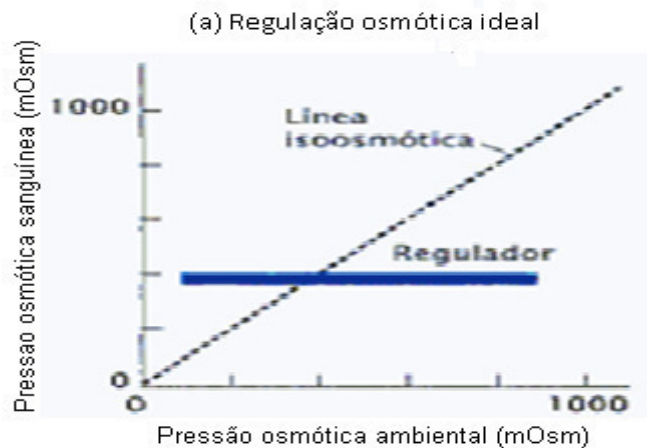
Pequeux (1995) e Kirschner (2004) distinguem os animais em dois tipos de osmorreguladores, os hiper- osmorreguladores, a grande maioria, e os hipo-osmorreguladores. Para os autores, a hiper- osmorregulação é caracterizada quando o animal se mantém internamente mais concentrado que o meio onde está, mantendo a osmolalidade da hemolinfa praticamente constante. Estes podem ainda ser considerados osmorreguladores fracos ou fortes. Fracos são os que entram em estuários, tendo capacidade de absorver sal de água salobra, mas não conseguem absorver sal da água doce. Fortes são os que vivem em água doce, e que, para conseguir absorver sal da água doce, necessitam da força motriz gerada pela

H^+ -ATPase apical. A hipo-osmorregulação, apesar de ser rara em invertebrados e crustáceos, também pode ser realizada por alguns branchiopodos, isópodos, copepodos e alguns decapodas (FREIRE *et al.*, 2008).

Nos crustáceos marinhos osmoconformadores a osmolalidade total e a concentração de Na^+ e Cl^- da hemolinfa são próximos às da água do mar onde são encontrados. Esses crustáceos não gastam energia para regular a osmolalidade e concentração de NaCl do seu líquido extracelular (PÉQUEUX, 1995; RANDALL *et al.*, 2011).

Hill e Wyse (2006) mostram em seu gráfico uma linha pontilhada que marca a igualdade entre a pressão osmótica sanguínea e a ambiental e a chamam de linha isosmótica. Os autores mostram que um organismo osmorregulador perfeito não exibe uma tendência a seguir a linha isosmótica (Figura 3)

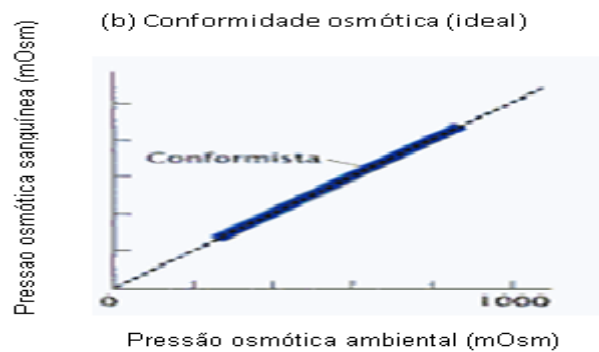
Figura 3 – Representação gráfica da linha isosmótica em animais osmorreguladores



Fonte: Hill e Wyse (2006)

O autor também mostra que uma condição oposta seria a osmoconformidade, onde a pressão osmótica sanguínea se iguala a do meio ambiente (Figura 4).

Figura 4 – Representação gráfica da linha isosmótica em animais osmoconformadores.

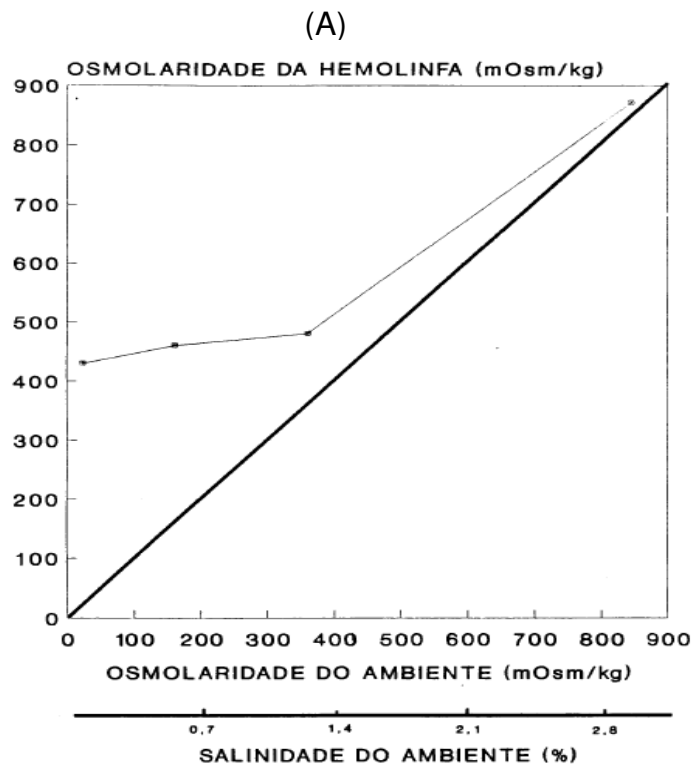


Fonte: Hill e Wyse (2006)

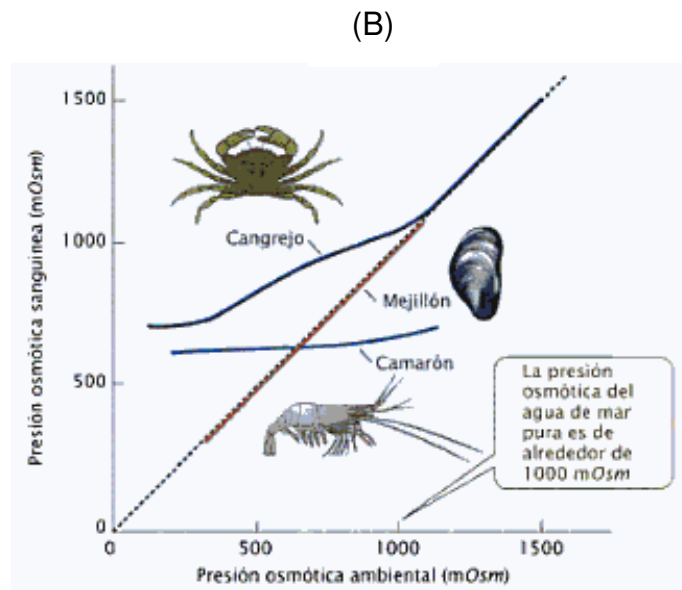
Sterne *apud* Madri (1994), mostram que o camarão de água doce, *Macrobranchium rosenbergii* submetido à salinidade entre 0 e 15 ‰ exibe excelente osmorregulação, apresentando ponto de equilíbrio a uma salinidade de 17‰. Castille e Lawrence (1981) mostram (Figura 5A) a osmolaridade da hemolinfa desse camarão.

Através da Figura 5A é possível observar que o crustáceo é um eficiente osmorregulador quando submetido à osmolaridade ambiente de até 400 mOsm/kg, a partir daí o animal adquire características de osmoconformador. Já a Figura 5B mostra os camarões como um caso de osmorregulador perfeito, ou seja, sua pressão osmótica sanguínea varia muito pouco em relação à osmolaridade do meio. Já o caranguejo verde exibe osmorregulação perfeita em águas com osmolaridade abaixo de 1000 mOsm/kg, mas se transforma num osmoconformador em águas acima dessa concentração. Enquanto que o mexilhão em todas as concentrações testadas se apresenta como osmoconformista.

Figura 5 – (A) Osmolaridade da hemolinfa de *Macrobrachium rosenbergii*. (B) Exemplo do comportamento da osmolaridade de três espécies de animais quando submetidos a variações na osmolaridade do meio.



Fonte Castille e Lawrence, 1981 apud Madri (1994).



Fonte: Hill e Wyse (2006)

De acordo com Morri (1999), o estresse ambiental altera o equilíbrio de um organismo e o seu estado homeostático e como resposta se desencadeia uma série de reações comportamentais e fisiológicas a fim de se adaptar a nova situação.

A temperatura e a salinidade têm sido reconhecidas como os principais fatores físicos que influenciam os organismos aquáticos e seus efeitos podem ser observados em parâmetros importantes zootecnicamente como na sobrevivência, crescimento e período de intermuda em crustáceos (CHEN *et al.*, 1995).

A osmorregulação é responsável pela manutenção da homeostase de água e de solutos nos fluidos corporais, envolvendo o transporte de sais e o movimento de água entre o meio externo e o líquido extracelular (meio interno) através das camadas epiteliais para compensar a perda e/ou ganho desses por difusão passiva (SCHMIDT-NIELSEN). A resposta dos animais ao estresse salino induz à expressão de proteínas de estresse, assim como outros tipos de estresses como o térmico. Madrid (1994), citando vários autores, relatou que no processo de osmorregulação em animais aquáticos existe uma correlação direta entre a quantidade de íons, que são os responsáveis principalmente pela osmolalidade da hemolinfa e aminoácidos livres que são responsáveis pela osmolalidade do líquido intracelular, com a salinidade do meio natural de vida, atribuindo-se a estas substâncias uma função importante na regulação da pressão osmótica interna, sendo que este fenômeno ocorre nos crustáceos, moluscos, peixes e micro-organismos.

3.8 Fatores ambientais

Os fatores físico-químicos são importantes como parâmetros limitativos, podem exercer grandes influências de controle, não só limitando, mas também desencadeando as atividades dos organismos. Nesse sentido, luz, temperatura e salinidade são os três fatores mais importantes no ambiente marinho (ODUM, 1975). Segundo Boyd (1984), qualquer interferência ambiental afeta as condições ótimas de cultivo, trazendo prejuízos na taxa de sobrevivência, reprodução, crescimento, produção e qualidade da água.

3.8.1 Temperatura

A temperatura age como fator limitante, pelo fato dela estar ligada à reprodução, ao crescimento e à distribuição de organismos no planeta. De acordo com Sipaúba- Tavares *et al.* (2002) ela é um parâmetro físico de grande importância, pois afeta o desenvolvimento dos

organismos aquáticos e exerce forte influência sobre outros parâmetros da água (VINATEA-ARANA, 2004) como densidade da água do mar, dissolução de gases e no comportamento dos organismos presentes nesse ambiente entre outras variáveis.

A temperatura corporal dos crustáceos é dependente da temperatura ambiente. Sendo assim, as alterações na temperatura ambiente tendem a afetar o metabolismo e atividade do animal (MORRIS, 1999). As lagostas são animais pecilotérmicos, para Randall *et al.* (2011) isso significa que a incapacidade de manter a temperatura corpórea em crustáceos resulta que a taxa metabólica fique à mercê das mudanças de temperatura ditadas pelas estações e outros distúrbios sazonais e termiais, fazendo com que muitos processos biológicos importantes, incluindo o desenvolvimento, o crescimento e a adaptação ao habitat, dependam da temperatura. Willmer *et al.* (2005) afirmam que para esses animais, a temperatura da água é de extrema importância para manutenção da homeostase. Quando esses animais se distanciam da sua faixa de temperatura ótima, mecanismos são ativados para que mantenham a integridade de sua maquinaria celular e a funcionalidade das reações químicas. Segundo Vernberg (1983), o efeito da temperatura e da salinidade em uma dada espécie pode variar de acordo com a fase do indivíduo, ou seja, essa relação entre essas variáveis não é a mesma em todos os estágios de vida, e as respostas metabólicas podem variar devido a variações fisiológicas relacionadas à idade.

Fonteles-Filho (1997), afirma que temperatura da superfície do mar (TSM) é considerada como o principal fator ambiental determinante de variações na produção, podendo ser utilizado no processo de prognóstico do volume de captura.

Cobb *et al.* (2012) mostram que a temperatura ótima para o crescimento e sobrevivência de Palinurídeos oscila entre 25 a 28 °C e temperaturas fora dessa faixa afetam as condições de conforto térmico. Lourenço (2006), citando vários autores afirma que com o aumento da temperatura o animal aumenta sua atividade e o consumo de alimento, resultando em maiores taxas de crescimento devido à maior frequência de mudas. O autor ainda mostra que os limites de tolerância à temperatura para um dado animal não são fixos, pois sua exposição a uma temperatura próxima da letal frequentemente acarreta certo grau de adaptação, de modo que uma temperatura anteriormente letal seja tolerada. Segundo Schmidt-Nielsen (2002), um animal invernal geralmente tolera e permanece até mesmo ativo a temperaturas tão baixas que seriam letais para um animal estival. Inversamente, o animal invernal é menos tolerante que um animal estival a temperaturas elevadas, os principais fatores que contribuem para a morte por calor são: desnaturação de proteínas, coagulação térmica; inativação térmica de enzimas a um ritmo que supera o de formação; suprimento

inadequado de oxigênio; efeitos de temperaturas diferentes em reações metabólicas interdependentes e; efeitos da temperatura na estrutura de membranas.

3.8.2 Salinidade

O estudo da salinidade, definida como a relação de massa dos constituintes dissolvidos na água do mar por massa de solução, está ligado à história da oceanografia química. Em média, a água do mar de todo o mundo tem uma salinidade de 35 (3,5% em massa se consideramos apenas os sais dissolvidos, mas a salinidade não tem unidade, o que significa que, para cada litro de água do mar há 35 gramas de sais dissolvidos (a maior parte cloreto de sódio, NaCl). A concentração total de sal varia um pouco com a localização geográfica (SCHMIDT-NIELSEN, 2002), ou seja, a água do mar não tem salinidade uniforme ao redor do globo. A água menos salina do planeta é a do Golfo da Finlândia, no Mar Báltico e o mais salino é o Mar Morto, no Oriente Médio, onde o calor aumenta a taxa de evaporação na superfície e há pouca descarga fluvial (PEREIRA *et al.*, 2011).

De acordo com Schmidt-Nielsen (2002), a maioria dos invertebrados consegue manter a concentração osmótica de seus fluidos corpóreos igual a da água do mar, e por esse motivo são classificados como sendo osmoconformadores, mas para o autor, isto não significa que seus fluidos corpóreos apresentem a mesma composição de solutos que a água do mar.

O estresse ambiental altera o equilíbrio de um corpo, isto é, o estado de homeostase, devido à ação de um estímulo do ambiente (MORRIS, 1999). Esse fato foi comprovado por Bay *et al.* (1994), que avaliou o efeito da salinidade na sobrevivência de *Penaeus vannamei*. O autor afirma que a salinidade pode influenciar os invertebrados de três formas: no processo de crescimento do animal, nos processos de osmorregulação (ordem fisiológica) e nos processos de assimilação de nutrientes (ordem nutricional).

Os Palinurídeos são principalmente restritos às águas oceânicas e próximas à costa. Também, quando juvenis, toleram pelo menos por alguns dias reduções graduais na salinidade de até 20‰, o qual está abaixo da salinidade oceânica (BOOTH; KITAKA, 1994). No entanto, Phillips (1980), afirma que a salinidade faz parte dos parâmetros que são determinantes na abundância e distribuição das larvas de lagostas. Chen *et al.* (1992), observou que camarões necessitam de mais tempo para completar o processo de muda em salinidades extremamente baixas ou altas, o que deixaria o animal indisposto a se alimentar por um período de tempo maior.

Booth e Kittaka (2000) citam que a salinidade da água do mar pode afetar o sabor da lagosta fresca e o nível de aceitação do produto no mercado. Madri (1994), trabalhando com camarões de água doce, avaliou os componentes que participavam da regulação osmótica dos camarões em relação ao meio ambiente, e os resultados mostraram a existência de uma correlação entre a variação da salinidade com o aumento da concentração dos solutos analisados. O autor cita que de acordo com os tratamentos de salinidade, houve melhora no sabor e na textura do camarão.

