

EFEITO DA SALINIDADE DA ÁGUA DE MAR E DA
ALIMENTAÇÃO NA COMPOSIÇÃO DE SOLUTOS MUSCULARES
E DE ALGUMAS PROPRIEDADES SENSORIAIS DO CAMARÃO
DE ÁGUA DOCE, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879)
(Crustacea Palaemonidae)

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS-UNICAMP
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS-FEA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS-DTA

EFEITO DA SALINIDADE DA ÁGUA DE MAR E DA
ALIMENTAÇÃO NA COMPOSIÇÃO DE SOLUTOS MUSCULARES
E DE ALGUMAS PROPRIEDADES SENSORIAIS DO CAMARÃO
DE ÁGUA DOCE, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879)

Pezes

(Crustacea Palaemonidae)

Este exemplar corresponde a uma cópia final da tese defendida por Raúl Mario Malvino Madrid e aprovada pela Comissão Julgadora em 07.10.94

RAÚL MARIO MALVINO MADRID

Mestre em Tecnologia de Alimentos

Contreras

ORIENTADOR:

Prof. Dr. EMILIO S. CONTRERAS GUZMÁN

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Doutor em Tecnologia de Alimentos

CAMPINAS
Estado de São Paulo - Brasil
1994

BANCA EXAMINADORA

Contreras

Prof. Dr. EMÍLIO S. CONTRERAS GUZMÁN
(Orientador)

P. E. de Felício

Prof. Dr. PEDRO E. DE FELÍCIO
(Membro)

Supleente

Prof. Dr. VALDEMIRO C. SGARBIERI
(Membro)

Maria Helena Damásio

Prof.^a. Dr.^a. MARIA HELENA DAMÁSIO
(Membro)

Wagner

Prof. Dr. WAGNER COTRONI VALENTI
(Membro)

Sanchez

Prof. Dr. LUIZ SANCHES
(Membro)

Supleente

Prof. Dr. NELSON JOSÉ BERAQUET
(Membro)

Campinas, 07 de outubro de 1994

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Emilio Contreras Gusmán, pela orientação, sugestões e troca de informação durante o desenvolvimento desta tese.

Ao Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP, na pessoa de seu chefe, o Dr. Horácio Pezoa, pelos incentivos proporcionados.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo apoio financeiro para a execução da tese, bem como pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, nas pessoas de Luis Fernando Soares de Assis e Benita Monteiro Mueller Rocktaeschel, Diretor da Diretoria de Incentivo a Pesquisa e Divulgação e, chefe do Departamento de Divulgação Científica, respectivamente, que permitiram a nossa ida para a FEA/UNICAMP. Os agradecimentos são extensivos para o Dr. Getulio Neiva e ao Dr. Fuad Alzuguir, pelos esforços efetuados para conseguir recursos financeiros para a tese.

Ao Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina, nas pessoas de Dr. Emani Sebastião Sant'Anna, responsável pelo curso de Pós-graduação, por ter dado o apoio necessário para a instalação dos aquários e execução dos experimentos no referido Departamento. Também agradeço especialmente a valiosa contribuição da Dra. Elza Maria Meinert, responsável pelo Laboratório de Avaliação Sensorial, e pela ajuda prestada no treinamento e seleção dos degustadores e aplicação dos questionários para avaliação dos produtos. Desejo prestar a minha gratidão especial aos colegas Alexandre, Angel, Cathia, Cesar, Elisa, Luciano, Maria e Marluce, pela contribuição desinteressada na avaliação sensorial dos produtos. Ainda, os agradecimentos são extensivos ao Dr. Luis Enrique Beirão e a outros professores bem como ao pessoal de apoio do referido Departamento pelo colegismo e grande disposição de ajuda.

Ao Departamento de Aquicultura da UFSC, nas pessoas de Dr. Javier Macchiavello, Dr. João Bosco Rodrigues e Dr. Santo Zacarias Gomes, pela ajuda na implantação da infra-estrutura de pesquisa e pelos ensinamentos obtidos nas discussões técnicas.

Ao chefe do Posto de Piscicultura e Diretor do Colégio Agrícola de Camboriú/SC, por ter permitido a instalação de um tanque-estufa .

Agradeço a valiosa contribuição do Dr. Paulo Ogliari, professor do Departamento de Computação e Estatística da UFSC, pela orientação na execução da análise estatística.

Aos responsáveis pela Fazenda Agropesca Paludo e pela Fazenda Santa Paula Agropequária, pelo fornecimento de camarões de água salgada e doce, respectivamente.

À Ajinomoto do Brasil e à Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro - SANBRA pelo fornecimento de amostras grátis, bem como ao Dr. Leo de Oliveira da Alfa Tecnoquímica Ltda. pelo kits de análise de água.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	6
2.1 Geral	6
2.2 Específico	6
3. REVISÃO DE LITERATURA	7
3.1. Aspectos gerais sobre o cultivo do <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	7
3.1.1 Sistemática, morfologia e distribuição geográfica	7
3.1.2 Ciclo de vida	8
3.1.3 Crescimento	9
3.1.4 Alimentação	9
3.1.5 Rendimento e composição centesimal	11
3.1.6 Mercado	12
3.1.7 Aspectos econômicos	14
3.2 Princípios de regulação osmótica	15

3.2.1	Mecanismos de osmorregulação	15
3.2.2	Processos de osmorregulação em animais aquáticos	17
3.2.2.1	Regulação osmótica e iônica da hemolinfa	19
3.2.2.2	Regulação osmótica e iônica do líquido intracelular	24
3.2.3	Efeito da osmorregulação no consumo de oxigênio e na excreção de amônia	28
3.2.4	Efeito da composição de lipídeos na osmorregulação	31
3.2.5	Efeito da alimentação na osmorregulação	33
3.3	Componentes do gosto em animais aquáticos	37
3.3.1	Componentes extratáveis	38
3.3.2	Fatores que influenciam nos componentes extratáveis	42
3.3.2.1	Salinidade	42
3.3.2.2	Alimentação	45
3.3.2.3	Estação do ano	49
3.3.2.4	Procedência	50
3.3.2.5	Frescor	54
3.4	A textura do <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	57
3.4.1	Definição da textura do <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	58
3.4.2	Tratamentos efetuados para evitar o "mushines"	60
3.4.3	Mudanças micro-estruturais do músculo do camarão na estocagem refrigerada	64

3.4.4	Efeito das enzimas do hematópâncreas no "mushines"	66
3.5	Efeito de estimulantes na alimentação	69
4.	MATERIAL E MÉTODOS	76
4.1	Instalações e materiais	76
4.1.1	Infra-estrutura básica de pesquisa	76
4.1.2	Obtenção das amostras de camarão	79
4.2	Experimentos biológicos e métodos químicos e sensoriais	79
4.2.1	Desenho experimental dos experimentos biológicos	79
	Experimento 1	80
	Experimento 2	81
	Experimento 3	83
4.2.2	Análises químicas	85
4.2.2.1	Determinação de umidade	85
4.2.2.2	Determinação de nitrogênio não protéico (NNP)	85
4.2.2.3	Determinação de aminoácidos livres (AAL)	87
4.2.2.4	Determinação de óxido de trimetilamina (OTMA)	87
4.2.2.5	Determinação de cloreto de sódio	88
4.2.3	Avaliação sensorial	89
4.2.4	Avaliação instrumental da textura	90
4.3	Análise estatística	94