3.8.3 Oxigênio dissolvido

Para se ter um bom rendimento no cultivo de lagostas espinhosas é necessário manter a qualidade da água dentro dos parâmetros toleráveis, sendo que temperatura, salinidade, pH, concentração de oxigênio dissolvido e amônia são considerados importantes fatores para o bom desenvolvimento desses organismos (LOURENÇO, 2008).

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio (O₂) é um dos mais importantes na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos. As principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera e a fotossíntese. Por outro lado, as perdas são o consumo pela decomposição de matéria orgânica (oxidação), perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos como, por exemplo, o ferro e o manganês (ESTEVES, 1998).

Segundo Boyd (1990), a quantidade de oxigênio requerida pelos organismos aquáticos é variável e dependente de vários fatores, como espécie, tamanho dos indivíduos, quantidade de alimento ingerido e temperatura da água. Quando esse parâmetro se torna baixo nos tanques de cultivo, Madenjian *et al.* (1987) mostra que os organismos cultivados podem ficar estressados ou até mesmo morrer.

Sendo assim, Cyrino (1998), considera o oxigênio dissolvido como o fator do meio mais limitante num sistema intensivo de produção. Embora exista em abundância na atmosfera, o oxigênio é muito pouco solúvel na água e ainda assim sua solubilidade na água é reduzida com o aumento da temperatura, com o decréscimo da pressão atmosférica e com o aumento da salinidade da água. Para o autor, quando se trata de cultivo de organismos aquáticos, em geral, concentrações de OD acima de 5 mg/L são adequadas à produção de espécies tropicais. No entanto, os níveis abaixo de 5 mg/L podem levar à redução no consumo de alimento e no crescimento e exposição contínua a níveis menores que 3 mg/L podem

resultar em estresse, reduzindo o consumo de alimento e a resistência, aumentando a incidência de doenças e, conseqüentemente, a taxa de mortalidade.

Igarashi (2007) mostra que nos trabalhos realizados com lagostas da espécie *Panulirus argus* no Brasil que elas até suportam baixos níveis de oxigênio dissolvido, mas relata que quando os animais são expostos a níveis menores que 3 ppm, pode ocorrer mortalidade.

Fast e Boyd (1992) mostram a necessidade de se aumentar a atenção para outro parâmetro relativo ao manejo. Os autores mostram que no cultivo, de acordo com os níveis de intensificação do projeto o uso de técnicas inadequadas de manejo pode trazer sérios problemas, como baixas concentrações de oxigênio e condições tóxicas na água e no sedimento, prejudiciais à sobrevivência animal e conseqüentemente baixa produtividade no cultivo. O oxigênio dissolvido é considerado o fator mais limitante da produção em sistemas semi-intensivo e intensivo, participando dos processos biológicos naturais e determinando a capacidade suporte dos ambientes de cultivo (BOYD, 1990; VINATEA, 1997).

A solubilidade de gases na água do mar está em função da temperatura, ou seja, quanto menor a temperatura maior a solubilidade, conseqüentemente, quanto mais fria a água, maior a concentração de oxigênio dissolvido. No entanto, Lourenço (2006), chama a atenção para o fato de que em temperaturas altas o consumo de oxigênio é maior que em temperaturas baixas, mas, em qualquer temperatura, a tomada de oxigênio é relacionada de maneira linear com o oxigênio disponível.

Schmidt-Nielsen (2002) Mostra que dentro dos limites de variação de temperatura que um animal suporta a taxa de consumo de oxigênio freqüentemente aumenta de modo constante e regular com a elevação da temperatura, sendo que em geral um aumento de 10°C provoca um aumento de 2 a 3 vezes na taxa de consumo de oxigênio. Sendo assim, de acordo com Vernberg, (1983), se pode concluir que a temperatura e a salinidade são consideradas os principais fatores abióticos que influenciam o consumo de oxigênio em animais aquáticos.

Em relação ao cultivo de lagostas, a alta concentração de oxigênio é necessária principalmente à noite quando essas estão se alimentando. Uma vigorosa aeração e uma entrada e saída contínua de água são necessários para aumentar a quantidade de oxigênio (LOURENÇO, 2006). À baixa quantidade de oxigênio dissolvido pode-se observar mortalidade de lagostas no processo da muda (IGARASHI, 2007).

3.8.4 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH fornece indícios sobre a qualidade hídrica, o tipo de solo por onde a água percorreu e indica a acidez ou a alcalinidade da solução (MATHEUS *et al.*, 1995).

A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido aos seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies” (PIVELI; KATO, 1998).

O pH pode ser considerado como uma das variáveis ambientais mais importantes, ao mesmo tempo que uma das mais difíceis de se interpretar. Esta complexidade na interpretação dos valores de pH se deve ao grande número de fatores que podem influenciá-lo (ESTEVEZ, 1998). Um dos fatores que pode afetar as condições fisiológicas dos juvenis de crustáceos é a diferença no pH da água do cultivo. O potencial hidrogeniônico é um importante parâmetro nos ambientes aquáticos, sendo que a sua relação com os animais está diretamente ligada com efeitos sobre o metabolismo e os processos fisiológicos (ROCHA; MAIA, 1998).

O pH ideal para muitas espécies utilizadas na aquicultura está entre 6.0 e 8.5. Indicadores mais baixo do pH pode resultar na diminuição do crescimento, da sobrevivência e predispõe a espécie cultivada à manifestações de enfermidades. Breves oscilações diárias do pH para valores acima de 8.5 são comuns em viveiros de aquicultura e, aparentemente, não prejudica as espécies cultivadas. Entretanto uma longa exposição em valores de pH igual ou acima de 9.0 possui efeitos similares àqueles considerados nocivos para a aquicultura. Os pontos ácido e básico de morte se encontram abaixo de pH 4.0 e acima de pH 10, respectivamente (Boyd, 2013).

Em se tratando do cultivo específico de lagostas, Igarashi (2007) afirma que um dos fatores que afetam as condições fisiológicas dos juvenis pode ser a diferença no pH da água do cultivo. Embora o pH ótimo para juvenis de *P. argus* seja pouco estudado, parece que o pH de águas oceânicas é o apropriado para o cultivo de juvenis. Nos experimentos realizados com as lagostas *P. argus* no Brasil, observou-se a variação de pH 7,80 a 8,29, embora possa sugerir-se pH entre 8 e 8, 4.

3.8.5 Luz

De acordo com Odum (1975), a luz é considerada um dos três fatores mais importantes no ambiente marinho.

A quantidade de tempo que um animal fica exposto à luz diariamente é chamado de fotoperíodo, e na natureza ele é considerado um dos fatores ambientais que apresenta maior influência no ritmo dos animais, influenciando desde parâmetros biológicos, afetando diretamente no comportamento animal e proporcionando bem estar às espécies.

Inúmeros fatores abióticos oscilam sazonalmente, dos quais fotoperíodo e temperatura têm sido identificados como parâmetros chave. Capparelli (2010), citando diversos autores afirma que alguns estudos sugerem que alterações na duração do dia influenciam a gametogênese de invertebrados marinhos podendo acelerar o ciclo de desenvolvimento ovariano em dias longos e retardá-lo em dias curtos, como observado na lagosta *Orconectes virulus*. De acordo com Odum (1975), o fotoperíodo é o regulador do tempo e o disparador que liga uma seqüência fisiológica que leva à muda, deposição de gordura, migração e até mesmo a reprodução.

A intensidade da luz e a cor do ambiente podem afetar a detecção dos alimentos, a taxa de conversão alimentar, bem como no sucesso da alimentação dos organismos cultivados PAPOUTSOGLU *et al.*, 2000; ROTLLANT *et al.*, 2005; HENNE; WATANABE, 2003).

De acordo com Schütz *et al.* (2008) a luminosidade é um fator também importante para o processo de larvicultura a alevinagem para várias espécies, estando relacionada com a localização, captura e ingestão de presas pelas larvas. Longos períodos de luz costumam melhorar o desenvolvimento das larvas aparentemente devido ao efeito sinérgico que existe entre a disponibilidade de alimento e o comprimento do dia. No entanto o autor cita que um por outro lado a presença de luz contribui para o aumento do canibalismo, uma vez que propicia melhor visualização da presa pelo predador.

As lagostas exercem suas funções biológicas e fisiológicas no período noturno, como alimentação e muda. A manutenção do fotoperíodo e a intensidade de luz são essenciais para um ótimo crescimento (SANTOS 2010). Jernakoff (1987) investigou os padrões de forrageamento de lagosta ocidental juvenil *Panulirus cygnus*. O autor acompanhou as lagostas com marcas eletromagnéticas por 3 semanas e concluiu que a maior atividade de forrageamento começa em resposta a mudanças nos níveis de luz associados a anoitecer e não por variações diurnas na temperatura da água ou correntes. Da mesma forma, lagostas retornam do forrageamento em torno do amanhecer, quando os níveis de luz começam a aumentar, ele ainda afirma que quando acompanhado o comportamento entre machos e fêmeas os machos pareciam ser mais ativos do que as fêmeas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Instalações e Material

O estudo foi conduzido no Centro de Estudos em Aquicultura Costeira (CEAC). De acordo com informações extraídas do site da própria instituição, o CEAC é uma estação avançada de pesquisa do Instituto de Ciências do Mar (Labomar/UFC), que nasceu como resultado de uma parceria público-privada entre a Universidade Federal do Ceará (UFC), a Fundação AlphaVille, a Prefeitura Municipal do Eusébio e a Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE). O centro abrange uma área de 4,4 ha e está localizado a 21 km da sede do Instituto de Ciências do Mar (Labomar), da Universidade Federal do Ceará (UFC). O CEAC está localizado às margens do estuário do Rio Pacoti, no município do Eusébio, Ceará; na latitude 3° 53'15" S e longitude 38°22'30" O, distante cerca de 20 km de Fortaleza, Ceará.

O experimento foi realizado no Laboratório de Comportamento de Animais Aquáticos (LCAAq), espaço laboratorial integrado, pertencente ao CEAC, voltado para estudos de comportamento de animais aquáticos (Figura 6), que se constituem em sua principal linha de pesquisa. As ações realizadas por este laboratório incluem as análises comportamentais, físicas, químicas e biológicas das espécies analisadas.

Figura 6 – Laboratório de Comportamento de Animais Aquáticos (LCAAq), espaço laboratorial integrado, pertencente ao CEAC.



Fonte: Google.

O espaço possui paredes de concreto, forro em PVC e bancadas laterais de concreto revestidas de azulejos. Apresenta dois ambientes de trabalho: uma sala onde as análises, físicas, químicas e biológicas são realizadas e outra sala onde é acompanhado o comportamento dos animais. Neste último, o ambiente constitui-se de um ambiente fechado, climatizado e com iluminação artificial (lâmpadas fluorescentes) que através de um temporizador digital, mantém as luzes a noite acesas e durante o dia apagadas, fornecendo assim um fotoperíodo de 12 horas de escuro e 12 horas de luz para as lagostas.

O ambiente possui 16 aquários de vidro de aproximadamente 100L de água do mar, a água utilizada no experimento foi proveniente do estuário do Rio Pacoti, em ponto distante cerca de 1,5 Km do afluente. Após a captação, a água passa pelo sistema de tratamento obedecendo às seguintes etapas: tanque de desinfecção, filtro de areia, filtro mecânico interligado a um sistema fechado de recirculação de água, aeração e filtração contínua.

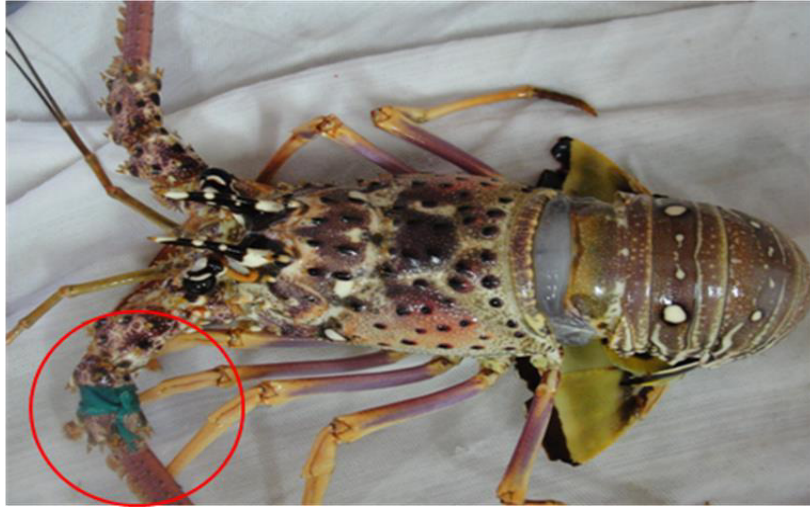
4.2 Caracterização do animal e local de aquisição dos indivíduos

As lagostas utilizadas no experimento foram da espécie *Panulirus argus*, em tamanho comercial, com peso médio de 506,07g e comprimento total médio de 23,94cm. A espécie caracteriza-se por possuir o exoesqueleto rígido com muito espinho sendo conhecida popularmente por "lagosta espinhosa". Os animais foram oriundos da Indústria Intercambio de Frios S.A. – INTERFRIOS, situada em Fortaleza/CE, e foram transportados vivos em caixas de isopor para o laboratório, onde foram pesados, e medidos quanto ao comprimento. Os indivíduos recém chegados inicialmente foram mantidos agrupados em tanques de 3000 litros, com aeração constante. Esta fase serviu para que os animais se recuperassem do estresse ocasionado durante a captura, deslocamento e desembarque, fase em que 95% das lagostas chegam vivas, e também, durante o transporte para o laboratório.

4.3 Delineamento Experimental

Dado início ao trabalho testando-se diferentes faixas de temperatura e salinidade, os animais foram retirados dos tanques de 3000 litros, separados em machos e fêmeas, marcados com fitas coloridas (Figura 7) para acompanhar o desenvolvimento do animal ao longo do experimento.

Figura 7 – Lagosta *Panulirus argus* com marcação verde na antena esquerda.



Fonte: Próprio autor

Após esse procedimento, os animais foram transferidos individualmente para aquários de vidro (0,4 m x 0,4 m x 0,75 m). Em cada aquário havia aproximadamente 100L de água do mar, interligado a um sistema fechado de recirculação de água, aeração e filtração biológica contínua. A oxigenação da água foi realizada por meio de pedras porosas ligadas a um compressor de ar.

4.3.1 Experimento piloto

Um experimento piloto foi feito para se testar o tempo ideal a fim de se garantir que a retirada da hemolinfa estava sendo feita num período em que a osmolalidade já estivesse estável em relação ao meio. No teste piloto, 12 lagostas foram transferidas abruptamente de um ambiente de 40‰ de salinidade e 28°C de temperatura para aquários de 100L, com salinidade de 30 ‰, separadamente nas temperaturas de 22 e 28°C por um período de 6 horas. A cada meia hora o animal era retirado do ambiente de estresse e era feito a retirada da hemolinfa para a leitura da osmolalidade da mesma.

4.3.2 Etapas













O experimento foi realizado em duas etapas, tendo como base cada uma das temperaturas estabelecidas, respectivamente 22°C e 28°C.

Efeitos combinados das temperaturas com diferentes salinidades (15‰, 20‰, 25‰, 30‰, 35‰, 40‰) foram testados, com um total de quatro repetições para cada salinidade testada (Figura 8). A temperatura mais baixa (22°C) foi alcançada através de um Chiller Resun Cl-280, enquanto a temperatura ambiente (28°C) foi mantida apenas desligando o ar condicionado.

As temperaturas foram monitoradas diariamente e quando necessário eram feitos ajustes.

As salinidades mais baixas do que eram capturada pelo sistema de abastecimento de água salgada (abaixo de 40‰), foi obtida por diluição da água do mar com água doce e no decorrer do experimento, também foram monitoradas diariamente com um refratômetro e quando necessário, ajustadas.

Figura 8 – Primeira e segunda etapa - efeito combinado de temperatura e salinidade.

1ª ETAPA		2ª ETAPA	
TEMPERATURA DE 22°C		TEMPERATURA DE 28°C	
 salinidade de 40‰		 salinidade de 40‰	
 salinidade de 35‰		 salinidade de 35‰	
 salinidade de 30‰		 salinidade de 30‰	
 salinidade de 25‰		 salinidade de 25‰	
 salinidade de 20‰		 salinidade de 20‰	
 salinidade de 15‰		 salinidade de 15‰	

Os animais foram mantidos em jejum e transferidos de forma abrupta para as salinidades experimentais conforme metodologia descrita por Batista (2010). Três lagostas por aquário ficaram completamente submersas, onde nos dois primeiros aquários ficaram seis fêmeas e nos dois últimos seis machos sendo os animais expostos a salinidade experimental por um período de 3 horas. A escolha pelo tempo de 3 horas foi possível após determinação da estabilidade da osmolalidade da hemolinfa a partir do experimento piloto.

Transcorridos 30 minutos e após 3 horas, as lagostas foram retiradas dos aquários que tinham as temperaturas e salinidades estabelecidas para a coleta da hemolinfa, para análise da osmolalidade que foi efetuada num osmômetro crioscópico OSMOMAT 030 (Figura 9).

Figura 9 – Osmômetro crioscópico OSMOMAT 030



Fonte: Próprio autor

Várias amostras de hemolinfa das lagostas foram extraídas com seringas de insulina descartáveis, devidamente identificadas de acordo com o animal que era coletado, com o intuito de se evitar uma possível contaminação cruzada. A agulha era então introduzida na primeira articulação de um dos pleópodes (Figura 10) do animal, com procedimento rápido para evitar a coagulação da hemolinfa, o que poderia interferir nos resultados.

Uma amostra de hemolinfa da lagosta era então retirada, e colocada em uma placa com diversos "poços" e após esse procedimento, com a ajuda de uma pipeta automática um volume de 40 µL de hemolinfa foi transferido para um microtubo do tipo "Eppendorfe" colocado no aparelho (osmômetro) para a leitura da osmolalidade.

Figura 10 – Extração de hemolinfa feita em uma lagosta da espécie *Panulirus argus* em condições controladas de laboratório.



Fonte: Próprio autor

4.4 Leitura da osmolalidade da hemolinfa da lagosta e da água

A osmolalidade da hemolinfa das lagostas e da água sob as condições de salinidade e temperatura estabelecidas foi medida por depressão do ponto de congelamento em osmômetro (Osmomat 030®®, Gonotec GmbH, Berlim, Alemanha), com a utilização de 40 μ L de cada amostra não diluída e dispostas em eppendorfs de 0,5 mL. Antes da leitura, o osmômetro era calibrado pelo método de comparação com soluções padrão que veio junto com o próprio aparelho.

4.5 Parâmetros abióticos da água

A temperatura mais baixa (22°C) foi alcançada através de um Chiller Resun CI-280 enquanto a temperatura ambiente (28°C) foi mantida apenas desligando o ar condicionado local. As temperaturas foram monitoradas diariamente e quando necessário eram feitos ajustes.

Os parâmetros físico-químicos de qualidade da água (salinidade, pH, oxigênio dissolvido e temperatura) em cada aquário de cultivo foram monitorados diariamente às 9 horas.

A salinidade da água foi determinada com um refratômetro com calibração automática para temperatura (modelo RTS-101ATC, Instrutherm Instrumentos de Medição

Ltda, São Paulo, SP) enquanto um pHmetro portátil (PHTEK pH-100, marca SAMMAR, Burrows, Fortaleza, CE) foi utilizado para determinar o pH. Um oxímetro digital (YSI 550A DO Instrument, YSI Incorporated, Yellow Springs, EUA) foi empregado para determinar o oxigênio dissolvido da água.

De acordo com as variações dos parâmetros físico-químicos, a água foi trocada periodicamente num percentual de 10 - 20% do total. A água dos aquários onde as lagostas eram mantidas era então sifonada, sendo retiradas ainda as sobras de alimentos não consumidos e também os metabólitos excretados pelos animais.

Durante o experimento, as lagostas foram alimentadas diariamente com o vôngole, *Anomalocardia brasiliiana*, molusco bivalve marinho, duas vezes ao dia, às 10 e 16 horas (Figura 11)

Figura 11 – Molusco bivalve marinho utilizado na alimentação das lagostas *Panulirus argus*



Fonte: Próprio autor

4.6 Análises estatísticas

A análise dos dados foi feita com o apoio do software SPSS versão 17, com módulos de estatística descritiva e ANOVA.

Inicialmente foram avaliados o número de observações, a média dos valores, valor mínimo, máximo, desvio padrão, variância, coeficiente de variação, amplitude, simetria e curtose.

Todos os dados foram submetidos a uma estatística básica para verificar se havia normalidade na distribuição dos dados coletados. Desse modo foi utilizado o seguinte teste de hipótese, conforme Santos (2006).

Ho: seguem distribuição normal

Ha: não seguem distribuição normal.

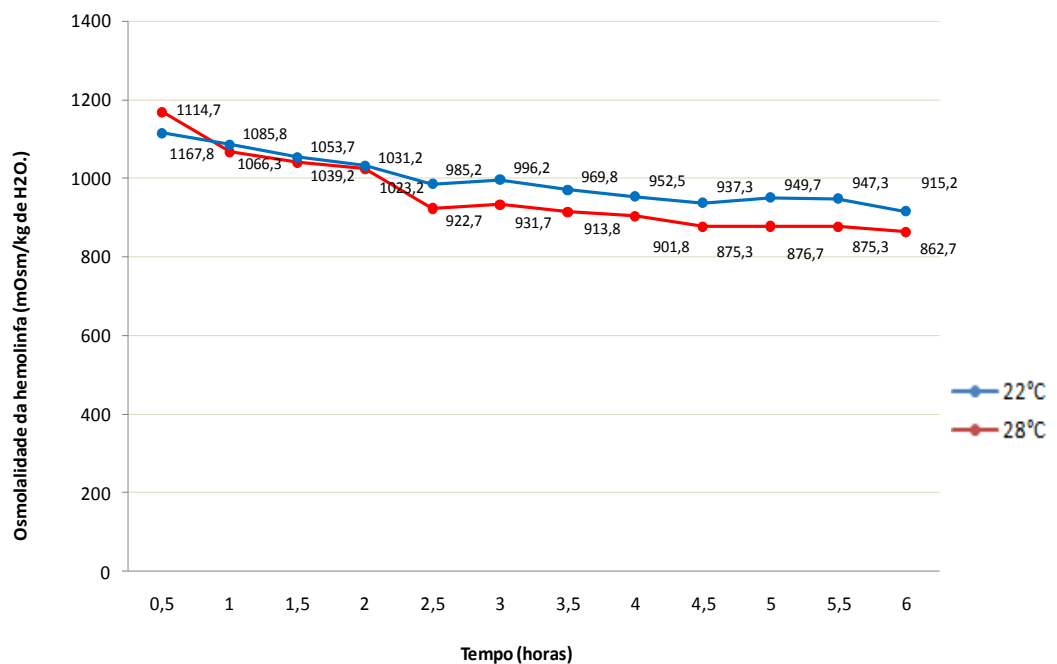
O teste não-paramétrico de Kolmogorov-Smirnov foi realizado com intuito de se verificar a hipótese nula de que as variâncias dos grupos são iguais. Se o teste é significativo (Sig < 0,05) confirmando a possibilidade da aplicação da ANOVA. Dessa forma, como houve normalidade entre os dados foi realizado o teste F, através da análise de variância (ANOVA), para verificar a diferença significativa entre as médias. No entanto, para (MENDES, 1999), só a ANOVA não identifica quais dos tratamentos apresentaram diferença estatística entre si, recorrendo-se dessa maneira ao teste de Tukey (HSD), o qual compara dois valores entre si, sob a condição *sine qua non* de que F seja estatisticamente significativa (LOURENÇO, 2006). De acordo com este teste, uma diferença é estatisticamente significativa, para um dado nível de significância alfa, se esta for igual ou maior do que o valor de HSD.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Teste piloto

A Figura 12 mostra as médias da osmolalidade da hemolinfa da lagosta *Panulirus argus* quando o animal foi submetido abruptamente de uma salinidade de 40‰ para uma salinidade de 30‰ por um período experimental contínuo de 6 horas. Quando expostos a salinidade de 30 ‰ os animais apresentaram uma redução da osmolalidade a partir de 2,5 horas de permanência no meio, com diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) quando comparados com as primeiras horas de exposição do animal ao estresse. Analisando os resultados a partir de 2,5 horas as análises experimentais não demonstraram diferença significativa, para as duas temperaturas testadas ($p > 0,05$). A partir daí, ficou decidido, para fins de medição, que o tempo de exposição do animal a salinidade e temperatura seriam de 3 horas, período no qual a osmolalidade já se encontrava estável em relação ao tempo de coleta da hemolinfa.

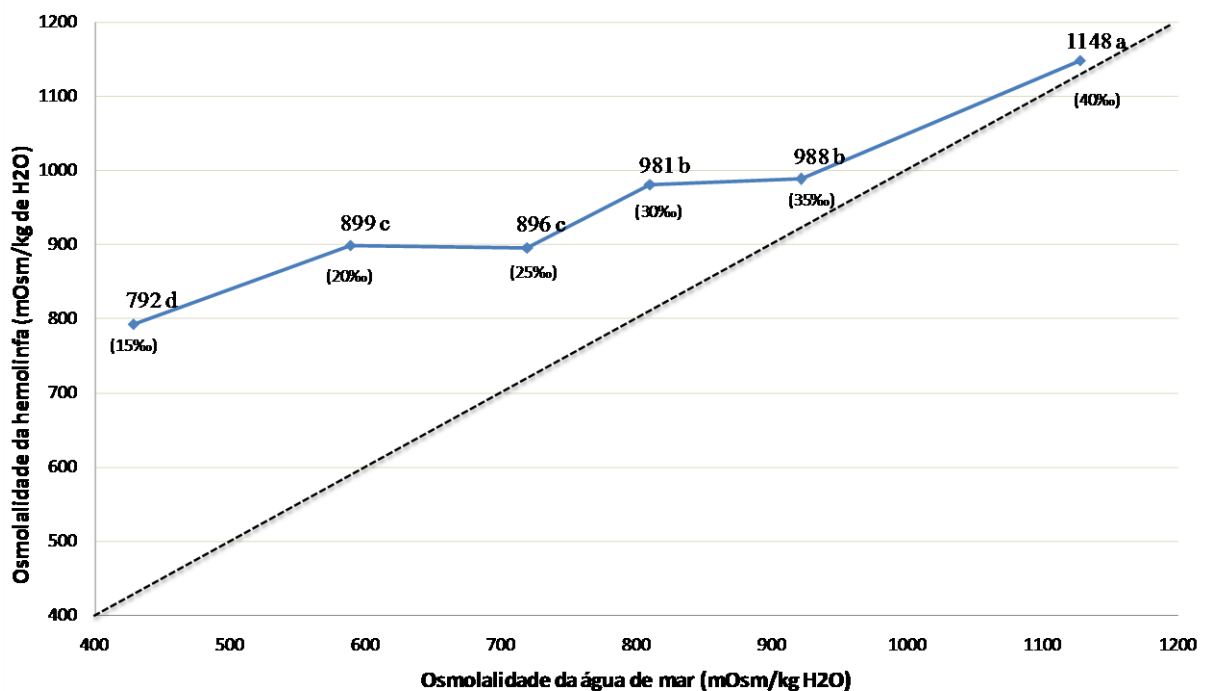
Figura 12 – Médias da osmolalidade da lagosta *Panulirus argus* submetida à salinidade 30‰ nas temperaturas de 22 e 28°C em função da variação do tempo.



5.2 Osmolalidade da hemolinfa

A osmolalidade da hemolinfa da lagosta *Panulirus argus* apresentou diferenças significativa ($p < 0,05$), nos tratamentos com salinidade de 20, 30 e 40‰, quando avaliada com a temperatura de 22°C, já para as salinidades de 30 e 35 ‰, e 20 e 25 ‰ não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) para essa mesma temperatura testada (Figura 13). Deve-se ressaltar que as lagostas submetidas à salinidade de 15‰ ficaram muito estressadas e apresentaram 100% de mortalidade nas duas temperaturas testadas, assim as medições de osmolalidade foram prejudicadas.

Figura 13 – Médias da osmolalidade da hemolinfa das lagostas *Panulirus argus* mantidas por 3 horas nas águas experimentais de salinidade 20, 25, 30, 35 e 40‰ e temperaturas de 22°C. N = 24 para cada salinidade experimental.



^{a,b,c,d} Médias seguidas de mesmas letras minúscula em cada osmolaridade avaliada não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$). A linha diagonal pontilhada representa a linha isosmótica.

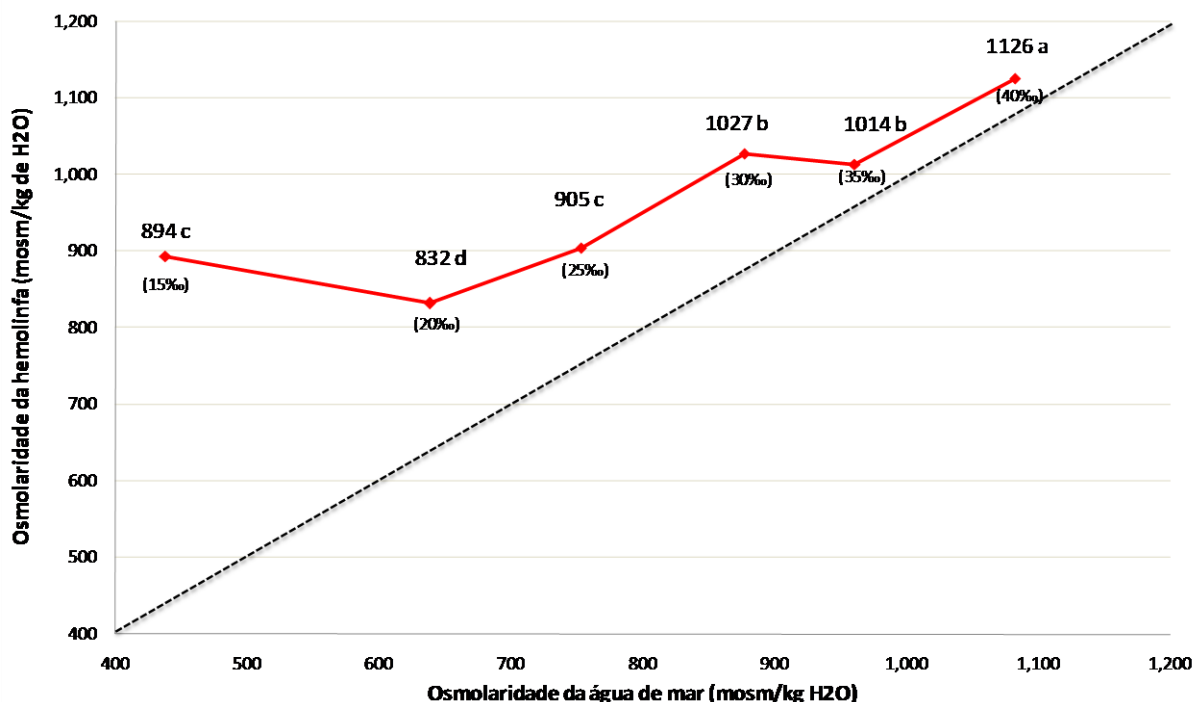
De acordo com a Figura 13, é possível verificar que provavelmente o valor isosmótico (ISO) para esta espécie, ou seja, o valor em que concentração da osmolalidade do meio mais se aproxima da osmolalidade da hemolinfa, foi estimado com valores da osmolalidade da hemolinfa próximo a 1148, 041 ± 19, 623 mOsm/kg, pois esse valor é o que mais se aproximou da linha isosmótica quando os animais foram expostos a temperatura de

22°C. Em meio de baixas salinidades, as médias da osmolalidade da hemolinfa foram menores, encontrando-se valores de média igual a 899, 041 ± 55, 578 mOsm/kg em salinidades de 20 ‰ para a temperatura de 22°C.

Embora a Figura 13 represente a média da osmolalidade da hemolinfa igual a 792 mOsm/kg para animais submetidos a 15‰, esse dado não foi considerado confiável tendo em vista que nessa condição houve 100% de mortalidade, e a hemolinfa foi retirada mesmo de animais mortos, após 3 horas de exposição para essa salinidade.