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	95
5.1 Efeito da salinidade na variação quantitativa de alguns compostos químicos dissolvidos no sarcoplasma (Experimento 1 e 2)	95
5.1.1 Variação da umidade	95
5.1.2 Variação do conteúdo de cloreto de sódio	99
5.1.3 Variação do nitrogênio não protéico (NNP)	102
5.1.4 Variação dos aminoácidos livres (AAL)	104
5.1.5 Variação do óxido de trimetilamina (OTMA)	107
5.2 Evolução dos compostos solúveis em função do tempo de permanência nas soluções de diferentes salinidades (Experimento3)	109
5.2.1 Variação do cloreto de sódio	110
5.2.2 Variação do nitrogênio não protéico (NNP)	115
5.2.3 Variação de aminoácidos livres (AAL)	118
5.3 Variação da intensidade de alguns sabores específicos	123
5.3.1 Intensidade do gosto doce	124
5.3.2 Intensidade do gosto salgado	127
5.3.3 Intensidade do gosto umami e ácido	131
5.3.4 Intensidade do gosto adstringente, pungente, amargo e metálico	134
5.4 Correlação do gosto doce e salgado com alguns componentes . responsáveis pelo sabor	134
5.4.1 Correlação entre o gosto doce e a concentração de nitrogênio não protéico (NNP) do músculo do <i>M. rosenbergii</i>	139

5.4.2	Correlação entre o gosto doce e a concentração de aminoácidos livres (AAL) do músculo do <i>M. rosenbergii</i>	139
5.4.3	Correlação entre o gosto salgado e o conteúdo de cloreto de sódio do músculo do <i>M. rosenbergii</i>	142
5.5	Avaliação da preferência do camarão <i>M. rosenbergii</i> submetidos a diferentes salinidades	143
5.6	Efeito dos tratamentos de mudanças de gosto na modificação da textura	148
5.6.1	Avaliação da perda de peso	148
5.6.2	Variação da resistência à penetração	150
6.	CONCLUSÕES	152
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	154

LISTA DE TABELAS

1	Participação percentual dos ingredientes usados na ração padrão	81
2	"Precursores de sabor" acrescidos a cada 100g da ração padrão.	81
3	Efeito da salinidade da água na variação quantitativa do teor de umidade do tecido muscular no <i>Macrobrachium rosenbergii</i> , segundo o sexo e a alimentação.	97
4	Efeito da alimentação na variação quantitativa do teor de umidade do tecido muscular no <i>Macrobrachium rosenbergii</i> , segundo o sexo e a salinidade.	97
5	Efeito da salinidade da água na variação quantitativa do teor de cloreto de sódio do tecido muscular no <i>Macrobrachium rosenbergii</i> , segundo o sexo e a alimentação.	100
6	Efeito da alimentação na variação quantitativa do teor de cloreto de sódio do tecido muscular no <i>Macrobrachium rosenbergii</i> , segundo o sexo e a salinidade.	100
7	Efeito da salinidade da água na variação quantitativa do teor de nitrogênio não protéico (NNP) do tecido muscular no <i>Macrobrachium rosenbergii</i> , segundo o sexo e a alimentação.	103

- 8 Efeito da alimentação na variação quantitativa do teor de nitrogênio não protéico (NNP) do tecido muscular no *Macrobrachium rosenbergii*, segundo o sexo e a salinidade. 103
- 9 Efeito da salinidade da água na variação quantitativa do teor de aminoácidos livres totais (AAL) do tecido muscular no *Macrobrachium rosenbergii*, segundo o sexo e a alimentação. 105
- 10 Efeito da alimentação na variação quantitativa do teor de aminoácidos livres totais (AAL) do tecido muscular no *Macrobrachium rosenbergii*, segundo o sexo e a salinidade. 105
- 11 Efeito da salinidade da água na variação quantitativa do teor de óxido de trimetilamina (OTMA) do tecido muscular no *Macrobrachium rosenbergii*, segundo o sexo e a alimentação. 108
- 12 Efeito da alimentação na variação quantitativa do teor de óxido de trimetilamina (OTMA) do tecido muscular no *Macrobrachium rosenbergii*, segundo o sexo e a salinidade. 108
- 13 Estabelecimento das diferenças do teor de cloreto de sódio, em função do tempo de permanência dos camarões submetidos a diferentes salinidades. 111
- 14 Efeito da salinidade e do tempo de permanência no valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação do nitrogênio não protéico (NNP), aminoácidos livres (AAL) e cloreto de sódio do tecido muscular do *Macrobrachium rosenbergii* e do *Penaeus paulensis* 113

15	Estabelecimentos das diferenças do teor de nitrogênio não protéico (NNP), em função do tempo de permanência dos camarões submetidos a diferentes salinidades.	117
16	Estabelecimentos das diferenças do teor de aminoácidos livres (AAL), em função do tempo de permanência dos camarões submetidos a diferentes salinidades.	120
17	Efeito da salinidade e do tempo de permanência no valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação do gosto doce, salgado, umami e ácido do tecido muscular cozido do <i>Macrobrachium rosenbergii</i> e do <i>Penaeus paulensis</i>	126
18	Estabelecimento das diferenças da intensidade do gosto doce, em função do tempo de permanência dos camarões submetidos a diferentes salinidades	128
19	Estabelecimento das diferenças da intensidade do gosto salgado, em função do tempo de permanência, dos camarões submetidos a diferentes salinidades.	130
20	Estabelecimento das diferenças da preferência dos camarões, em função do tempo de permanência das amostras submetidas a diferentes salinidades	147

LISTA DE FIGURAS

1	Possíveis destinos dos aminoácidos livres durante o ajustamento osmótico de crustáceos e peixes eurihalinos	18
2	Osmolaridade da hemolinfa do camarão de água doce, <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	21
3	Posicionamento dos tanques e das instalações hidráulicas, elétricas e de abastecimento de ar utilizados nos experimentos biológicos.	77
4	Desenho do tanque e dos componentes que participam da confecção do filtro biológico.	78
5	Fluxograma de tratamento do <i>Macrobrachium rosenbergii</i> para os Experimentos 1 e 2.	82
6	Fluxograma de tratamento do <i>Macrobrachium rosenbergii</i> para o Experimento 3	84
7	Sistema de cozimento dos camarões no forno de microondas.	86
8	Questionário de análise sensorial dos oito gostos básicos do <i>Macrobrachium rosenbergii</i> e <i>Penaeus paulensis</i> .	91
9	Questionário de avaliação da preferência do <i>Macrobrachium rosenbergii</i> com e sem tratamentos e, do <i>Penaeus paulensis</i> .	92

- 10 Evolução do conteúdo de cloreto de sódio no músculo do *Macrobrachium rosenbergii*, em função do tempo de permanência nas soluções de diferentes salinidades. 114
- 11 Evolução dos compostos de nitrogênio não protéico (NNP), no músculo do *Macrobrachium rosenbergii*, em função do tempo de permanência nas soluções de diferentes salinidades. 116
- 12 Evolução dos compostos de aminoácidos livres (AAL), no músculo do *Macrobrachium rosenbergii*, em função do tempo de permanência nas soluções de diferentes salinidades. 119
- 13 Variação da intensidade do gosto doce no músculo do *Macrobrachium rosenbergii*, em função do tempo de permanência nas soluções de diferentes salinidades. 125
- 14 Variação da intensidade do gosto salgado no músculo do *Macrobrachium rosenbergii*, em função do tempo de permanência nas soluções de diferentes salinidades 129
- 15 Variação da intensidade do gosto umami no músculo do *Macrobrachium rosenbergii*, em função do tempo de permanência nas soluções de diferentes salinidades. 132
- 16 Variação da intensidade do gosto ácido no músculo do *Macrobrachium rosenbergii*, em função do tempo de permanência nas soluções de diferentes salinidades 133
- 17 Variação da intensidade do gosto adstringente no músculo do *Macrobrachium rosenbergii*, em função do tempo de permanência nas soluções de diferentes salinidades. 135