Já para as lagostas que foram submetidas às mesmas variações de salinidade, mas com temperatura ambiental de 28°C, a osmolalidade da hemolinfa apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$), nos tratamentos com salinidade de 25, 30, 35 e 40‰, já para as salinidades de 30 e 35 ‰, não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) para essa mesma temperatura testada (Figura 14).

Figuras 14 – Médias da osmolalidade da hemolinfa das lagostas *Panulirus argus* mantidas por 3 horas nas águas experimentais de salinidade 20, 25, 30, 35 e 40 ‰ e temperaturas de 28°C. N = 24 para cada salinidade experimental



^{a,b,c,d}Médias seguidas de mesmas letras minúscula em cada osmolaridade avaliada não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$). A linha diagonal pontilhada representa a linha isosmótica.

Provavelmente o valor isosmótico (ISO) para esta espécie, de acordo com a figura 14, quando ela foi submetida à temperatura mais elevada foi de 1126,50 ± 24,939 mOsm/kg, pois esse valor foi o que mais se aproximou da linha isosmótica, com valor médio da

osmolalidade da água igual a 1081,83 mOsm/kg, que corresponde a salinidade de 40‰ para a temperatura de 28°C.

A análise estatística dos testes de médias realizados com as duas temperaturas testadas demonstra que em ambos os períodos as médias da osmolalidade quando avaliado o ponto isosmótico nas duas temperaturas testadas não apresentaram diferença significativa a 5 % de significância.

Os dois gráficos mostraram redução da osmolalidade da hemolinfa quando os animais foram expostos a salinidades mais baixas. Para essa última condição, ou seja, na temperatura de 28°C, a média da osmolalidade a 20 ‰, foi de $832 \pm 43,951$ mOsm/kg.

Randall *et al.* (2011), cita que vários íons são mantidos em concentrações diferentes daquelas encontradas no ambiente, pois muito frequentemente as concentrações internas diferem bastante daquelas encontradas no meio externo. Sendo assim Freire (2003), relata que a maioria dos crustáceos marinhos, são osmoconformadores e por isso morrem em poucas horas quando em águas muito diluídas. Esse fato foi comprovado nesse trabalho com, que as lagostas quando foram submetidas à salinidade de 15‰ para as duas temperaturas testadas apresentaram 100% de mortalidade após 3 horas de exposição. Ambientes que não apresentam condições ideais de conforto são agressivos a longo ou em curto prazo. Guyton e Hall (2002), afirmam que os animais têm vários sistemas funcionais, os quais controlam a temperatura corporal, o estado nutricional, as interações sociais e outros. Broom e Molento (2004) mostram que, em conjunto, estes sistemas funcionais permitem que o indivíduo controle suas interações com o seu meio ambiente e, desta forma, mantenham cada aspecto de seu estado dentro de uma variação tolerável.

Brett (1979) considerou que a temperatura era o modificador do principal fluxo de energia, enquanto a salinidade é um encargo adicional para as necessidades metabólicas animal. Sendo assim, a temperatura e salinidade são consideradas os fatores ambientais mais importantes que influenciam na vida dos organismos aquáticos, ressaltando que os efeitos biológicos associados a estas duas variáveis são complexos.

A osmorregulação de muitas espécies do Subfilo Crustácea, na sua vasta maioria representantes da Ordem Decápoda, tem sido amplamente estudada e revisada (Kirschner 1979; Pequeux 1995; Charmantier 2000, 2001; Morris 2001; Freire et al. 2003, 2008; Augusto et al 2007; Kessler, 2009; Cogo, 2007; Souza, 2010; Wang et al, 2012). No entanto, após vasta pesquisa não foram encontrados dados publicados sobre esse processo em lagostas *Panulirus argus* até o presente momento. Pequeux (1995) mostra que os trabalhos realizados com caranguejos marinhos conformadores (ex: *Maja sp* e *Cancer pagurus*), em lagostins

dulcícolas (ex: *Astacus fluviatilis*) e nas espécies eurialinas *Carcinus maenas*, *Callinectes sapidus* e *Eriocheir sinensis* permitiram o conhecimento da maioria dos mecanismos de regulação osmótica e iônica nestas espécies, generalizáveis para outros decápodes.

Charmantier et al.(2001), na sua revisão sobre lagostas Homarid, também mostra que o nível de osmorregulação é avaliado através da diferença entre a osmolaridade da hemolinfa e a osmolaridade do meio e que esse nível é afetado de forma negativa através do abaixamento da temperatura (2°C). A lagosta japonês *Panulirus japonicus* tolera exposição por 24 h para osmolaridades que vão 760-1240 mOsm/L a 20 ° C.

Já Lopes (2014), trabalhando com caranguejos da espécie *Neohelice granulata* encontrou valores similares a desse trabalho quando os animais forma expostos a salinidade de 20‰. Com os animais aclimatados o autor encontrou média de osmolalidade de 719 mOsm/kg.

Chen *et al.* (1995) trabalhando com juvenis de crustáceos da espécie *Fenneropenaeus chinensis*, estudaram a sobrevivência, crescimento e osmolalidade da hemolinfa do animal quando os mesmos também foram expostos a variações de salinidade e temperatura concluindo que a osmolalidade da hemolinfa aumenta com o aumento da salinidade, fato também comprovado por esse trabalho feito com *Panulirus argus*, e diminuiu com o aumento da temperatura. Os autores viram que a sobrevivência dos camarões foi a mais baixa em 10 ppt e 12°C e que o crescimento do camarão aumentou com o aumento da temperatura no intervalo de 12-24 °C, com nenhuma diferença significativa entre os quatro níveis de salinidade a 18, 24 e 30 °C.

Já com os dados obtidos com a realização do trabalho realizado com *Panulirus argus*, quando comparado as variação das médias da osmolalidade da hemolinfa com salinidade constante, para as duas temperaturas testadas, foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) para a osmolalidade de animais expostos a salinidade de 20 e 30‰ conforme dados mostrados Tabela 1.

Tabela 1 – Médias e desvios-padrão das osmolalidade da hemolinfa e da água de cultivo das lagostas *Panulirus argus* mantidas por 3 horas nas águas experimentais de salinidade 20, 25, 30, 35 e 40 ‰ com temperaturas de 28°C e 22°C. N = 24 para cada salinidade experimental

TRATAMENTOS	OSMOLALIDADE HEMOLINFA		OSMOLALIDADE DA ÁGUA	
	Salinidade (‰)	mOsm/Kg	mOsm/Kg	
28°C	40	1.126,500 ± 24939 ^a	1.081,833 ± 57,800 ^a	
	35	1.014,166 ± 27790 ^{b,c}	960,25 ± 16,392 ^b	
	30	1.027,875 ± 45082 ^c	876,916 ± 11,037 ^c	
	25	905,000 ± 53176 ^d	752,583 ± 2,462 ^d	
	20	832,333 ± 43951 ^f	638,583 ± 43,951 ^e	
22°C	40	1.148,041 ± 19,623 ^a	1.127,500 ± 10,790 ^f	
	35	988,375 ± 32,677 ^b	921,416 ± 8,632 ^g	
	30	980,666 ± 28,642 ^b	865,625 ± 57,481 ^c	
	25	895,958 ± 29,933 ^d	809,833 ± 6,140 ^h	
	20	899,041 ± 55,578 ^d	588,416 ± 25,165 ⁱ	

^{a,b,c,d,e} Médias seguidas de mesmas letras minúscula nas colunas em cada osmolalidade avaliada não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p<5%).

De acordo com a Tabela 1 na temperatura de 22°C a média da osmolalidade das lagostas após 3 horas de exposição à salinidade de 30‰ foi de 980,666 ± 28,642 mOsm/kg e na temperatura de 28°C foi de 1027,875 ± 45,082 mOsm/kg, já para a salinidade de 20‰ a média da osmolalidade da hemolinfa foi de 899,041 ± 55,578 mOsm/kg na temperatura de 22°C e 832,333 ± 43,951 mOsm/kg para a temperatura de 28°C. Embora as duas médias de osmolalidade estejam distantes da linha isosmótica, conforme Figuras 13 e 14, em termos de conforto nas duas temperaturas estudadas a média da osmolalidade da hemolinfa dos animais submetidos a salinidade de 20‰ na temperatura de 22°C está mais alta, ou seja, para essa salinidade a temperatura de 22°C foi a que aparentemente trouxe menos prejuízo aos crustáceos.

Em termos de bem-estar animal de acordo com Hurnik (1992), essa condição de conforto é o "estado de harmonia entre o animal e seu ambiente, caracterizado por condições físicas e fisiológicas ótimas e alta qualidade de vida do animal". No presente trabalho, quando as lagostas foram expostas às salinidades de 20 e 25‰ foi possível perceber que os animais se apresentaram mais lentos e sem resistência, nas duas temperaturas testadas, com a formação de uma espessa camada entre o cefalotórax e o abdômen após as 3 primeiras horas de exposição (FIGURA 15). Ao colocar abruptamente a lagosta em salinidades mais baixas a

primeira reação do animal é a absorção de água para diluir os compostos solúveis que estão no líquido intra-celular responsáveis pela osmorregulação.

Figura 15 – Lagosta *Panulirus argus* submetida a salinidades mais baixas nas temperaturas de 22 e 28°C



Fonte: Próprio autor

Esse fato pode estar relacionado com a diferença de concentração entre o meio interno e o meio externo o qual o animal foi exposto. Santos (2010) afirma que o ambiente com diluição da salinidade permite que o fluido do animal torna-se mais concentrado que o meio, causando entrada de água no corpo ou saída de íons. Para Pereira (2012) e colaboradores as células, quando são expostas a um meio aquoso hipotônico, absorvem água e tornam-se túrgidas. Caso não sejam revestidas por uma parede celulósica, a absorção prossegue até que a célula se rompa (lise celular), liberando seu conteúdo no meio externo. Para o experimento em questão, quando as lagostas foram expostas as salinidades diluídas esse fato foi facilmente observado com o passar do tempo. Esse fenômeno é enfrentado também por lagosta de água doce da espécie *C. quadricarinatus*, que de acordo com McMahon (2002) possuem uma hemolinfa hiperosmótica em relação ao meio externo devendo enfrentar perdas de íons e ganho de água por difusão. Silva (2006) explica que na maioria das espécies de animais eucarióticas, os fluidos intra e extracelulares são mantidos próximos da condição isosmóticas. Os mecanismos implicados neste processo foram denominados como mecanismos de “regulação isosmótica intracelular” e trabalham para manter o equilíbrio osmótico apesar da presença de solutos aniônicos não-difusíveis no interior das células; estas partículas geram uma pressão osmótica a qual, de outra forma, iria

induzir o inchaço e a lise das células de animais por possuírem membranas facilmente distensíveis. Péqueux (1995), mostra o comportamento osmorregulatório dos caranguejos *Maja sp* e *Cancer pagurus* que ao serem transferidos abruptamente da água do mar para água diluída também ganham água e perdem íons inorgânicos e a morte ocorre em poucas horas, mesmo que o meio tenha sofrido poucas mudanças (5% a 10% de diluição). Esse fato está também de acordo com os resultados encontrados com a colocação abrupta dos animais na salinidade de 15‰, onde a osmolalidade da água do mar foi de 438,00 mOsm /kg para a temperatura de 28°C e 428,16 mOsm /kg para a temperatura de 22°C e nessas condições todos os animais morreram antes de completarem 3 horas de exposição.

Nesse trabalho foi possível verificar também que quando os animais foram devolvidos a meios com salinidades mais concentradas houve o desaparecimento dessa camada, esse fato provavelmente indique que o animal ao ser transferido para a salinidade mais elevadas apresentem fisiologicamente condições de conforto em relação ao meio externo.

Já no ambiente natural, Fontelle – Filho (1986), chama a atenção para a ocorrência de condições ambientais favoráveis, principalmente na fase de eclosão e pós larvas das lagostas, pois o efeito da salinidade pode ser avaliado indiretamente através do regime de chuvas com efeito negativo de uma redução na sobrevivência de larvas, pós larvas e jovens que habitam regiões costeiras que estão mais sujeitas a influencia de descarga fluvial. Sendo assim Mota Alves e Mota (1981) afirmam que com alta pluviosidade poderia ocorrer uma redução da salinidade a níveis inferiores a de 20‰, valor considerado letal para as lagostas. De acordo com Soriano-Sierra *et al.*(1986) ,os teores de salinidade na água intersticial (30 cm de profundidade) são mais elevados do que na água de superfície, aumentando à medida que se afasta dos rios e canais.

De acordo com Costa e Pinto (2006), quando se trata do funcionamento biológico do animal, eles precisam manter suas funções orgânicas em equilíbrio, permanecendo livres de doenças, injúrias e sem sinais de má nutrição, além de não apresentar comportamentos e respostas fisiológicas consideradas anormais. Fraser e Broom (1990) ainda reforçam que o bem-estar está relacionado com conforto físico e mental, o conforto mental pode ser determinado como o estado que está associado à condição física do animal, tornando difícil saber o grau de satisfação do animal (contentamento) com seu ambiente. Contudo, a manifestação de certos comportamentos pode ser uma evidência do desconforto, inclusive mental. De acordo com Fraser *et al.* (1997) os animais deveriam sentir-se bem, ou seja, deveriam atingir seus interesses, os quais consistiriam basicamente em estar livres de sentir

medo e dor e em poder ter experiências prazerosas. Para esse trabalho, talvez o fato das lagostas pararem de comer e se mostrarem lentas e sem resistência ao manejo durante as condições ambientais com baixa salinidade e a formação dessa camada indicando a absorção de água para tentar voltar à condição de equilíbrio nas duas temperaturas testadas seja um indicativo da ausência de bem estar.

Diversos autores estudaram o efeito da temperatura e salinidade com capacidade osmorregulatória em espécies de grande importância comercial, como camarões, com o objetivo de estabelecer as condições ideais de cultivo especificamente estabelecer ponto isosmótico (BÜCKLE *et al*, 2006). Ainda de acordo com o mesmo autor trabalhos com camarões *L. vannamei*, mostraram que o ponto isosmótico expostos a salinidades constantes mudou em relação à temperatura. No entanto, para esse trabalho, os resultados encontrados quando as lagostas foram submetidas à variação de salinidade, mostraram que animais mantidos em ambientes com salinidades mais diluídas, nas duas temperaturas de cultivo apresentaram redução da osmolalidade da hemolinfa se distanciando assim do seu ponto de conforto mas não apresentou diferença significativa na salinidade considerada ideal para as temperaturas avaliadas.

Batista (2010) submeteu três espécies de caranguejo "chama-marés" a variação de salinidades. As espécies foram submetidas por 8 h a água de diferentes salinidades (0, 10, 20, 30 e 40‰). A osmolalidade e as concentrações dos íons cloreto e sódio na hemolinfa das três espécies foram reguladas, principalmente, entre as salinidades 10‰ e 30‰, mas tenderam a hipo-conformação em 40‰, e hiper-conformação em 0‰ (*U. maracoani* e *U. thayeri*). Os valores isosmóticos das três espécies foram os seguintes: 750 mOsm para *U. maracoani*, 657 mOsm para *U. thayeri* e 630 mOsm para *U. mordax*. Para o autor, esses valores foram coerentes com a distribuição das espécies ao longo do interior da Baía. Na sua discussão o autor chama a atenção para valores diferentes encontrado por outro pesquisador, Thurman (2005) que estudando uma população de *U. thayeri* ao sul da Flórida, encontrou um valor isosmótico relativamente alto para esta espécie (820 mOsm/kg), entretanto, sugeriu sua preferência por águas de salinidade baixa ou moderada, entre 0 e 20‰. Já Bückle *et al.* (2006), trabalhando com camarões da espécie *Litopenaeus vannamei* avaliou o efeito de quatro temperaturas (20, 24, 28 e 32 ° C) e seis salinidades (10, 16, 22, 28, 34 e 40 ‰). Encontrando pontos isosmóticos para 20, 24, 28, e 32 ° C de 754, 711, 822, e 763 mmol/kg, respectivamente. Apesar de essa espécie ser considerada uma reguladora típica, os autores provaram que esta espécie hiperregula entre as salinidades de 10 e 20‰ e hiporregula entre 20

e 40‰. O ponto isosmótico em *L. vannamei* expostos a salinidade constantes mudaram em relação à temperatura 717-823 mmol/kg.

Outros autores como Castilea e Lawrence (1981) também trabalhando com crustáceos reguladores *L. vannamei* relataram que a 23°C o ponto isosmótico foi de 718 mOsm kg⁻¹ e Diaz *et al.* (2001) mencionam que os juvenis quando expostos a estresse osmótico em diferentes temperaturas experimentam menos estresse em salinidades próximas ao ponto isosmótico. Já Seixas Filho *et al.* (2003) avaliaram a resistência de girinos de rã-touro, *Rana catesbeiana*, nos níveis de salinidade de 0‰ (água doce), 3‰ e 5‰, utilizando como parâmetro zootécnico o ganho de peso e comprimento dos animais. Os autores constataram que a tolerância máxima era para 5‰, pois a partir desse nível os animais médios morriam em poucas horas e os pequenos em minutos. Martins (2008) avaliou o estresse osmótico em caranguejo *Neohelice granulata*, o autor afirma que no ambiente estuarino, a salinidade pode variar de 0,22‰ a 34‰, implicando em mudanças comportamentais e fisiológicas neste animal. Já Santos *et al.* (2009) com o objetivo de avaliar o desenvolvimento de pós-larvas de *Litopenaeus vannamei* cultivados em diferentes salinidades em um delineamento inteiramente casualizado, cinco tratamentos (35‰, 30‰, 20‰, 10‰ e 0‰) com quatro repetições cada mostraram pós-larvas de *L. vannamei* apresentam taxas similares de crescimento e sobrevivência quando cultivadas em diferentes salinidades. Signoret-Poillon e Soto (1997) estudaram o comportamento osmorregulador de *. tenellum* e *M. acanthurus* a diferentes salinidades encontrando um ponto isosmótico de 640 mmol kg⁻¹, os autores ainda afirmam que em maiores salinidades o indivíduo se transforma num hipoconformador.

Mantel e Farmer (1983) em seu livro sobre osmolaridade e regulação iônica mostram que lagostas Nephropidae e lagostas espinhosas, Palinuridae não são osmorreguladoras eficientes, em contrastes com camarões que são hiperosmóticos em água do mar. Para os autores, as lagostas são isosmóticas em água do mar, onde *Panulirus longipes* podem ser aclimatados em água entre 750 e 1250 mOsm/kg. Já para as lagostas *Panulirus argus*, de acordo com os dados encontrados nessa pesquisa, se os animais forem expostos a osmolalidade de água do mar abaixo de 800 mOsm/kg por um período contínuo de 3 horas, elas morrem. As lagostas americanas, *Homarus americanus*, são hiperosmóticas em salinidades abaixo da água do mar (DALL, 1974).

De acordo com Charmantier *et al.* (2001), a capacidade osmorregulatória das lagostas varia com o desenvolvimento, os autores mostram que lagostas juvenis podem experimentar mudanças osmóticas devido à água doce da primavera, e esses eventos podem conduzir à morte. Ainda em relação ao estresse osmótico em função das alterações no

ambiente, Steven (1994) constatou que durante os períodos de escoamento de água doce substancial, lagostas da espécie *Homarus americanus* que habitam estuários, são expostas durante vários dias ou semanas a água do mar que é tão baixo como diluídas a 10 ppt. Para avaliar o estresse fisiológico imposto por estas condições, os autores mediram consumo de oxigênio, frequência cardíaca, taxa de ventilação e osmolaridade da hemolinfa de lagostas expondo-as, por períodos de 24 horas, a água do mar, de 20, 15 e 10 ppt. Medidas da osmolaridade da hemolinfa demonstraram que salinidades abaixo de 20 ppt as lagostas são osmorreguladores limitados, permitindo que a osmolaridade da hemolinfa caísse quando a salinidade ambiental é reduzida, mas sempre se mantendo mais elevada do que a osmolaridade ambiente. Os dados encontrados no trabalho em questão estão de acordo com esse autor, pois à medida que a osmolalidade do ambiente era reduzida a osmolalidade da hemolinfa das lagostas *Panulirus argus* também diminuiu, independente da temperatura analisada, mas também sempre se manteve mais elevada que a osmolalidade da água do mar.

Os resultados também estão em conformidade com SPEES *et al.* (2002), que trabalhando com lagostas da espécie *Homarus americanus*, examinaram o efeito da salinidade na osmolaridade da hemolinfa, quando os animais foram expostos a água com 50, 100, ou 150% de água do mar por períodos de 0, 30, 60, e 120 minutos de exposição. Os autores comprovaram que a osmolaridade diferiram significativamente entre os animais em condições hipo ou condições hiper-osmóticos em todos os períodos analisados após o início das experiências. Como esperado, a osmolaridade de animais mantidos em 50% de água do mar, ou seja, mais diluídas, também diminuiu ao longo do tempo.

Na presente pesquisa, verificou-se que houve diferença significativa entre as médias de osmolalidade da hemolinfa 5% de significância entre os horários avaliados (Tabela 2). Conforme a Tabela 2, nota-se que houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre as médias de osmolalidade com os tempos de $\frac{1}{2}$ hora e de 3 horas para as duas temperaturas avaliadas. No entanto, quando comparado os valores das médias das osmolalidade entre as duas temperaturas avaliadas não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$), ou seja, os valores da osmolalidade da hemolinfa de animais retirados com meia hora tanto na temperatura de 22 e 28°C não diferiu significativamente, assim como as médias de osmolalidade de animais retirados com 3 horas de exposição às salinidades testadas também, para as duas temperaturas avaliadas, não diferiram.

Tabela 2 – Valores médios \pm desvios-padrão da osmolalidade da hemolinfa de lagosta *Panulirus argus*, retiradas em tempo de meia e 3 horas submetida a variações de temperatura e salinidade em condições controladas de laboratório.

	Tratamento Tempo(horas)	Osmolalidade da hemolinfa (mOsm/Kg)		
22°C	1/2 hora	1102.308	\pm	76.994 ^a
	3 horas	982.416	\pm	98.281 ^b
28°C	1/2 hora	1096.858	\pm	101.572 ^a
	3 horas	990.125	\pm	98.281 ^b

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas em cada tratamento não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$).

Resultados semelhantes foram encontrados por Christopher *et al.* (2001), que trabalhando com lagosta adultas da espécie *Homarus americanus*, analisaram a osmolaridade do sangue em função da variação da salinidade. Lagostas individuais ($n = 8$) foram colocadas em câmara experimental, e a salinidade foi reduzida de 31 a 18 ppt sobre 16 min a uma taxa de 1,5 ppt / min. A cada 2 minutos a lagosta era removida da camera e 0,3 ml de hemolinfa era retirado do animal para avaliação da osmolaridade. Os autores constataram que não houve diferença significativa entre a osmolaridade hemolinfa de animais controle e em animais experimentais após 10 min. No entanto, após 16 minutos houve uma ligeira, mas estatisticamente significativa, diferença.

Lucu *et al.* (2000), concluíram que lagostas da espécie *Palinurus Elephas*, são animais osmoconformadores e que as mesmas sobrevivem a transferência abrupta de água do mar com salinidade de 38 ppt, salinidade; 1291 mOsmol/L para salinidades mais extremas, ou seja em 20 ppt, 679 mOsmol/L. Nesse trabalho, quando as lagostas foram submetidas à salinidade de 20‰, foi possível constatar através do comportamento de mobilidade, que após as 3 horas de exposição, os animais se mostraram lentos e sem resistência ao manejo, com taxas de sobrevivência de 83,33%, quando foram expostos a temperatura de 28°C e taxa de 100% de sobrevivência quando foram expostos as mesma condições de salinidade mas com temperatura de 22°C.

De acordo com Lourenço (1998), um aumento na temperatura em um cultivo de lagosta irá proporcionar um aumento na sua atividade metabólica, fato comprovado nesse trabalho em relação às salinidades testadas com a temperatura de 28°C. No entanto os animais expostos a essa mesma temperatura, com salinidade de 20‰, se mostram lentos e sem

resistência ao manejo. Essa falta de resistência pode ser devido à exposição à salinidade de 20‰ e não devido à temperatura. Ainda de acordo com Lourenço (1998), através da experimentação também com lagostas *Panulirus argus* notou-se que animais submetidos às temperaturas de 26°C e 28°C apresentam uma atividade alimentar mais intensa, porém, os indivíduos cultivados em 24°C e 30°C apresentaram uma diminuição nessa atividade e para o autor essa diferença na atividade alimentar das lagostas em diferentes temperaturas está diretamente relacionado ao metabolismo do animal. Nesse trabalho, quando comparado o comportamento alimentar do animal em relação às duas temperaturas testadas, não foi possível verificar diferenças estatisticamente significativa.

Já Prymaczok (2012), trabalhando com aclimação térmica e salina de juvenil da lagosta *Cherax quadricarinatu*, provou que a taxa metabólica de animais aclimatados até 20°C não diferiram significativamente dos animais aclimatados a 27 °C.

Em se tratando de detecção de variação de salinidade em relação ao sexo da lagosta, Charmantier *et al.*(2001) avaliaram experimentalmente o comportamento fisiológico de lagostas da espécie *Homarus americanus*. Os autores testaram a capacidade de 30 lagostas (15 machos e 15 fêmeas) quanto à capacidade dos animais em perceber as alterações na salinidade. Para cada animal, a salinidade foi gradualmente reduzida a partir de um valor inicial de 32 ppt para menos de 20 ppt, a uma taxa de 1-2 ppt / min. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa de detecção em relação ao sexo do animal. Esse resultado está de acordo com os dados encontrados nessa pesquisa, que foi realizada com *Panulirus argus*, pois não houve diferença significativa entre as médias de osmolalidade da hemolinfa, à 5% de significância, entre as médias da osmolalidade dos machos e fêmeas nas duas temperaturas avaliadas (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios \pm desvios-padrões da osmolalidade da hemolinfa de machos e fêmea de lagosta *Panulirus argus*, submetida a variações de temperatura e salinidade em condições controladas de laboratório.

	Tatramento sexo	Osmolaridade da hemolinfa (mOsm/Kg)
22°C	Machos	973,300 \pm 104.834 ^a
	Fêmeas	991,533 \pm 91.231 ^a
28°C	Machos	986,683 \pm 113.727 ^a
	Fêmeas	975,666 \pm 107.184 ^a

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas em cada tratamento não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$).

Steven *et al* (1994), avaliaram as respostas comportamentais da lagosta americana quanto a redução de salinidade e verificaram que as lagostas preferiam passar através da salinidade elevada (20-25 ppt) em vez da salinidade entre 10 a 15 ppt. Os autores afirmam que embora não tenha sido estatisticamente significativa, as fêmeas pareciam ser mais sensíveis à salinidade ou mais aversiva, porque elas iniciavam movimentos em aversão a baixas salinidades com mais frequência que os machos.

Para os autores esse comportamento indica que lagostas adultas são capazes de detectar alterações na salinidade e que quando expostas a baixa salinidade elas tentam se deslocar para regiões de maior salinidade procurando o conforto salino e que as fêmeas parecem ser mais sensíveis a quedas de salinidade que os machos.

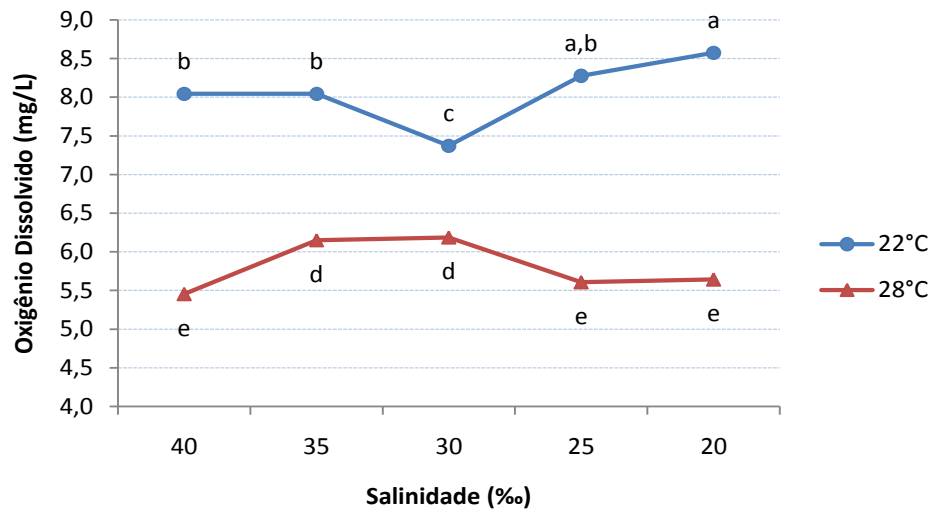
Entretanto neste experimento foi observada uma maior resistência das fêmeas quando elas foram expostas a salinidades mais diluídas, pois de acordo com as observações feitas no decorrer dos testes as fêmeas se mantiveram vivas por mais tempo do que os machos.

5.3 Análises dos parâmetros ambientais

5.3.1 Avaliação estatística do oxigênio dissolvido (OD)

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) do oxigênio dissolvido entre as diferentes temperaturas quando submetido à variação de salinidade. Quando analisado o oxigênio dentro da mesma faixa de temperatura foi possível verificar diferenças significativas ($p < 0,05$), para as salinidades de 30 e 25 ‰ na temperatura de 22°C e que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) do OD entre os tratamentos de 20, 25 e 40‰ na temperatura de 28°C (Figuras 16).

Figura 16: Valores médios do oxigênio dissolvido (OD), quando as lagostas foram submetidas a diferentes temperaturas (22 e 28°C) e salinidades em condições controladas de laboratório.



a,b,c,d,e. Médias seguidas de mesmas letras minúscula em cada temperatura avaliada não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$).

De acordo com os dados obtidos, o oxigênio médio dissolvido da água de cultivo das lagostas, para esse experimento, foi de $8,062 \pm 0,690$ mg/L para o tratamento de 22°C e $5,807 \pm 0,469$ mg/L para o tratamento a 28°C. Já os valores mínimos e máximos foram de 6,00 / 8,92, 4,64 / 6,42 para os tratamentos 22 e 28°C, respectivamente.

De acordo com Kubitzka (1998), o oxigênio é essencial à vida dos organismos aquáticos e baixas concentrações desse gás dissolvido na água podem causar atraso no crescimento, redução na eficiência alimentar, aumento na incidência de doenças e na mortalidade, resultando em sensível redução na produtividade dos sistemas aquaculturais. Para o autor a solubilidade do oxigênio na água reduz com o aumento da temperatura e salinidade da água e com a redução na pressão barométrica (aumento da altitude) do local.

Segundo Boyd (2000), a concentração do oxigênio dissolvido é a variável que mais influencia o bem-estar dos organismos aquáticos. Vernberg (1983) mostra que o consumo de oxigênio em crustáceos depende de uma ampla variedade de fatores bióticos e abióticos incluindo espécie, intensidade de atividade, peso corporal, alimentação, temperatura, salinidade e concentração de oxigênio. Sendo assim, de acordo com a figura 19, é possível observar que o oxigênio dissolvido se apresenta com maiores valores de solubilidade quando mensurado na temperatura de 22°C em relação à temperatura de 28°C, com valores máximo de 6,42 mg/L na temperatura de 28°C e 8,92 mg/L na temperatura de 22°C.

De acordo com Esteves (1998), esse resultado pode ser explicado pelo fato da solubilidade do oxigênio na água, como de todos os gases, dependerem de dois fatores principais: temperatura e pressão. Assim, com a elevação da temperatura e diminuição da pressão, ocorrem redução da solubilidade do oxigênio na água. Por isso, os problemas de falta de oxigênio costumam ocorrer com maior intensidade nos meses mais quentes do ano (OSTRENSKY; BOEGER, 1998).

Pra Esteves (2011) e Albanez e Matos (2007) o oxigênio dissolvido na água também pode variar ao longo do dia, devido a fotossíntese e temperatura. Logo, quanto maior a quantidade de organismos por unidade de volume, maior a variação diária na concentração desse gás.