18	Variação da intensidade do gosto pungente no músculo do <i>Macrobrachium rosenbergii</i> , em função do tempo de permanência nas soluções de diferentes salinidades	136
19	Variação da intensidade do gosto amargo no músculo do <i>Macrobrachium rosenbergii</i> , em função do tempo de permanência nas soluções de diferentes salinidades.	137
20	Variação da intensidade do gosto metálico no músculo do <i>Macrobrachium rosenbergii</i> , em função do tempo de permanência nas soluções de diferentes salinidades.	138
21	Correlação entre a intensidade do gosto doce e o conteúdo de nitrogênio não protéico (NNP) dos camarões submetidos a diferentes salinidades.	140
22	Correlação entre a intensidade do gosto doce e o conteúdo de aminoácidos livres totais (AAL) dos camarões submetidos a diferentes salinidades.	141
23	Correlação entre a intensidade do gosto salgado e o conteúdo de cloreto de sódio dos camarões submetidos a diferentes salinidades.	144
24	Avaliação da preferência do músculo do <i>Penaeus paulensis</i> e <i>Macrobrachium rosenbergii</i> , em função do tempo de permanência em solução.	146
25	Avaliação da perda de peso por efeito do cozimento da cauda do <i>Macrobrachium rosenbergii</i> submetido a diferentes salinidades e segundo o tempo de estocagem no gelo	149
26	Avaliação da resistência a penetração no músculo cozido do <i>Macrobrachium rosenbergii</i> submetido a diferentes salinidades e segundo o tempo de estocagem no gelo	151

RESUMO

O presente trabalho teve a finalidade de avaliar os componentes que participam da regulação osmótica dos camarões, com relação ao meio ambiente, e correlacioná-las com as características sensoriais destes crustáceos. Pretendeu-se verificar a possibilidade de realçar o gosto do *Macrobrachium rosenbergii* para um patamar similar ao camarão de água salgada, *Penaeus paulensis*, estudando, através de mudanças da salinidade no animal vivo, antes da despesca, e por alimentação com rações especiais.

Foram realizados três experimentos, os dois primeiros tiveram o objetivo de verificar a influência da salinidade (2,0%), por 48 horas, e do tipo de alimentação, na variação de alguns componentes de baixo peso molecular, responsáveis pelo gosto dos camarões. No terceiro experimento, acompanhou-se a evolução destes componentes, no *Macrobrachium rosenbergii*, quando submetido a salinidades de 1,0, 2,0 e 2,5%, e em períodos de 12, 24, 48 e 72 horas, observando-se ainda, a variação dos oito gostos básicos, bem como da sua preferência. Como parâmetros de controle foram usados o *Macrobrachium rosenbergii*, sem nenhum tratamento, e o camarão de água salgada, *Penaeus paulensis*. Também, foi estudado o efeito dos tratamentos nas modificações da textura do tecido muscular.

Os resultados mostraram a existência de uma correlação direta entre a variação da salinidade, principalmente a 2,0 e 2,5%, com o aumento da concentração dos solutos analisados, chegando em alguns casos, a serem maiores que os encontrados no *Penaeus paulensis*. Verificou-se também, que embora o gosto do camarão de água doce não chegasse a ser semelhante ao de água de mar, a preferência, nas amostras mantidas a 2,0 e 2,5%, de salinidade por 24 horas não diferiu significativamente do *Penaeus paulensis*. O *Macrobrachium rosenbergii*, sem nenhum tratamento apresentou valores baixos de preferência. Verificou-se ainda, que os diferentes tratamentos aumentaram a intensidade do gosto doce e salgado, e não variaram os outros gostos básicos. Simultaneamente, os tratamentos com soluções salinas melhoraram a textura do *Macrobrachium rosenbergii*.

Concluiu-se que é possível eliminar a desvantagem do *Macrobrachium rosenbergii*, como a de ser insípido e de textura mole, em relação ao camarão de água salgada, *Penaeus paulensis*, através de pre-tratamentos que forcem os animais a sintetizar aminoácidos livres e outros solutos musculares para alcançar seu equilíbrio osmótico.

ABSTRACT

The aim of this work was to assess the data available on the components which participate in the prawn osmotic regulation and related them with the sensorial characteristics of these crustaceans.

The possibility of enhancing the flavor of *M. rosenbergii* by submitting the live animal to different salinities prior to the harvest and feeding it with special diets has been tested.

Three experiments were carried out. The first two attempted to verify the influence of a 48 hour, 2% salinity treatment and a special diet on the variation on the contents of some low molecular weight substances which are responsible by the prawn's typical flavor. The third experiment evaluated the variation of such substances in the *M. rosenbergii* when submitted to salinities of 1.0, 2.0 and 2.5% during periods of 12, 24, 48 and 72 hours.

The variation of the eight basic tastes was also observed, as well as the consumer's preference. As references we used the *M. rosenbergii* without treatment and marine shrimp *Penaeus paulensis*. The effect of the treatment on the texture of the flesh was also studied.

The results showed the existence of a direct relationship between the variation in salinity (especially 2.0 and 2.5%)

and the concentration of the chemical compounds analysed. In some cases, these concentrations were higher than in *P. paulensis*. It was also verified that, although the freshwater prawn's taste did not become similar to that of the marine shrimp, the consumer's preference did not show significant difference when compared with *P. paulensis* for the samples kept in 2.0 and 2.5% salinities for 24 hours. *M. rosenbergii* with no treatment showed very low grades in preference. Also, it was observed that the different treatments increased the intensity of sweet and salty flavors and did not interfere in the other basic tastes. Simultaneously, the treatments enhanced the texture of *M. rosenbergii*.

It is possible to conclude that there are ways of improving the *M. rosenbergii*'s taste and texture through treatments which force the animals to synthesize free amino acids and other muscular soluble substances in order to reach its osmotic balance.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o volume das principais espécies pesqueiras capturadas tem apresentado um decréscimo acentuado no decorrer dos últimos anos (IBAMA, 1989). A sobrepesca, condições ambientais desfavoráveis e, principalmente, a falta de uma política governamental eficiente e eficaz para a administração dos recursos pesqueiros, têm influenciado decididamente na diminuição da produção de pescado no país.

Neste contexto, a aquicultura aparece como uma solução viável para contrabalançar a diminuição da produção obtida através da exploração dos recursos pesqueiros naturais como tem sido demonstrado em países como Equador, Estados Unidos, Tailândia, Canadá, China, e outros. Para este fim de século espera-se que os produtos oriundos da aquicultura aportem de 20% a 25% do volume da produção pesqueira mundial e mais de 50% do valor das transações comerciais (ANÔNIMO, 1989). Nos Estados Unidos a aquicultura é a atividade do setor agrícola que tem experimentado nos últimos anos um maior crescimento (HAUMANN, 1989a). A nível mundial, a aquicultura cresceu a uma taxa anual de 8,7%, entre 1979 e 1989, enquanto o setor de carne o fez a 2,7%, o de leite a 1,7%, o de cereais a 1,7% e o de soja a 2,0% (AKIYAMA, 1992).

No Brasil, embora não se conheça com exatidão a potencialidade da aqüicultura, expressa em números, é evidente que há condições favoráveis para o desenvolvimento deste processo produtivo, dadas as características climáticas, a grandiosidade do potencial hídrico, a fauna aquática abundante, além da facilidade de adaptação das espécies exóticas.

Entre as espécies que apresentam melhores perspectivas de cultivo no país destaca-se o camarão, seja por seu elevado preço, facilidade de mercado e condições ambientais e físicas favoráveis, tanto para espécies de água doce como de água salgada.

A nível mundial o camarão representa aproximadamente 20% do valor do comércio internacional de produtos pesqueiros, destacando-se os Estados Unidos, Japão e países europeus como os principais importadores, que em conjunto, adquiriram em 1986, cerca de meio milhão de toneladas (CHAUVIN, 1986). Por outro lado, a Índia, Indonésia, Tailândia e México continuam sendo os principais produtores e exportadores de camarão. O Brasil se encontra entre os dez primeiros exportadores de camarão (CHAUVIN, 1986 ; EYS, 1986).

Enquanto a pesca extrativa de camarão dos países produtores parece ter alcançado seus níveis máximos de exploração, o recente incremento da carcinocultura, especialmente no Equador e Taiwan, e agora por último, na China, está possibilitando manter o nível de oferta de camarão no mercado internacional (HAUMANN, 1989b).