Em relação ao cultivo de lagostas, a alta concentração de oxigênio na água é necessária principalmente à noite, período de intensa atividade do animal, quando essas estão se alimentando ou se apresentam em processo de ecdise do exoesqueleto. Uma vigorosa aeração e uma entrada e saída contínua de água são necessários para aumentar a quantidade de oxigênio (LOURENÇO, 2006). Para o autor, é aconselhado manter o nível de oxigênio igual ou acima de 5 mg/L, isso está de acordo com os valores encontrados nesse trabalho, quando os animais foram expostos a temperatura de 22°C do experimento que apresentou valores acima de 6,0 mg/L, no entanto, quando analisado os dados do experimento quando os animais foram submetidos a temperatura de 28°C, foi possível verificar valores mínimos de 4,64 mg/L. Chittleborough (1975) reporta que valores de oxigênio saturado da ordem de 47 a 55% provocaram a morte de lagostas da espécie *P. longipes*, durante a ecdise. Igarashi (2000), citando o trabalho de alguns autores mostra que o consumo de OD e o nível letal de oxigênio dependem do tamanho do corpo, estágio, estado da muda, temperatura e salinidade da água. Igarashi (2007) relata que nos experimentos realizados com as lagostas *P. argus* no Brasil, observou-se que a maioria delas pode viver em locais onde as concentrações de oxigênio na água são baixas, mas, quando são expostas a níveis menores de 3 mg/L pode ocorrer mortalidade, especialmente para lagostas que estão mudando o exoesqueleto.

Calabrese *et al.*, (1977) afirmam que o oxigênio consumido tem sido uma importante ferramenta de indicativo de estresse em lagostas expostas a poluição. Penkoff e Thurberg (1982) avaliaram a mudanças no consumo de oxigênio da lagosta e também observaram uma maior exigência do gás no período de muda. As lagostas são menos resistentes à alta temperatura, baixa salinidade e as condições de baixo oxigênio dissolvido. Bayer *et al.* (1998), afirmam que quando se trata de cultivo de lagostas as altas taxas de lotação e as taxas de alimentação tende a aumentar o consumo de oxigênio. Nesse sentido os

autores chamam a atenção para a importância da manutenção adequada do oxigênio dissolvido na água, pois níveis inferiores aos exigidos pelos animais podem trazer sérios prejuízos ao cultivo. De acordo com Kittaka (2000) o consumo de oxigênio e o nível de oxigênio letal, depende do sexo, tamanho do animal, ciclo de muda, temperatura da água, salinidade e do tempo de dias que as lagostas ficam sem se alimentar, para o autor níveis letais de oxigênio dissolvido na água deve-se apresentar em torno de 0,5 a 3,0 mg/l. Já Baldisserotto (2002) afirma que os níveis de oxigênio inferiores a 1 mg/L podem ser considerados letais para a maioria das espécies quando expostas por muito tempo.

No experimento em questão, as taxas de oxigênio dissolvido como citada anteriormente foram menores na condição da temperatura de 28°C. Esse resultado também está em conformidade com Bayer *et al.*, (1998), pois segundo o autor, a concentração de oxigênio dissolvido (DO) é em função da temperatura e salinidade; ou seja, em salinidade constante, água mais fria pode segurar mais oxigênio da água. Em geral, todos os animais aquáticos são menos estressados e crescem mais rápido quando fornecidos alta taxas de OD na água (WHEATON 1977). De acordo com Cavalcante et al (2012) os níveis de oxigênio pode ser um fator limitante na captura e densidade de estocagem de lagosta .

De acordo com Butler *et al.*, (1978), as lagostas quando são mantidas em altos valores de níveis de oxigênio mostram irregular batida do coração.

Em temperaturas altas o consumo de oxigênio é maior que em temperaturas baixas, mas, em qualquer temperatura, a tomada de oxigênio é relacionada de maneira linear com o oxigênio disponível (LOURENÇO, 2006), isso representa um fato preocupante tendo em vista que de acordo com esse experimento em temperatura mais elevadas, embora a exigência por oxigênio dissolvido seja maior os animais tinham menos oxigênio dissolvido disponível. Esse fato foi identificado também por Gomes *et al.* (2000) e Kubitzka (2000), que afirmaram que um maior desvio energético ocorre ao captar oxigênio, quando a temperatura ultrapassa a faixa de conforto térmico, resultando na redução do crescimento dos organismos.

5.3.2 Avaliação estatística do Potencial hidrogenionico (pH)

Em água pura existe uma quantidade, embora pequena, de íons H^+ e OH^- em equilíbrio com as moléculas de água. Estes íons são formados pela dissociação da água: $H_2O \rightarrow H^+ OH^-$. A água pura contém concentração idêntica de íons H^+ OH^- e quando isto ocorre a solução é dita neutra. Por outro lado, uma solução que contenha maior concentração de íons H^+ , é ácida e, quando ocorre o contrário, é básica (ESTEVES, 1998). De acordo com KOTZ

et al (2005), o potencial hidrogeniônico do meio é representado pelo pH. Quanto menor o pH (< 7,0), maior será a sua quantidade de íons H⁺, enquanto que maior for (> 7,0), menor será sua concentração hidrogênica.

A análise de variância revelou existência de diferenças significativa ($p < 0,05$) do pH entre as diferentes temperaturas quando submetido à variação de salinidade. Quando analisado o pH dentro da mesma faixa de temperatura é possível verificar diferenças significativa ($p < 0,05$), para as salinidades de 20, 25 e 30‰ na temperatura de 28°C e que entre os pH da água submetida a diferentes salinidades na temperatura de 22°C não houve diferenças significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores médios \pm desvios-padrões do pH da água no cultivo de lagosta *Panulirus argus*, submetida a variações de temperatura e salinidade em condições controladas de laboratório.

TRATAMENTOS		pH
22°C	40‰	8,300 \pm 0,000 ^a
	35‰	8,300 \pm 0,000 ^b
	30‰	8,200 \pm 0,000 ^{b,a}
	25‰	8,100 \pm 0,000 ^{b,c}
	20‰	8,200 \pm 0,000 ^{b,a}
28°C	40‰	7,912 \pm 0,277 ^{d,e}
	35‰	7,841 \pm 0,065 ^e
	30‰	8,016 \pm 0,143 ^{c,d}
	25‰	7,700 \pm 0,000 ^f
	20‰	7,895 \pm 0,257 ^e

^{a,b,c,d,e,f} Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas em cada tratamento não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$).

Ainda de acordo com a Tabela 4, quando comparado os valores das médias do pH da água entre as duas temperaturas, é possível observar que apenas o pH da água de animais submetidos a salinidade de 30‰ na temperatura de 28°C não apresentou diferença significativa, em relação ao pH da água de animais mantidos a 22°C.

De acordo com Kubitzka (1999) o pH assim como o OD também pode variar, ao longo do dia, em função da fotossíntese e da respiração, diminuindo com o aumento da concentração de CO₂ na água.

O pH das águas de cultivo das lagostas *Panulirus argus* se mantiveram com valores acima de 7,5 para as duas temperaturas de cultivo. Esses valores estão de acordo com Kubitzka (2003), que afirma que águas com pouco oxigênio dissolvido apresentam grande concentração de CO₂ e valores de pH baixo e que pH 6,5 e 8,5 são adequados para criação de

organismos aquáticos e abaixo de 6,0 e acima de 9,5 atrapalham o crescimento e a reprodução dos organismos aquáticos (KUBITZA, 2003).

As variações do pH da água são muito importante, uma vez que os indivíduos estarão submetidos a elas, em função do manejo utilizado e da dinâmica ambiental, durante as diversas fases de seu desenvolvimento (FERREIRA et al., 2008).

Quando avaliado o potencial hidrogênionico para o presente experimento, o pH médio do meio de cultivo das lagostas foi de $8,219 \pm 0,006$ para o tratamento de 22°C e $7,873 \pm 0,018$ para o tratamento de 28°C . Já os valores mínimos e máximos foram 8.1 / 8.3 e 7.5 / 8.3 para as temperaturas de 22 e 28°C respectivamente.

A grande maioria dos corpos d'água tem pH variando entre 6 e 8, no entanto, pode-se encontrar ambientes mais ácidos ou mais alcalinos. No caso de oceanos, o pH da água está próximo a 8,0, e o íon bicarbonato, HCO_3^- predomina conferindo a esse ambiente um caráter básico (MARTINS et al, 2014) . Lourenço (2006), diz que as propriedades físico químicas encontradas nos oceanos oferecem condições ideais para a manutenção de lagostas vivas em laboratório tendo em vista que para o autor o valor de pH ideal para o cultivo de lagostas é o encontrado no oceano.

Sendo assim, as condições de pH mantidas por esse experimento só se apresentaram em conformidade com os pesquisadores citados quando os animais foram submetidos as variações de salinidade em temperaturas de 22°C , em que as medias de todas as salinidades tiveram valores de pH iguais a 8. Carvalho e Igarashi (1999), cultivando indivíduos de *P. argus* também em condições laboratórias obtiveram ao final do cultivo pH médio final de 8,01. Já Aragão (2005), trabalhando também com indivíduos da espécie *de P. argus* obteve uma variação do pH em torno de 7,71. Essa resposta está em conformidade com os resultados de pH encontrados nesse experimento quando os animais foram expostos a variação de salinidade com a temperatura de 28°C . No entanto, mesmo que esses valores não tenham estado dentro da faixa considerada ideal, os valores fora da faixa se apresentaram bem próximos dos exigidos pelas lagostas.

Outros autores tem estudado a importância do pH para o cultivo de organismos aquáticos (OLIVEIRA 2001.; FERREIRA et al., 2008.; SÁ-JUNIOR, 1997.; BACHION, 1992). Valores de pH 6,5 e 8,5 são adequados para criação de peixes (KUBITZA, 1999). Em valores de pH mais alcalino ocorre maior transformação do íon amônio (NH_4) em amônia livre e gasosa (NH_3) que é uma forma mais tóxica aos peixes (PEREIRA; MERCANTE, 2005).

6 CONCLUSÃO

A osmolalidade da hemolinfa não variou entre as temperaturas estudadas, mas indivíduos mantidos na temperatura de 22°C apresentaram 100% de sobrevivência em salinidade baixa. Animais submetidos à osmolalidade de água do mar em torno de 1127 mOsm/kg (40‰) para a temperatura de 22°C e 1081 mOsm/kg (40‰) para a temperatura de 28°C estão provavelmente, em situação de conforto, tendo em vista que esses valores estão bem próximos da linha isosmótica.

Salinidades de 15‰ ou mais baixas são letais para as lagostas *Panulirus argus*.

A osmolalidade da hemolinfa da lagosta *Panulirus argus* se estabiliza a cerca de 2,5 horas de exposição a condições de diferentes salinidades.

Fêmeas e machos reagem da mesma forma às alterações de temperatura e salinidade.

As taxas de oxigênio dissolvido são menores em temperaturas mais altas, ainda sim os parâmetros físico-químicos, oxigênio e pH da água mantiveram-se dentro dos padrões da normalidade em relação à lagosta *P. argus* mantida em laboratório.

Diante dessas conclusões se faz necessário dar continuidade as investigações sobre o modo de vida das lagostas com a realização de mais testes como complemento da avaliação do ponto de conforto da espécie em questão a fim de obtermos mais dados para um futuro estabelecimento de uma metodologia básica de cultivo e o melhor entendimento do deslocamento das lagostas *Panulirus argus* no seu ambiente natural que ocorrem ano à ano.

REFERÊNCIAS

- ALBANEZ, J. R.; MATOS, A. T. Aquicultura. In: MACEDO, J. A. B. **Águas e águas**. 3. ed. Belo Horizonte: CRQ - MG, 2007, p.1097-1146.
- ARAGÃO, L. C. **Efeitos das diferentes dietas naturais no desenvolvimento de juvenis de lagosta espinhosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804), em laboratório**. 2005. 67f. dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) – Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza – Ceará
- AUGUSTO, A. S. **A invasão da água doce pelos crustáceos: o papel dos processos osmorregulatórios**. 2005. Tese (Doutorado Biologia Comparada). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, 2005.
- AUGUSTO, A.; LEWIS, J.; LAURE, H. J.; MCNAMARA, J. C. The ontogeny of isosmotic intracellular regulation in the diadromous, freshwater palaemonid shrimps, *Macrobrachium amazonicum* and *M. olfersi* (Decapoda). **Journal of Crustacean Biology**, v. 27, n. 4, p. 626-634, 2007.
- BACHION, M. A.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Estudo da composição das comunidades fitoplanctônica e zooplanctônica em dois viveiros de camarão. **Acta Limnol. Brasil. Vol. IV**, v. 371, p. 393, 1992
- BALDISSEROTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada á piscicultura**. Santa Maria: UFSM, 2002, 212 p
- BARBOSA FILHO, J.A.D. **Caracterização quantiquantitativa das condições bioclimáticas e produtivas nas operações pré-abate de frangos de corte**. 2008. 174 f. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008
- BARROS, M. P.. Crustáceos. In: Fernando G. Becker; Ricardo A. Ramos; Luciano de A. Moura. (Org.). **Biodiversidade: regiões da Lagoa do Casamento e dos Butiazais de Tapes, planície costeira do Rio Grande do Sul**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007: Ministério do meio Ambiente, 2007, v., p. 164-171.
- BATISTA, H. U. **Osmorregulação e ativação do sistema antioxidante por alteração de salinidade nas espécies de caranguejos *Uca Maracoani* (Latreille, 1802-1803), *Uca Thayeri* (Rathbun, 1900) e *Uca Mordax* (Smith, 1870)**. 2010. 62f. Dissertação (Zoologia)- Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2010.
- BRAY, W. A., LAWRENCE, A. L., LEUNG-TRUJILLO, J. R. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observations on the interaction of IHHNV virus and salinity. **Aquaculture**. v. 122, p. 133-146. 1994
- BAYER, R.; RILEY, J.; DONAHUE, D.. The Effect of Dissolved Oxygen Level on the Weight Gain and Shell Hardness of New-Shell American Lobster *Homarus americanus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 29, n. 4, p. 491-493, 1998.

BRASIL, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Relatório de reunião ordinária do subcomitê científico da lagosta**. Julho, 2008.

BRETT, J. R. Environmental factors and growth. Pages 599–675 in WS Hoar, DJ Randall and JR Brett, eds. **Fish physiology**, v. 8, 1979.

BRIDI, A. M. Instalações e ambiência em produção animal. **2º CURSO SOBRE**, 2006.

BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas–revisão (animal welfare: concept and related issues–review). **Archives of Veterinary Science**, v. 9, n. 2, p. 1-11, 2004.

BOOTH, J. D.; KITAKA, J. Growout of juvenile spiny lobster. **Spiny lobster management**, p. 424-445, 1994.

BOYD, C. **Water quality management for pond fish culture**. Amsterdam: Elsevier, 1984

BOYD, C. E. **Water quality in ponds for aquaculture**. Alabama agricultural experiment station, Auburn University. 1990.

BOYD, C. E. **Manejo da qualidade da água na aquicultura e no cultivo do camarão marinho**. ABCC, 2000.

Boyd, C. E. Manejo do ciclo do pH para manter a saúde animal. **Advocate da GAA**, Edição julho/agosto de 2013, pág. 28 a 30. Disponível em: <http://abccam.com.br/site/wpcontent/uploads/2013/10/MANEJO_DO_CICLO_DO_pH_PAR_A_MANTER_A_SADE_ANIMAL.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2015.

BÜCKLE, L. F.; BARÓN, B.; HERNÁNDEZ, M. Osmoregulatory capacity of the shrimp *Litopenaeus vannamei* at different temperatures and salinities, and optimal culture environment. **Revista de biología tropical**, v. 54, n. 3, p. 745-753, 2006

BUTLER, P. J.; TAYLOR, E. W.; MCMAHON, B. R. Respiratory and circulatory changes in the lobster (*Homarus vulgaris*) during long term exposure to moderate hypoxia. **The Journal of Experimental Biology**, v. 73, n. 1, p. 131-146, 1978.

CALABRESE, A.; THURBERG, F.P.; GOULD, E. Effects of cadmium, mercury and silver on marine animals. **Mar. Fish. Rev.**, v. 39, n. 4, p. 5-11, 1977.

CAPPARELLI, M. V. **Controle ambiental da muda da puberdade e da regressão abdominal no caranguejo do entre-marés *Pachygrapsus transversus* Gibbes, 1850**. 2010. 56f. Tese (Doutorado em Ciências). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, 2010.

CARVALHO, M. C., IGARASHI, M. A. Análise da população bacteriana da água do cultivo de juvenis de lagostas *Panulirus argus*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA DE PESCA, 11., 1999. Olinda, **Anais...**Olinda: AEP-PE/FAEP-BR, 1999. v. 2. p. 623-628

CARVALHO MC; CORDEIRO, M.R.C.; IGARASHI M.A. Prospectos para a engorda da lagosta no nordeste do Brasil. In: XI Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca e I Congresso Latino-Americano de Pesca. **Anais...**, v. 2, p. 629 - 636, 1999

CASTILLE, F. L.; LAWRENCE, A. L. The effect of salinity on the osmotic, sodium and chloride concentrations in the hemolymph of euryhaline shrimp of the genus *Penaeus*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, v. 68, n. 1, p. 75-80, 1981.

DE CASTRO, L. A. B.; YAMANAKA, N.; ARFELLI, C. A.; VON SECKENDORFF, R. W. Situação atual da cadeia produtiva do pescado no litoral do Estado de São Paulo. 2005. Série **Relatórios Técnicos**, São Paulo, n. 21, p. 1-55, ago., 2005. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios. Instituto de Pesca. Disponível em: < ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/serreltec_21.pdf > . Acesso em: 10 jan. 2015.

CAVALCANTE, P. P. L.; DE ANDRADE FURTADO-NETO, M. A. Implementação De Quotas Individuais Transferíveis E Do Desembarque Compulsório De Lagosta Viva Como Estratégia De Ordenamento Da Pesca. **Arquivos de Ciência do Mar**, v. 45, n. 2, 2012.

CHARMANTIER, G.; CHARMANTIER-DAURES, Mireille. Ontogeny of osmoregulation in crustaceans: the embryonic phase. **American zoologist**, v. 41, n. 5, p. 1078-1089, 2000

CHARMANTIER, G. HAOND, C. LIGNOT, J. CHARMANTIER- DAURES, M. Ecophysiological adaptation to salinity throughout a life cycle: a review in homarid lobsters. **Journal of Experimental Biology**, v. 204, n. 5, p. 967-977, 2001

CHEN, J.; LIN, M.; TING, Y.. Effect of salinity on growth of *Penaeus chinensis* juveniles. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, v. 102, n. 2, p. 343-346, 1992.

CHEN, J.; LIN, M.; TING, Y Survival, haemolymph osmolality and tissue water of *Penaeus chinensis* juveniles acclimated to different salinity and temperature levels. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, v. 110, n. 3, p. 253-258, 1995.

CHITTLEBOROUGH, R. G. Review of prospects for rearing rock lobsters. **Australian Fisheries**, v. 33, n. 4, p. 1-5, 1974.

CIVEIRA, M. P.; RENNER, R. M.; VARGAS, R. E. S.; RODRIGUES, N. C. Avaliação do bem-estar animal em bovinos abatidos para consumo em frigorífico do Rio Grande do Sul. **Veterinária em Foco** v.4, p.5-11, 2006

CRUZ, R.; CONCEIÇÃO, R.N.L.; MARINHO, R.A.; BARROSO, J.C.; HOLANDA, J.S.; DE SOUSA FÉLIX, C.; DE OLIVEIRA MARTINS, M.E.; SANTOS, F.S.; ARAÚJO SILVA, K.C.; DE ANDRADE FURTADO NETO, M.A. **Metodologias de amostragem para avaliação das populações de lagosta: Plataforma Continental do Brasil = Metodologías de muestreo para la evaluación de las poblaciones de langosta: Plataforma Continental de Brasil**. *Coleção Habitat*, 6. Universidade Federal do Ceará (UFC)/Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR)/Núcleo de Audiovisual e Multimeios (NAVE)/Universidad de la Habana: Fortaleza. ISBN 978-85-7563-872-9. 142 pp. 2011.

COBB, J. S.; PHILLIPS, B. F. **The biology and management of lobsters: physiology and behavior**. Elsevier, 2012

COGO, G. B.; SANTOS, S. Grau de adaptação de *Aegla longirostri* (Crustacea, Anomura) ao ambiente dulcícola. In: **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, MG**. 2007

CYRINO, J.E.P. Desenvolvimento da criação de peixes em tanques-rede: uma análise dos fundamentos, viabilidade e tendências, baseada em experiências bem sucedidas no Sudeste do Brasil. In: AQUICULTURA BRASIL 98, 1. 1998. Recife. **Anais...** Recife: (SIMBRAQ), 1998. p.409-433

CHRISTOPHER G. D.; STEVEN, H. J.; JAMES, M. ;NEWCOMB,D.L F. O.'GRADY, WINSOR ,H. W. .Detection of salinity by the lobster, *Homarus americanus*. **The Biological Bulletin**, v. 201, n. 3, p. 424-434, 2001.

DALL, W. Indices of nutritional state in the western rock lobster, *Panulirus longipes* (Milne Edwards). I. Blood and tissue constituents and water content.**Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 16, n. 2, p. 167-180, 1974.

DA SILVA, J. F. M.; VALOTTA, L. A. mecanismos de osmorregulação em animais II. **tópicos em fisiologia comparativa**, p. 20, 2006.

SEIXAS FILHO, J. T.; PEREIRA, S. C. R.; BASTOS, M.P.; MIRANDA, R. G. B.;VEIG, R. C. A. Efeito de diferentes salinidades da água sobre o desempenho de girinos de rana catesbeiana (shaw, 1802). **Augustus**, Vol. 08, n. 16, 2003.

STEVEN, H. J., MICHAEL, T. K. W.; HUNTTING, H. WINSOR ;H. W. The effects of reduced salinity on lobster (*Homarus americanus* Milne-Edwards) metabolism: implications for estuarine populations. **Journal of experimental marine biology and ecology**, v. 176, n. 2, p. 167-185, 1994.

DE SOUZA, B. T. M. **Caracterização cinética da (Na, K)-ATPase de animais juvenis e adultos durante a ontogenia do camarão de água doce *M. amazonicum***. 2010. 100f. Tese (Doutorado em Biotecnologia). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, 2010.

DÍAZ, A.; DEL PRÓO, S. Guzmán. Hábitos alimentarios de la langosta roja (*Panulirus interruptus* Randall, 1840) en Bahía Tortugas, Baja California Sur.**Ciencias Mar**, v. 21, n. 4, p. 439-462, 1995.

DIAZ, F.; FARFAN, C.; SIERRA, E. Effects of temperature and salinity fluctuation on the ammonium excretion and osmoregulation of juveniles of *Penaeus vannamei*, Boone. **Marine & Freshwater Behaviour & Phy**, v. 34, n. 2, p. 93-104, 2001.

DOS SANTOS, C. H. dos A.; LOURENÇO, J.A.; IGARASHI, M. A. Desenvolvimento de juvenis recentes da *Panulirus laevicauda*, alimentadas com moluscos e dieta peletizada. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n. 1, p. 1-8, 2010.

DOS SANTOS, C. H. A.; LOURENCO, J. A.; BAPTISTA, R B.. Crescimento e sobrevivência do camarão branco do pacífico *litopenaeus vannamei* (boone, 1931) em diferentes salinidades. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 3, p. 783-789, 2009.

DUFORT, C.G.; JURY, S.H.; NEWCOMB, J. M.; O'GRADY, D.F.; WATSON, W.H. Detection of salinity by the lobster, *Homarus americanus*. **The Biological Bulletin**, v. 201, n. 3, p. 424-434, 2001.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro. Interciência, 1998, 575p.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011, 826p.

FALEIROS, Rogério Oliveira et al. Differential adjustment in gill Na⁺/K⁺-and V-ATPase activities and transporter mRNA expression during osmoregulatory acclimation in the cinnamon shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Palaemonidae). **The Journal of experimental biology**, v. 213, n. 22, p. 3894-3905, 2010.

FAO. **Statistics and Information Service of the Fisheries and Aquaculture Department** (2012). Capture production 1950-2010. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/statistics/en>>. Acesso em: 6 Dez. 2014.

FAST, A. W.; BOYD, C. E. Water circulation, aeration and other management practices. **Developments in aquaculture and fisheries science**, v. 23, p. 457-495, 1992.

FERREIRA, A. A.; DE OLIVEIRA, N. A. P.; ESQUIVEL, J. R. Influência do pH sobre ovos e larvas de jundiá, *Rhamdia quelen* (Osteichthyes, Siluriformes). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 23, p. 477-481, 2008.

FIELD, A. **Descobrendo a estatística usando o SPSS-2**. Bookman, 2009. 687p.

FONTELES-FILHO, A. A. Influência do recrutamento e da pluviosidade sobre a abundância das lagostas *Panulirus argus* (Latreille) e *Panulirus laevicauda* (Latreille)(Crustacea: Palinuridae), no nordeste do Brasil. **Arq. Ciên. Mar**, v. 25, p. 13-31, 1986.

FONTELES-FILHO, A. A. Population dynamics of spiny lobsters (Crustacea: Palinuridae) in Northeast Brazil. **Ciência e Cultura**, v. 44, p. 192-192, 1992.

FONTELES-FILHO, A. A. A pesca predatória de lagostas no estado do Ceará: causas e consequências. **Bol. Téc. Cient. CEPENE**, v. 2, n. 1, p. 107-131, 1994.

FONTELES-FILHO, A. A. Spatial distribution of the lobster species *Panulirus argus* and *P. laevicauda* in northern and northeastern Brazil in relation to the distribution of fishing effort. **CIENCIA E CULTURA**, v. 49, p. 172-176, 1997.

FONTELES-FILHO, A. A. **Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros**. Expressão Gráfica e Editora, Fortaleza, 2011. 464p.

FRASER, A. F.; BROOM, D. M. **Farm animal behaviour and welfare**. 3 ed. Local: Ballière Tindall Reino Unido, 1990. p.437.

FRASER, D.; WEARY, D. M.; PAJOR, E. A.; MILLIGAN, B. N. A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns. **Animal Welfare** v.6, p.187-205, 1997.

FREIRE, C. A. et al. Adaptive patterns of osmotic and ionic regulation, and the invasion of fresh water by the palaemonid shrimps. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 136, n. 3, p. 771-778, 2003.

FREIRE, C. A. et al. Muscle water control in crustaceans and fishes as a function of habitat, osmoregulatory capacity, and degree of euryhalinity. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 149, n. 4, p. 435-446, 2008.

FREIRE, C. A.; ONKEN, H.; MCNAMARA, J. C. A. tructure–function analysis of ion transport in crustacean gills and excretory organs. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 151, n. 3, p. 272-304, 2008.

GÓES, C. A. **Análise da dispersão de larvas de lagostas no Atlântico Tropical a partir de correntes geográficas superficiais derivadas por satélites**. 2006. . Dissertação. (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – INPE, São José dos Campos. São Paulo, 2006.

GOMES L. C.; GOLOMBIESKI, J.; CHIPARI-GOMES, A. R. ; BALDISSEROTTO B. Biologia do Jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). **Ciência Rural**, v.30, n.1, p.179-185, 2000.

GRAY, H. **The Western Rock Lobster, Panulirus Cygnus: The history of the fishery**. Westralian Books, 1992. 112 p.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2002.

HARPER, Harold A. **Manual de química fisiológica**. Manual Moderno, 1976.

HENNE, J. P.; WATANABE, W. O. Effects of light intensity and salinity on growth, survival, and whole-body osmolality of larval southern flounder *Paralichthys lethostigma*. **Journal World Aquaculture Society**, v. 34, n. 4, p.450–465, 2003.

HILL, Richard W.; WYSE, Gordon A. **Fisiología animal**. Ed. Médica Panamericana, 2006.

HÖTZEL, M. J.; MACHADO FILHO, L. C. P. Bem-estar animal na agricultura do século XXI. **Revista de etologia** v.6, p.1, 2004.

HUGGINS, A. K.; MUNDAY, K. A. Crustacean metabolism. In: **Advances in comparative physiology and biochemistry**. Academic Press New York, 1968. p. 271-378.

HURNIK, J. Behaviour, farm animal and the environment. **Cambridge: CABI International**, 1992.

IGARASHI, M. A. Cultivo de larva de lagosta-filosoma. Fortaleza: SEBRAE, 1996. 48p.

IGARASHI, Marco António. Nota técnica sobre o desenvolvimento de juvenis recentes de lagosta *Panulirus laevicauda* até o tamanho comercial. **Boletim Técnico Científico do CEPENE**, v. 8, n. 1, p. 297-301, 2000.

IGARASHI, Marco Antonio. Sinopse da situação atual, perspectivas e condições de cultivo para lagostas Palinuridae. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 2, p. 155-166, 2007.

IGARASHI, M. A. **Avanços no desenvolvimento tecnológico e status atual do cultivo de lagostas (*Panulirus argus*) do ovo ao tamanho comercial**. Seminário: Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 1, p. 269-280, jan./mar. 2010.

INÁCIO, M. I. M. **Transporte de crustáceos vivos a bordo em ambiente refrigerado**. 2008. 44f. Dissertação (Mestrado em Biologia Marinha) – Faculdade de ciências do mar e ambiente, Universidade do Algarve, 2008.

IVO, C. T. C.; PEREIRA, J. A. Crescimento e idade das lagostas *Panulirus argus* (LATREILLE) e *Panulirus Laevicauda* (LATRERIE), no norte e nordeste do Brasil. **Revista Arq. Ciên. Mar.**, v 30, n.(1-2), 1996

Ivo, C.T.C ; FONTELES FILHO, A. A. ; SILVA, A. C. ; VIEIRA, R. H. S. F. . **Cadeia Produtiva da lagosta nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil**. 1ª. ed. Fortaleza: RDS, 2012. v. 01. 216p.

JERNAKOFF, P. Foraging patterns of juvenile western rock lobsters *Panulirus cygnus* George. **Journal of experimental marine biology and ecology**, v. 113, n. 2, p. 125-144, 1987.

JOLL, L. M., PHILLIPS, B. F. Natural diet and growth of juvenile western rock lobster *Panulirus cygnus* George. **Journal experimental marine biological ecology**. v. 75. 1984. 169p

KESSLER, E. L. **Efeito do estresse hiperosmótico ou hiposmótico, in vitro, sobre o metabolismo de carboidrato, em tecidos do caranguejo *Neohelice granulata***. 2009. 43f Tese (Doutorado em Biociências e Biotecnologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

KIRSCHNER, L. B. Control mechanisms in crustaceans and fishes. **Mechanisms of osmoregulation in animals**, p. 157-222, 1979.

KIRSCHNER, Leonard B. The mechanism of sodium chloride uptake in hyperregulating aquatic animals. **Journal of Experimental Biology**, v. 207, n. 9, p. 1439-1452, 2004.

KITTAKA, J. Culture of larval spiny lobsters. In: PHILLIPS, B. F., KITTAKA, J. (Edited). **Spiny lobster: fisheries and culture**., 2 edition, chapter 27, p. 508-592. 2000.

KOTZ, John C.; TREICHEL JR, Paul M. **Química geral e reações químicas**. Pioneira Thomson Learning, 2005.