No Brasil, em 1987, foram capturadas 25.134 toneladas de várias espécies de camarões, apresentando uma redução de

16% quando comparada com a captura média dos últimos oito anos (IBAMA, 1989). Tal queda de produção está longe de ser compensada pela carcinocultura. As primeiras tentativas de domínio das técnicas de cultivo de camarões marinhos começaram em Santa Catarina, seguido do Rio Grande do Norte, onde na década de 70, a Empresa de Pesquisas Agropecuárias- EMPARN investiu em uma escala técnica mais expressiva. Em 1982, iniciou-se a implantação de projetos, basicamente no Nordeste, financiados pelo Fundo de Investimento Setorial da Pesca-FISET/PESCA, e o Programa de Desenvolvimento Pesqueiro. Atualmente o país conta com aproximadamente 5.000 ha de viveiros implantados e está produzindo ao redor de 1.000 toneladas de camarões por ano (SECRETARIA, 1988). Este desenvolvimento é bastante pequeno quando comparado com aquele alcançado pela China, a qual passou de 2.600 toneladas em 1980 (QINGYIN, 1992), para 100.000 toneladas em 1988 (ROSENBERRY, 1989) e 140.000 toneladas em 1992 (ROSENBERRY, 1992).

Com relação ao cultivo de camarões de água doce, especificamente o *Macrobrachium rosenbergii*, pode-se dizer que é uma atividade de origem recente que se está difundindo rapidamente em vários países (HAUMANN, 1989a), mas as projeções de produção prognosticadas para o início da década de setenta, ainda não se concretizaram. A produção de camarão de água doce, *Macrobrachium rosenbergii*, em 1987, participou com apenas 5% da produção total de camarões provenientes da aquíicultura (NEW, 1990). No Brasil, inúmeros pequenos produtores rurais implantaram viveiros para a criação da referida espécie, nas regiões Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul, mas essa produção ainda é considerada inexpressiva. É vendida, na maioria das vezes,

em mercados localizados perto da área de cultivo. Ultimamente, o cultivo de *Macrobrachium rosenbergii* tem despertado a atenção de médios e grandes produtores rurais em estados como o de São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, que mesmo sem condições ambientais ideais de temperatura, podem tornar-se grandes produtores de camarão de água doce, sendo favorecido pelo potencial de consumo existente (ANÔNIMO, 1990; VALENTI, 1993).

Contudo, para que a carcinocultura tenha um verdadeiro e rápido desenvolvimento no país, se faz necessário fomentar pesquisas integradas que forneçam um embasamento técnico-científico para a sua efetiva viabilização como uma atividade econômica.

Dessa maneira, muitas pesquisas deverão ser realizadas para se compreender, detalhadamente, os processos físicos, químicos e bioquímicos que ocorrem durante o desenvolvimento dos camarões.

Embora sejam poucas as pesquisas com o *Macrobrachium rosenbergii*, em relação à caracterização tecnológica, é de conhecimento que, além de apresentar características bem diferenciadas com relação ao sabor, não tendo o gosto típico do camarão marinho, também apresenta uma textura mais frágil, quando comparado com o de água salgada (KYE et alii, 1988 ; LINDNER et alii, 1988; LINDNER et alii, 1989). Estas características negativas têm motivado a alguns países asiáticos, como Malásia e Taiwan a diminuir a sua produção. Também os Estados Unidos consideram esta espécie como um produto de menor valor (CHAUVIN, 1986). Os japoneses têm o hábito de comer o camarão cru ou cozido no vapor, pelo qual o sabor original é muito importante. Por este motivo, não

existe mercado no Japão para o *Macrobrachium rosenbergii*, pois os japoneses consideram que esta espécie não tem sabor (EYS, 1990).

A presente pesquisa teve por objetivo estudar os principais componentes responsáveis pelo sabor a camarão bem como os mecanismos que possibilitam uma intensificação do sabor do *Macrobrachium rosenbergii*, para um patamar mais ou menos similar ao camarão de água salgada, mediante tratamentos pré-colheita das condições de cultivo e por modificação da fórmula da ração usada na alimentação.

O estudo das mudanças do gosto e de textura de organismos aquáticos, *in vivo*, constituem-se atividades de pesquisa recentes, não tendo parâmetros específicos a serem seguidos, principalmente quando se pretende melhorar as características sensoriais, mediante alterações fisiológicas do animal vivo. Assim, a metodologia utilizada na presente pesquisa foi sendo desenhada no decorrer dos experimentos, aumentando-se progressivamente as variáveis para compreender, de uma forma mais ampla, a interação entre o meio de cultivo e da alimentação na composição de solutos musculares e, conseqüentemente nas mudanças do sabor e da textura.

2. OBJETIVOS

2.1 Gerais

Desenvolver no camarão de água doce, *Macrobrachium rosenbergii*, um gosto semelhante ao dos camarões de água salgada, através da imersão do animal vivo em diferentes concentrações salinas e o do tipo de alimentação.

2.2 Específicos

- Determinar em que medida mudanças abruptas de salinidade e composição da ração afetam a composição de solutos, em particular, compostos nitrogenados não protéicos, de baixo peso molecular, e íons inorgânicos.

- Estabelecer as mudanças de gostos específicos, tanto daqueles que caracterizam o gosto a camarão, bem como daqueles que são considerados desagradáveis.

- Verificar o efeito dos diferentes tratamentos e do tempo de estocagem no gelo, na modificação da textura do *Macrobrachium rosenbergii*.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1.- Cultivo do camarão *Macrobrachium rosenbergii*.

As espécies de camarão de água doce do gênero *Macrobrachium* encontram-se distribuídas por todas as áreas tropicais e sub-tropicais do mundo, existindo mais de 100 espécies diferentes. O *Macrobrachium rosenbergii*, é a espécie que mais se emprega para cultivos intensivos e semi-intensivos, pelo qual tem sido introduzida em vários países com fins comerciais (NEW & SINGHOLKA, 1984). A partir de sua introdução no Havai, em 1965, procedente da Malásia, onde Shao-Wen Ling havia conseguido dominar o ciclo reprodutivo desta espécie, permitiu a Takuji Fumijura e a equipe técnica do "Anuenue Fisheries Research Center" transferir para vários continentes as técnicas para a produção de pós-larvas e o crescimento satisfatório (GOODWIN et alii, 1977).

3.1.1.- Sistemática, morfologia e distribuição geográfica.

O *Macrobrachium rosenbergii* é conhecido popularmente, no Brasil, como camarão da Malásia, gigante da Malásia, pitu havaiano ou camarão de água doce. Pertence à família

Palaemonidae, subfamília Palaemoninae, e apresenta o corpo dividido em duas partes principais : o cefalotórax e o abdômem, é formado por vinte segmentos, sendo seis bastante nítidos, compondo o abdômem e catorze fundidos formando o cefalotórax. Esta espécie pode atingir até 32 centímetros e pesar 500g. O *Macrobrachium rosenbergii*, ocorre nos dois hemisférios em latitudes que variam desde zero até pouco mais de 25° (VALENTI, 1990).

3.1.2.- Ciclo de vida.

O ciclo de vida do *Macrobrachium rosenbergii*, compreende quatro fases diferentes: ovo, larva, pós-larva e adulto. Durante a cópula do macho, o espermatófero , de forma gelatinosa, fica aderido na região torácica da fêmea. Poucas horas após a cópula, as fêmeas poêm os ovos, os quais são fertilizados à medida que atravessam pelos espermatóferos, passando logo a uma câmara de incubação, localizada na parte inferior da região abdominal. O tempo de desenvolvimento embrionário leva aproximadamente três semanas, após o qual ocorre a eclosão, onde as larvas são dispersadas na água pelos movimentos rápidos dos apêndices abdominais da fêmea. As larvas podem viver em água salobra. Esta fase demora um pouco mais de duas semanas, ao término da qual se transformam em pós-larvas, e a partir deste momento estes animais tomam a característica de um camarão em miniatura, que, em ambiente natural podem emigrar para rio acima. Durante a migração ocorrerá o amadurecimento gonadal dos camarões e nova reprodução acontece, fechando o ciclo (NEW & SINGHOLKA, 1984).

3.1.3.- Crescimento

Para crescer, todos os camarões de água doce, como os demais crustáceos, têm que desprender periodicamente seu exoesqueleto ou carapaça, processo que se denomina comumente de muda e que vem acompanhado de um repentino aumento de tamanho e peso. Desde a fase de pós-larva até adulto ocorre uma mortalidade de 20 a 50%, da qual o fenômeno da muda é uma das causas mais importantes, principalmente no estágio de pré-muda e no início da pós-muda (PLEEBLES, 1978).

RA'ANAN et alii (1990), estudaram o efeito da estação do ano no crescimento do *Macrobrachium rosenbergii* no nordeste do Brasil. Nesta pesquisa foi verificada a existência de um efeito negativo no crescimento quando a estação de inverno coincide com a fase anterior à maturação sexual, na qual o camarão pesa em torno de 12g, observando-se que as fêmeas maduras não retomam o crescimento com rapidez quando da chegada da estação quente. Isto não acontece quando a época fria coincide com a fase de crescimento inicial (7g) e quando o camarão já é considerado adulto (22g).

3.1.4.- Alimentação

A falta de padronização dos delineamentos experimentais, nas condições de cultivo e nas técnicas analíticas tem sido uma limitante na valorização das pesquisas sobre nutrição de camarões, impossibilitando a comparação dos resultados (NEW, 1976). CASTEL et alii (1989), fizeram estudos para avaliar dietas de referência

desenvolvidas na Califórnia e Halifax, as quais foram testadas com sucesso no cultivo de *Macrobrachium rosenbergii* por REED & D'ABRAMO (1989).

O *Macrobrachium* spp é omnívoro, dependendo principalmente da alimentação natural, independente da presença ou ausência da alimentação peletizada (SCHROEDER, 1983; STAHL, 1979). Além de praticar o canibalismo, também são considerados coprófagos. COSTA-PIERCE & LAW (1985), demonstraram que o uso de trimetilamina conferia um odor fecal à ração aumentando a ingestão do pelet.

A ração comercial fornecida ao *Macrobrachium rosenbergii*, é considerada mais barata que aquela ministrada aos camarões marinhos, uma vez que o primeiro requer menor percentagem de proteína na dieta (NEW, 1990). CLIFFORD & BRICK (1979), conseguiram ótimas condições de crescimento com dietas elaboradas com 25% de proteínas, e uma relação de lipídios para carboidratos de 1 para 4. Em Taiwan, as dietas para *Macrobrachium rosenbergii* apresentavam níveis de proteínas de 28-36% (HSIEH et alii, 1989) e, no Havaí de 23-38,5% (CORBIN et alii, 1982). NEW (1990), relatou os resultados obtidos por ANTIPOSDA (1986), nos quais os camarões *Macrobrachium rosenbergii*, alimentados com dietas de 14% de proteínas, em tanques devidamente adubados, tiveram um crescimento satisfatório. A percentagem de óleo nas dietas também tem uma variação expressiva. Em Taiwan, a percentagem de óleo incluída nas rações elaboradas para *Macrobrachium rosenbergii*, era de 2 a 4% (SHIEH et alii, 1989).

Quanto à composição centesimal do *Macrobrachium rosenbergii*, LOBÃO et alii (1988), analisaram amostras de diferentes comprimentos, estabelecendo os valores médios que seguem: umidade: 76,24%; proteínas: 20,68%; gordura: 0,69% e cinza: 1,22%. A percentagem de gordura apresentada por LOBÃO et alii (1988), é sensivelmente menor que os 3,18% determinados por CHANMUGAM et alii (1983). Esses últimos autores citam que o camarão *Macrobrachium rosenbergii* contém 1,13 mg de colesterol/g de camarão, superior ao *Penaeus aztecus* que contém 0,90mg de colesterol/g de camarão. Isto se contrapõe ao relatado por D'ABRAMO (1993), no IV Simpósio Brasileiro sobre Cultivo de Camarões, realizado em João Pessoa/PB, o qual menciona que uma grande vantagem do *Macrobrachium rosenbergii* é a menor quantidade de colesterol, quando comparado com o camarão marinho, sugerindo ainda, a utilização deste atributo para fins de promover a comercialização.

3.1.6.- Mercado

As perspectivas de cultivo do camarão *Macrobrachium rosenbergii* prognosticadas no início da década dos anos setenta, ainda não se materializaram, devido a uma combinação de fatores, entre os quais se incluem as dificuldades de comercialização (NEW, 1990). Já no Plano Nacional de Aquicultura elaborado pelos Estados Unidos, em 1980, era assinalada a opinião negativa dos consumidores americanos para com o *Macrobrachium rosenbergii*, principalmente pela baixa qualidade do produto, refletido no baixo preço

obtido quando comparado com o camarão marinho (ROWLAND et alii, 1982).

Além do *Macrobrachium rosenbergii* ter um rendimento menor da parte comestível (WANG, 1985) e formato da cauda diferenciada do camarão marinho (CHAUVIN, 1992), o sabor pouco acentuado e a perda de textura após poucos dias no gelo, constituem-se fatores determinantes na dificuldade de comercialização deste produto (KEY et alii, 1988; SANTOS, 1989; PAPADOPOULOS & FINNE, 1985b). Embora os resultados do teste de aceitação realizado na Carolina do Sul, nos Estados Unidos, por LIAO & SMITH (1983), tenham sido satisfatórios ou, as opiniões de Somruk Singholka, Diretor do Departamento de Pesca da Tailândia, "O cultivo de *Macrobrachium rosenbergii* tem sido uma graça de Deus para centenas de famílias camponesas da Tailândia. Este camarão que é mais saboroso e mais consistente que o camarão marinho, tem sido o divisor das águas entre a pobreza e a prosperidade" (JOHNSON, 1992), este camarão não tem sido muito aceito a nível mundial. Documento elaborado pela FAO, em junho de 1993, sobre o Diagnóstico da Aqüicultura na América Latina, especificamente no que se refere ao cultivo do *Macrobrachium rosenbergii*, é mencionado que embora não se tenham conhecimentos de problemas tecnológicos, a tendência atual é substituir a espécie, pois existem problemas de comercialização no mercado internacional (FAO, 1993).

Também é importante destacar que, sendo considerado o *Macrobrachium rosenbergii* como um substituto do camarão de água salgada (HANSON & GOODWIN, 1977), a sua comercialização depende do comportamento do mercado internacional

para este último. A importação de *Macrobrachium rosenbergii* efetuada pelos Estados Unidos, diminuiu de cerca de 15.000 toneladas, em 1989, para aproximadamente 6.000 toneladas, em 1991, devido ao aumento da produção mundial do camarão tigre, *Penaeus monodon*, cujos preços internacionais foram comparados favoravelmente com o *Macrobrachium rosenbergii* (CHAUVIN, 1992).

3.1.7.- Aspectos econômicos

São muitas as variáveis que participam na estrutura de custos do cultivo do camarão de água doce, não somente as que dizem respeito a seus aspectos tecnológicos como também, as que se referem às características intrínsecas das regiões de cultivo. SHANG & FUJIMURA (1977), relataram que fazendas menores de 4 ha, no Havaí, não eram rentáveis, a não ser que se constituíssem em fazendas familiares. A participação da mão-de-obra nos custos totais de uma fazenda deste tamanho alcança 42%. Estudos econômicos realizados na Carolina do Sul-USA, por ROBERTS & BAUER (1978), estabeleceram que o custo da mão-de-obra para o cultivo do *Macrobrachium rosenbergii*, era de 16,5% do total. Valores similares foram encontrados por ARRAIS (1990), no Brasil, para módulos de 5,5ha (13%). Estudos realizados por BAUER et alii (1983), observaram que a atividade de povoamento dos tanques com pós-larvas não era lucrativa, mas quando era colocada uma mistura de pós-larvas e juvenis ou só juvenis, os projetos apresentavam lucratividade.