- KUBITZA, Fernando. Qualidade da água na produção de peixes–Parte III (final). **Panorama Aquicult**, v. 8, p. 35-43, 1998.
- KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes**. 3. ed. Jundiaí: Degaspari, 1999, 97 p.
- KUBITZA, F. **Tilápia, Tecnologia e planejamento na produção comercial**, Jundiaí: Edição do autor, 2000, 289 p.
- KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. 1 ed. Jundiaí: Fernando Kubitza, 2003, 229 p
- LANA, P. da C. et al. O bentos da costa brasileira: avaliação crítica e levantamento bibliográfico (1858-1996). **FEMAR, Rio de Janeiro**, 1996.
- LOPES, B. C. **Participação das vias gliconeogênica, glicogênica e lipogênica no processo de osmorregulação, in vitro, em tecidos do caranguejo *Neohelice granulata* (DANA, 1851)**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas: Fisiologia.) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.
- LOURENÇO, J.A. **Desenvolvimento de juvenis recentes de lagosta espinhosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804)(Crustacea, Decapoda, Palinuridae) submetidos a diferentes temperaturas em condições de laboratório**. 2006. 147f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) – Universidade Federal do Ceará, 2006.
- LOURENÇO, Jullyermes et al. DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DO CULTIVO DE LAGOSTAS ESPINHOSAS. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 14, n. 1, 2012.
- LUCU, ĀEDOMII et al. Gill Na, K-ATPase in the spiny lobster *Palinurus elephas* and other marine osmoconformers: adaptiveness of enzymes from osmoconformity to hyperregulation. **Journal of experimental marine biology and ecology**, v. 246, n. 2, p. 163-178, 2000.
- MADENJIAN, C.P. et al. Predicting night time dissolved oxygen loss in prawn ponds of Hawaii: part I. Evaluation of traditional methods. **Aquac. Eng., Barking**, v. 6, p. 191-208, 1987.
- MADRID, R.M.M. **Efeito da salinidade da água do mar e da alimentação na composição de solutos musculares e de algumas propriedades sensoriais de camarão de água doce, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879)(Crustacea Palaemonidae)**. 1994. f.Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) -Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.
- MADRID, R.M.M.; CRUZ, R. Lagosta Brasileira. **CIÊNCIA HOJE**, v.51,n. p,34-38, 2013.
- Mantel, L. y L. L. Farmer.. **Osmotic and ionic regulation**. En: **D. E. Bliss, The Biology of Crustacea**. L. H. Mantel, ed., Vol. 5, páginas 53-161. 1983 Academic Press, New York.

MARTINS, Claudia Rocha et al. Ciclos globais de carbono, nitrogênio e enxofre: a importância na química da atmosfera. **Química Nova na Escola**, v. n. 5, 2014.

MARTINS, T. L. Estresse osmótico: síntese de lipídios a partir de aminoácidos em caranguejos *Neohelice granulata* (DANA, 1851). 2008

MARX, James M.; HERRNKIND, William F. Macroalgae (Rhodophyta: *Laurencia* spp.) as habitat for young juvenile spiny lobsters, *Panulirus argus*. **Bulletin of Marine Science**, v. 36, n. 3, p. 423-431, 1985.

MATHEUS, C.E.; MORAES, A.J. de; TUNDISI, T.M.; TUNDISI, J.G. Manual de análises limnológicas. São Carlos: Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, USP, 1995. 62 p
MCLEESE, D. W. Effects of temperature, salinity and oxygen on the survival of the American lobster. **Journal of the Fisheries Board of Canada**, v. 13, n. 2, p. 247-272, 1956

MCMAHON, B. R. Physiological adaptation to environment. **Biology of freshwater crayfish**. Blackwell Science, Oxford, p. 327-376, 2002.

MELO, G. A. S. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral brasileiro: Anomura. **Thalassinidea. Palinuridea. Astacidea**. Ed. Plêiade. São Paulo, SP, p. 56-57, 1999.

MENDES, P.P. **Estatística aplicada à aquicultura**. Recife: Bagaço, 1999.

MILLER, C. L.; OHS, CORTNEY L.; CRESWELL, R. L. Candidate Species for Florida Aquaculture: Caribbean Spiny Lobster, *Panulirus argus*. 2011. In This document is FA147, one of a series, Candidate Species for Florida Aquaculture. Florida, 2011 **anais...** Disponível em: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/FA/FA14700.pdf> Acesso em 22 fev. 2015.

MOLENTO, C. M. F. (2005) Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos – Revisão. **Archives of Veterinary Science** 10:1-11

MOREIRA, C. In: WIKIPÉDIA: Osmorregulação. Casa das Ciências, 2012. Disponível em: < <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Osmorregula%C3%A7%C3%A3o> >. Acesso em: 11 dez. 2014.

MORRIS, Stephen. Neuroendocrine regulation of osmoregulation and the evolution of air-breathing in decapod crustaceans. **Journal of Experimental Biology**, v. 204, n. 5, p. 979-989, 2001

MORRIS, Steve; AIRRIESS, Chris N. Integration of physiological responses of crustaceans to environmental challenge. **South African Journal of Zoology**, v. 33, p. 87-106, 1998.

Mota, M.I. ; Mota, R.V.C., 1981. Sobre a influência das variações de salinidade em *Panulirus laeviscauda* (Latreille) (Decapoda:Palinuridae), p. 299-309, in Seminários de Biologia Marinha, Rio de Janeiro.

NASCIMENTO, G. N.L.. **Simulação, por dinâmica molecular, das interações água-etanol-NaCl com fosfolipídeos de membrana**. 2013. Tese de Doutorado

- NAMULAWA, V. T. et al. Enzyme activity in the Nile perch gut: implications to Nile perch culture. **International Journal of Fisheries and Aquaculture**, v. 5, p. 221-228, 2013.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. São Paulo: Pioneira, 1975. 201 p.
- OLIVEIRA, D. B. S.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; DURIGAN, J. G. Estudo limnológico em tanques de piscicultura. parte II: variação semanal de fatores físicos, químicos e biológicos. **Acta Limnol. Brasil. Vol. IV**, v. 123, p. 137, 1992.
- OLIVEIRA PA. **Aspectos da biologia quantitativa da lagosta vermelha Panulirus echinatus (Smith, 1869) no ecossistema recifal da Vila de Guarapuá – Cairu – BA**. 2001. 93 p. Monografia (Curso de Medicina Veterinária)- Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2001, 93p
- OLIVEIRA, P. A.; CRISPIM, M. C. B.; VENDEL, A. L. Caracterização populacional das lagostas do gênero *Panulirus* nos ambientes recifais da Praia do Seixas e da Penha–PB. **Revista Gaia Scientia**, v. 8, n. 1, 2014.
- OSTRENSKI, A.; BOERGER, W. **Piscicultura: Fundamentos e Técnicas de Manejo**. Guaíba: Agropecuária, 1998, 211 p.
- PAIVA, M. P. **Recursos pesqueiros estuarinos e marinhos do Brasil**. 1997. 287p.
- PAPOUTSOGLOU, S.E.; MYLONAKIS, G.; MILIOU, H.; KARAKATSOULI, N.P.; CHADIO, S. Effects of background color on growth performances and physiological responses of scaled carp (*Cyprinus carpio* L.) reared in a closed circulated system. **Aquacultural Engineering**, v.22, n.4, p.309-318, 2000.
- PARANHOS DA COSTA, M. J. R.. Ambiência e qualidade de carne. In: L.A. Josahkian (ed.) Congresso das Raças Zebuínas, ABCZ: 2002. Uberaba. **Anais...** MG, 2002. p. 170-174
- PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; PINTO, A. A. Bem-estar animal. In: RIVERA, E. A. B.; AMARAL, M. H.; NASCIMENTO, V. P. (Ed.) **Ética e bioética aplicadas à medicina veterinária**. Goiânia: [s.n.], cap.4, p. 105-130, 2006.
- PENKOFF, S. J.; THURBERG, F. P. Changes in oxygen consumption of the american lobster, *Homarus americanus*, during the molt cycle. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, v. 72, n. 4, p. 621-622, 1982.
- PEQUEUX, Andre. Osmotic regulation in crustaceans. **Journal of Crustacean Biology**, p. 1-60, 1995.
- PEREIRA, M. R. R.; MARTINS, C. C.; SOUZA G.S.F.; MARTINS, D. Influência do estresse hídrico e salino na germinação de *Urochloa decumbens* e *Urochloa ruziziensis*= Influence of saline and water stress on germination of *Urochloa decumbens* and *Urochloa ruziziensis*. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 4, 2012.
- PEREIRA, L.; MERCANTE, C. T. J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 31, n. 1, p.81-88, 2005

PEREIRA, N. CAMPOS, B.; D'INCAO, F. Estudo da salinidade e sua relação com as frentes frias e a pluviosidade no estuário da Lagoa dos Patos. 2011.

PHILLIPS, B. F.; COBB, J. S.; GEORGE, R. W. General biology. In: COBB, J. S.; PHILLIPS, B. F. (Eds.). **The biology and management of lobster**. Nova York: Academic Press, 1980. 82p.

PIVELI, Roque Passos; KATO, Mario Takayuki. Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos. In: **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. ABES, 2006.

PRYMACZOK, N. C.; CHAULET, A.; MEDESANI, D. A.; RODRÍGUEZ, E. M. Survival, growth, and physiological responses of advanced juvenile freshwater crayfish (*Cherax quadricarinatus*), reared at low temperature and high salinities. **Aquaculture**, v. 334, p. 176-181, 2012.

RAMIREZ ABURTO, M. C. **Supervivencia y capacidad fisiologica de la langosta roja *Panulirus interruptus* y de la langosta azul *P. inflatus*, durante transporte en vivo**. 2006. 58f. Tese Doutorado. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciências Marinas, 2006.

RANDALL, D.; BURGGREN, W.; FRENCH, K. **Fisiologia animal: mecanismos e adaptacao**. Guanabara Koogan S.A, Rio de Janeiro. 2011.

RÍOS, E. M., JIMÉNEZ, S. G., HIGUERA, V. O., YÁÑEZ, F. J. C. & AGUILAR, R. P.. Quality parameters of spiny lobster (*Panulirus interruptus*) tails as affected by short-term emersion at two different air temperatures. **Ciencias Marinas** v.33, p.73- 82, 2007.

ROCHA, Itamar P.; MAIA, Enox P. Desenvolvimento tecnológico e perspectivas de crescimento da carcinicultura marinha brasileira. **AQUACULTURA BRASIL**, v. 98, p. 213-235, 1998.

RODRIGUES, E. N. **Efeito do estresse salino e osmótico sobre a regulação iônica e as proteínas da hemolinfa do camarão *Macrobrachium acanthurus* (Decapoda-Pallaemonidae)**. 1999. 38f. Monografia. (Graduação em m Ciências Biológicas) - Departamento de Fisiologia, Universidade Federal do Paraná.-

ROTLLANT, J.; TORT, L.; MONTERO, D.; PAVLIDIS, M.; MARTINEZ, M.; WENDELAAR BONGA, S.E.; BALM, P.H.M. Background colour influence on the stress response in cultured red porgy *Pagrus pagrus*. **Aquaculture**, v.223, p.129-139, 2003
RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. Zoologia dos Invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva. 7ª edição. **S. Paulo: Livraria Roca Ltda**, 2005.

SÁ-JUNIOR, WHRDE; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. produtividade primária fito planctônica e variação de parâmetros limnológicos ao longo do dia, em tanques de cultivo planctônico da estação de hidrobiología e piscicultura de furnas. **Acta Limnologica BrasHUnsià voi**, v. 9, p. 83-91, 1997.

- SANTOS-GOUVEA, I. A. **Equinóides expostos a diferentes salinidades e sua caracterização histológica**. 2010. 97 f. Tese (Doutorado em Biologia Celular e Molecular)-Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.
- SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia Animal: Adaptação e Meio Ambiente**. São Paulo: Santos Livraria, 5ª Ed., 2002. 609 p
- SCHÜTZ, A. H.; WEINGARTNER, M.; ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A. P. O Crescimento e sobrevivência de larvas de suruvi *Steindachneridion scriptum* nos primeiros dias de vida: influência de diferentes alimentos e fotoperíodos. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 3, p. 443-451, 2008.
- SPEES J.L.; CHANG S.A.; SNYDER M.J.; Chang E.S. Osmotic induction of stress-responsive gene expression in the lobster *Homarus americanus*. **The Biological Bulletin**, v. 203, n. 3, p. 331-337, 2002.
- SPEES, J.; CHANG, S.; SNYDER, M.; CHANG, E. Thermal acclimation and stress in the American lobster, *Homarus americanus* equivalent temperature shifts elicit unique gene expression patterns for molecular chaperones and polyubiquitin. **Cell Stress and Chaperones**, v. 7, n. 1, p. 97-106, 2002.
- SIGNORET-POILLON, G.; SOTO, E. Comportamiento osmoregulador de *Macrobrachium tenellum* y *Macrobrachium acanthurus* (Decapoda: Palaemonidae) en diferentes salinidades. **Rev. Biol. Trop.**, v. 45, n. 3, p. 1085-1091, 1997.
- SHINAGAWA, Akira; SUZUKI, Tohru; KONOSU, Shoji. Preliminary Studies On the Effects of Salinity On Intracellular Nitrogenous Osmolytes in Various Tissues and Hemolymph of the Japanese Spiny Lobster, *Pajvulirus japonicus* (Von Siebold, 1824). **Crustaceana**, v. 68, n. 8, p. 129-137, 1995.
- SILVA, A. C.; FONTELES-FILHO, A. A. **Avaliação do defeso aplicado à pesca da lagosta no nordeste do Brasil**. Fortaleza: 2011.
- SILVA, Aragão Kátia et al. Pesquisa de Salmonella Spp em Lagosta (*Panurilus Argus*) Congelada A-18° C, por 24 Meses, Através de Método Rápido e Método Tradicional. **Blucher Food Science Proceedings**, v. 1, n. 1, p. 421-422, 2014.
- SILVA, I.J.O; VIEIRA, F.M.C. Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré abate: O caso da avicultura de corte brasileira. **Archivos de Zootecnia**, v. 59(R), p. 113-131. 2010.
- SILVA, J.F.M Mecanismos de Osmorregulação em animais I e II. *In*: III CURSO DE INVERNO TÓPICOS EM FISILOGIA COMPARATIVA, 2006, São Paulo. **Palestras...** São Paulo: instituto de biociências – USP, 2006. Disponível em: <<http://www.ib.usp.br/cursodeinverno/old/2006/apostila%20CI2006.pdf>> Acesso em: 22 dez.2015.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H. S.; FAVERO, E. G. P.; BRAGA, F. M. S. Utilization of Macrophyte Biofilter in Effluent from Aquaculture: I. Floating Plant. **Brazilian Journal Biology**, v. 62, n. 4(A), p.713-23, 2002.

SORIANO-SIERRA, E. J.; SILVA, J. R. B. M.; DERMER, R. B. Aspectos ecológicos do manguezal do Rio Itacorubi-Santa Catarina (Brasil). In: **Aspectos ecológicos do manguezal do Rio Itacorubi-Santa Catarina (Brasil)**. UFSC, 1986.

SOUZA, C.F. **Eficiência de diferentes tipos de bezerreiros, quanto ao conforto térmico, na primavera e no verão em Viçosa - MG**. 1992. 94 f Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - Minas Gerais.

SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia Animal. Adaptação e Meio-Ambiente**. São Paulo: Santos Livraria Editora, 1996.

SUMMERHAYES, C. P. et al. Salvador to Fortaleza, North-eastern Brazil. **Milliman, JD & Summerhayes, CP**, p. 44-78, 1975.

THURMAN, C. L. A comparison of osmoregulation among subtropical fiddler crabs (*Uca*) from southern Florida and California. **Bulletin of Marine Science**, v. 77, n. 1, p. 83-100, 2005.

WANG, RUIFANG et al. Osmotic and ionic regulation and Na⁺/K⁺-ATPase, carbonic anhydrase activities in mature Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853 (Decapoda, Brachyura) exposed to different salinities. **Crustaceana**, v. 85, n. 12-13, p. 1431-1447, 2012.

WILLIAMS AB. **Lobster of the world: an illustrated guide**. New York: Osprey Books Huntington, 1988. 186 p

WILLMER, P, STONE, G AND I. JOHNSTON, I (2005). **Environmental physiology of animals**. Second edition. Blackwell Science, Oxford, U.K. 754 p.

Wheaton, F. De 1977. Engenharia de aquicultura. Wiley- Interscience, novo Iorque, EUA.

VEGA, V. A.; ESPINOZA, C. G.; GÓMEZ, R. C. Pesquería de la langosta (*Panulirus* spp.). En: Casas VM, y G. Ponce D.(Eds.). **Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur**, v. 100, p. 227-261, 1996.

VERNBERG, F. JOHN. Respiratory adaptations. **Environmental adaptations**, v. 8, p. 1-42, 1983.

VINATEA, Luís Alejandro. Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura. **Florianópolis: UFSC**, 1997.

VINATEA-ARANA, L. **Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões**. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 2004, 231