NEW (1990), apresentou informações da Tailândia para o cultivo de *Macrobrachium rosenbergii*, indicando que projetos de

2,4 a 6,4 ha eram pagos em um ano. O lucro foi estimado em US\$ 5.400 para uma produção de 1.000kg/ha e para um preço de venda de US\$ 7,50/kg. Estudos econômicos realizados no Brasil, por ARRAIS (1990), para projetos de 5,5ha, estabeleceram uma velocidade de rotação de capital de 87,4%, para uma produtividade de 3.200kg/ha/ano e um preço de venda de US\$ 9,00/kg.

3.2.- Princípio de regulação osmótica.

A pressão osmótica desempenha um papel muito importante nas trocas de água e das substâncias dissolvidas, entre as células e o meio extracelular. A pressão que deve ser aplicada a uma solução a fim de impedir a passagem do solvente em direção à mesma, através de uma membrana semipermeável, é o que se denomina pressão osmótica. A pressão osmótica é uma propriedade coligativa das soluções, o que significa que é afetada pelo número de partículas da solução. Dessa maneira as substâncias que se ionizam apresentam uma pressão osmótica mais elevada por causa de um número maior de partículas por mol (HARPER, 1977).

3.2.1.- Mecanismos de osmorregulação.

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).

O estado de hiper-regulação ocorre quando um organismo vive em água doce ou em água salgada mais diluída que sua hemolinfa. Isto é contornado pelo fenômeno de difusão, seja pelo ganho de água ou perda de solutos. Este movimento pode ser contornado, até certo limite, pela redução da permeabilidade à água ou íons, ou ambos. Por sua vez o estado de hiporregulação ocorre em organismos marinhos que têm a concentração da hemolinfa menor que a do meio externo, sendo que o vetor de difusão de sais e movimentação de água ocorre no sentido inverso que na hiper-regulação. Nesta situação é passível a perda de água através da superfície do corpo, em resposta ao gradiente osmótico entre a hemolinfa e o meio externo (MANTEL & FARMER, 1983).

É evidente que mecanismos específicos implicam o controle ativo do nível intracelular de sódio e potássio, os quais participam com um papel essencial no controle dos processos do volume celular. Estes movimentos são os resultados de vários mecanismos de atividade, e certamente eles resultam de efeitos conjugados de processos, controlando ambos, o fluxo ativo e passivo de íons (RORIVE & GILLES, 1979). Só recentemente têm sido estudadas algumas moléculas orgânicas em relação à sua possível participação como efetores osmóticos intracelulares (GILLES, 1979). É importante destacar que a composição do líquido intracelular difere da hemolinfa na composição eletrolítica, devido ao potássio e não o sódio ser o principal cátion (LEINEN, 1982). A osmolaridade da hemolinfa é dada principalmente pelos íons, enquanto a do líquido intracelular é proporcionada, em grande parte, pelos aminoácidos livres (GILLES, 1979).

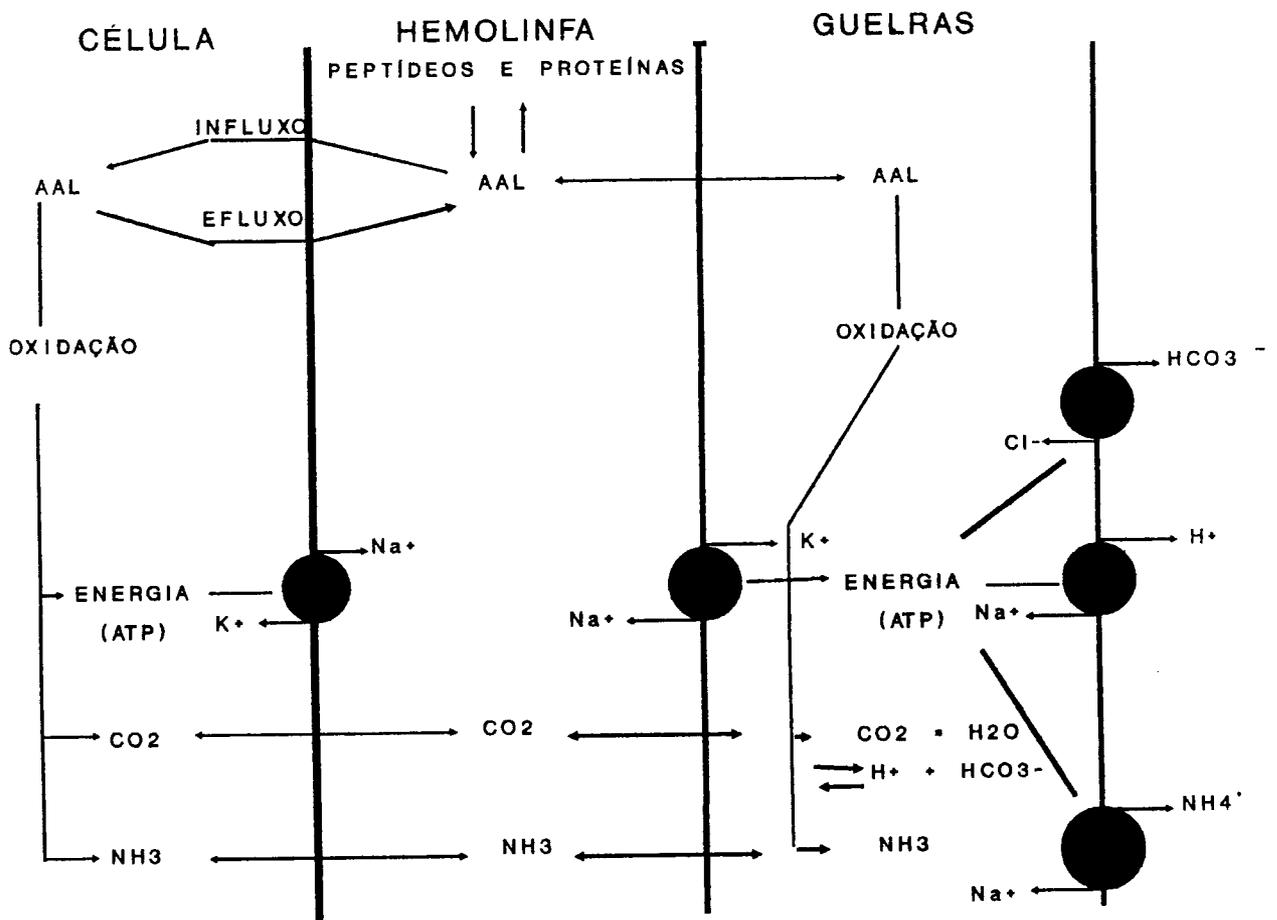
Quando os crustáceos são transferidos abruptamente para diferentes salinidades, observa-se uma rápida mudança na concentração osmótica, tanto da hemolinfa como do líquido intracelular, alcançando um novo estado de equilíbrio entre essas duas fases líquidas e entre o animal e o meio externo (CASTILLE & LAWRENCE, 1981a ; CASTILLE & LAWRENCE, 1981b ; MOREIRA et alii, 1988; STERN et alii, 1987).

O controle do nível de aminoácidos, principais elementos que participam no ajustamento da osmolaridade dos fluidos intracelulares durante o estresse osmótico e no processo de regulação do volume celular, pode ser associado a dois diferentes mecanismos básicos. O primeiro envolve o controle do transporte de aminoácidos para dentro e fora da célula, enquanto que o outro, envolve a regulação do catabolismo de aminoácidos.

A FIGURA 1 mostra a relação da possível participação dos aminoácidos (AAL) e de seus produtos catabólicos no transporte ativo de íons inorgânicos, assumindo a possibilidade de um controle endócrino da regulação isosmótica do fluido intracelular (GILLES, 1979). No influxo, os AAL fluem desde a hemolinfa para o sarcoplasma, onde podem ser oxidados, fornecendo energia e formando amônia.

3.2.2.- Processo de osmorregulação de animais aquáticos.

Nos camarões, existe uma correlação direta entre a quantidade de íons e aminoácidos livres na hemolinfa e do líquido intracelular, com a



Fonte: GILLES, R. (1979)

FIGURA 1 - Possíveis destinos dos aminoácidos livres durante o ajustamento osmótico de crustáceos e peixes eurihalinos.

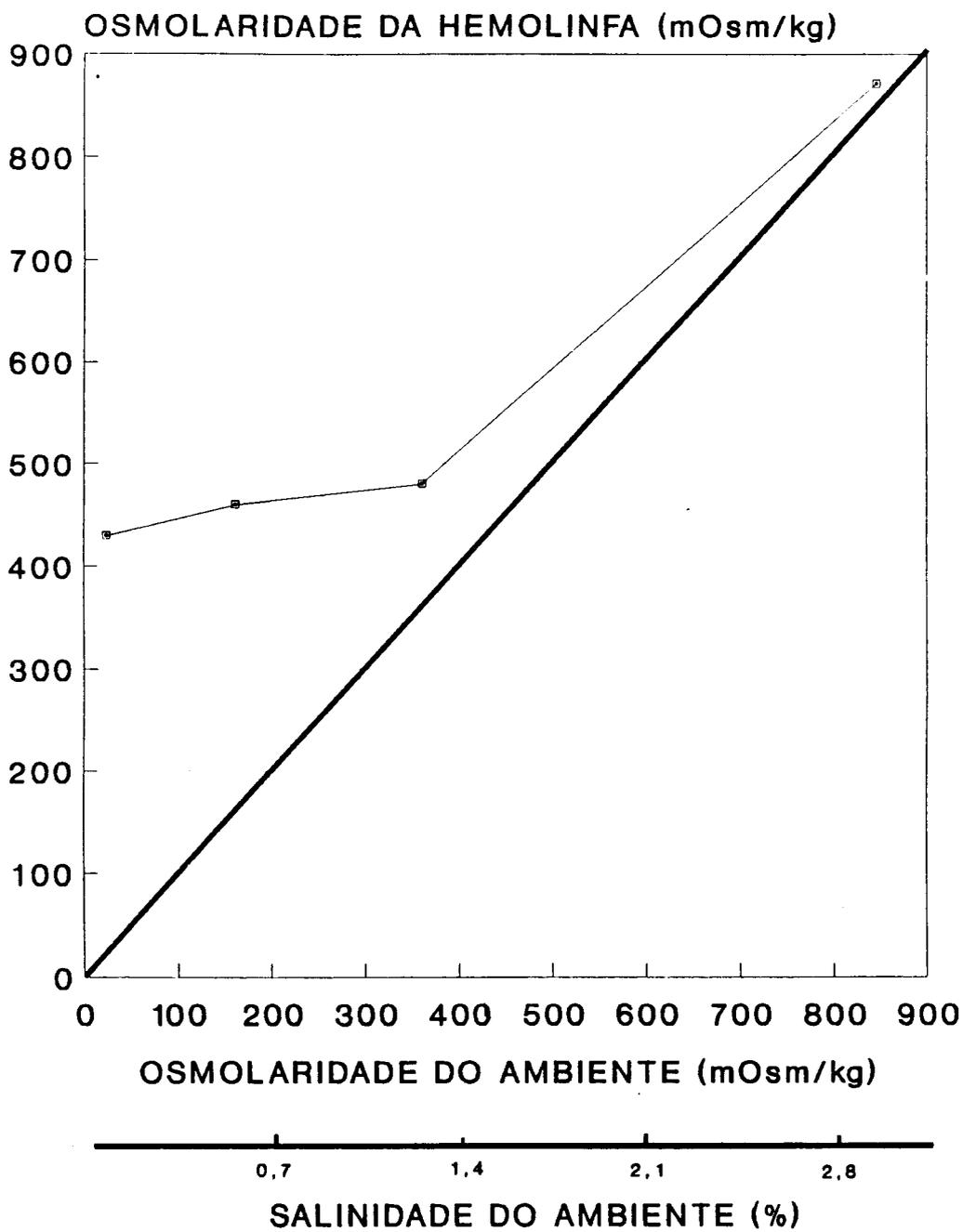
salinidade do meio natural de vida (McCOID et alii, 1984 ; PAPADOPOULOS & FINE, 1985), atribuindo-se a estas substâncias uma função importante na regulação da pressão osmótica interna (TAN & CHOONG, 1981 ; WEBER & MARREWIK, 1972). Fenômeno similar ocorre com outros crustáceos (BLASCO & FORWARD, 1988; ZATTA, 1987 ; D'ANIELLO, 1980; MIYAGAWA et alii, 1979), moluscos (BAGINSKI & PIERCE, 1978; HENRY et alii, 1980; ZURBURG & ZWAAN, 1981) e peixes (SUJAMA et alii, 1977; VISLEI, 1982; VENKATACHARI, 1974). Este fenômeno não só se restringe a animais marinhos, mas também ocorre em microrganismos (OHWADA & SAGIZAKA, 1988; ANTHONI et alii, 1991) e plantas (SAGISAKA, et alii, 1988; STOREY & JONES, 1977).

3.2.2.1.- Regulação osmótica e iônica da hemolinfa

Todos os crustáceos que habitam em água doce ou em água de baixa salinidade, exibem uma regulação hiperosmótica, mantendo uma elevada concentração de íons na hemolinfa quando comparada com o meio ambiente (MOREIRA et alii, 1983). Pesquisas realizadas por STERN et alii (1987), mostraram que o camarão de água doce, *Macrobrachium rosenbergii*, submetido a salinidades entre 0 e 1,5 %, exibe uma eficiente osmorregulação, mas o seu crescimento bem como a sua sobrevivência, é afetada quando a salinidade é maior que seu ponto isosmótico. SINGH (1980), citando vários autores, sugere que o máximo crescimento de um organismo poderia ocorrer na média isosmótica, pois o animal não precisaria expender energia para equilibrar-se osmoticamente com o meio, mas estudos de crescimento e de osmorregulação, no

entanto, mostraram que isto não se aplica para o camarão *Macrobrachium rosenbergii*. O ponto de equilíbrio osmótico para o *Macrobrachium rosenbergii*, corresponde a uma salinidade de aproximadamente 1,7%, porém o maior crescimento foi conseguido, seja em água doce ou em água levemente salgada. Resultados similares foram encontrados por POPPER & DAVISON (1982) e SMITH et alii (1982) (FIGURA 2).

CASTILLE & LAWRENCE (1981b), demonstraram que os íons de sódio e cloro são os principais solutos osmoticamente ativos da hemolinfa do *Macrobrachium rosenbergii*, participando com 75% da sua pressão osmótica. Na medida em que aumenta a salinidade do meio externo esta participação também aumenta. Resultados próximos foram obtidos também por ZANDERS & RODRIGUEZ (1992), os quais pesquisaram o efeito da temperatura e da salinidade no camarão *Macrobrachium amazonicum*. MOREIRA et alii (1988), estudaram o efeito da salinidade na regulação osmótica e iônica do camarão "pitu", *Macrobrachium carcinus*, comparando os resultados com aquele obtido no *Macrobrachium rosenbergii*. Embora ambos os camarões dependam de água salobra para completar o seu desenvolvimento larval, alcançam o tamanho adulto quase ao mesmo tempo e apresentam os mesmos estágios larvais, estas duas espécies diferem na sua habilidade para regular a concentração osmótica e iônica da hemolinfa, quando expostos a diferentes salinidades. Tanto o *Macrobrachium carcinus* como o *Macrobrachium rosenbergii* se apresentam como hiper-reguladores em água doce e em água a baixa salinidade e hipoconformadores em salinidades altas. O primeiro apresenta uma concentração osmótica da hemolinfa em água doce de 460mOsm/kg H₂O comparado com



Fonte: CASTILLE & LAWRENCE (1981)

FIGURA 2 - Osmolaridade da hemolinfa do camarão de água doce, *Macrobrachium rosenbergii*.

363mOsm/kg H₂O do segundo. Em relação à regulação do sódio da hemolinfa, o *M. carcinus* varia de 190 a 250mEq/l em salinidades de 0 a 3,5%, enquanto que no *Macrobrachium. rosenbergii* a variação foi de 210 a 300mEq/l em salinidades de 0 a 2,6%. Isto sugere que o *M. carcinus* é mais adaptável a água salobra que o *M. rosenbergii*, devido a sua grande capacidade para prevenir o excesso de íons na sua hemolinfa. Por sua vez, LEINEN (1982), observou que a dieta administrada ao camarão de água doce, *Palaemonetes kadiakensis* é uma importante fonte de sódio e que em meios altamente hipotônicos, o sódio proveniente da alimentação é conservado por redistribuição interna.

Com relação aos camarões de água salgada do gênero *Penaeus*, CASTILLE & LAWRENCE (1981a), estudaram o efeito da salinidade sobre as concentrações osmóticas, do sódio e do cloro na hemolinfa. Foi observado que a hemolinfa é isosmótica em água de mar a 745mOsm/l em *P. aztecus*, 768mOsm/l em *P. duorarum*, 680mOsm/l em *P. setiferus*, 699mOsm/l em *P. stylirostris* e 718mOsm/l em *P. Vannamei*. Com respeito ao sódio e cloro, a hemolinfa é hiperiônico em água de mar diluída e hipotônico em água de mar sem diluição, para todas as espécies analisadas. O cloro e o sódio participam com mais de 80% da pressão osmótica da hemolinfa. DAL & SMITH (1981), analisaram a regulação iônica do sódio, potássio, cálcio, magnésio, cloro e sulfato das espécies *P. plebejus*, *P. esculentus*, *P. merguensis* e *Metapenaeus bennettiae* submetidos numa faixa de salinidade de 1 a 5%, verificando que a água de mar com salinidade de 4% representa uma zona de estabilidade iônica.

Por sua vez, estudos realizados por FERRARIS et alii (1986), mostraram que a concentração total de proteínas da hemolinfa em *P. monodon* foi independente da variação de salinidade na faixa entre

0,8 e 4,0% de sal, mesmo que a osmolaridade da hemolinfa apresentasse um aumento de 540 para 850mOsm/l. Resultados diferentes foram obtidos por TAN & CHOONG (1981), os quais observaram que a aclimação gradual do *M. rosenbergii* para salinidades mais concentradas causou uma diminuição do conteúdo de proteína da hemolinfa, relacionando-a com o aumento dos aminoácidos livres do líquido intracelular. Resultado similar foi conseguido por ZATTA (1987), que estudou o relacionamento entre a proteína da hemolinfa e os aminoácidos livres intracelulares durante a regulação osmótica em caranguejo, *Carcinus maenas*. VARGAS-ALBORES & OCHOA (1992), mostraram que a osmolaridade e a concentração do sódio na hemolinfa do *Penaeus styrostris*, apresentaram diferenças significativas de acordo com seu tamanho, concluindo que os camarões pequenos eram melhores osmorreguladores. Porém, estudos realizados com trutas arcoíris, *Salmo gairdneri*, por JACKSON (1981), revelaram que ao passar da fase de água doce para água salgada, os peixes pequenos (11g) apresentaram um maior gradiente de concentração osmótica da hemolinfa (5,6mOsm/l/h), causando uma maior mortalidade (42%). Para peixes de 39g o gradiente da concentração osmótica nas primeiras 12h foi de só 2,9mOsm/l/h, apresentando uma mortalidade de 4%.

É interessante observar que ao submeter o caranguejo , *Panopeus herbstii*, subitamente a baixa salinidade, a osmolaridade da hemolinfa se estabiliza depois de 4 horas, enquanto ao realizar o processo inverso, ou seja, aumento de salinidade, a hemolinfa não se torna estável antes das 48 horas (BLASCO & FORWARD, 1988). Por sua vez, CAMPBELL & JONES (1990), observaram que o camarão, *Palaemon longirostris*, aclimatado a salinidade e temperatura baixas tem uma

significativa redução da permeabilidade. Além disso, verificou-se que a transferência dos camarões de 3,4 para 0,05% de salinidade não tem um efeito imediato na sua permeabilidade, enquanto a transferência de 0,05 para 3,4% causa um imediato e significativo aumento da permeabilidade.

Por sua vez, estudos realizados com caranguejo, *Hemigrapsus sanguineus*, mostraram um aumento de 1,5 vezes da atividade $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ -ATPase das guelras posteriores quando foram transferidos da água salgada para água salgada diluída (50%). Sugere-se que este aumento de atividade enzimática permite a absorção dos íons de sódio quando os caranguejos estão em ambientes de baixa salinidade (WATANABE, 1981). FRANKLIN et alii (1992), verificaram que o salmão, *Oncorhynchus nerka*, no momento de passar para a água doce coincide com o aumento da atividade $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ -ATPase nas guelras e do cortisol na hemolinfa e a diminuição dos níveis de cloro na hemolinfa.

3.2.2.2.- Regulação osmótica e iônica do líquido intracelular

Os íons inorgânicos participam com 10 a 20% da osmolaridade do líquido intracelular, enquanto as substâncias orgânicas podem chegar a valores bem maiores, atingindo 60 ou 70%, particularmente em espécies que apresentam uma elevada osmolaridade da hemolinfa. Quando a osmolaridade da hemolinfa é mais reduzida, a participação dos compostos orgânicos na osmolaridade do líquido intracelular se torna menor (GILLES, 1979). Entre os compostos orgânicos que participam da regulação osmótica do líquido intracelular destacam-se os aminoácidos livres que se encontram em quantidades bem superiores àqueles apresentados na hemolinfa. É necessário destacar que uma parte

considerável dos aminoácidos livres que se encontram no líquido intracelular são não essenciais. Resultados obtidos por WEBER & MARREWIJK (1972), demonstraram que os aminoácidos livres não essenciais do músculo do camarão eurihalino, *Crangon crangon*, participavam com 83% do total. Pesquisas realizadas por GERARD & GILLES (1972), revelaram que os aminoácidos livres da carne do caranguejo, *Callinectes sapidus*, apresentavam uma concentração de 416,25 mM/kg de água tecidual, enquanto na hemolinfa somente continha 2,67mM/kg de água tecidual.

A aclimatação gradual em salinidade de 3,0‰, causou um aumento de 300% dos aminoácidos livres no músculo do camarão *Macrobrachium rosenbergii*. A glicina, arginina, alanina e ácido glutâmico constituem entre 70 e 80% do total dos aminoácidos livres presentes no líquido intracelular (TAN & CHOONG, 1981). PAPADOPOULOS & FINNE (1985a), estudaram o efeito da mudança gradual e abrupta de salinidade sobre o conteúdo de umidade, cloreto de sódio e aminoácidos livres na cauda do camarão *Penaeus aztecus*. Quando os camarões foram submetidos seja a água de mar diluída (1,0‰) ou concentrada (5,0‰) ocorreu um aumento e diminuição da umidade no músculo, respectivamente. Situação inversa apresentou-se com relação ao conteúdo do cloreto de sódio. Embora a contribuição dos aminoácidos livres na regulação osmótica celular tenha sido significativa, esta não ocorre antes de 12 horas após a mudança abrupta de salinidade. Pesquisa similar foi realizada por McCOID et alii (1984), com *Penaeus vannamei*, o qual foi submetido a sete salinidades diferentes. Verificou-se uma relação direta entre o aumento de salinidade e o acréscimo de aminoácidos livres, atingindo-se valores máximos após 24 horas.

A glicina, prolina, arginina, serina/treonina e alanina foram os principais componentes, compreendendo de 93 a 96% do total dos aminoácidos livres.

Os moluscos se comportam de forma similar aos crustáceos quando são submetidos a estresse osmótico. Destaca-se uma diferença com relação à participação quantitativa do principal aminoácido livre. Enquanto em crustáceos, a glicina participa com aproximadamente 50% dos aminoácidos livres totais (McCOID et alii, 1984 ; GERARD & GILLES, 1972), em moluscos, na maioria das vezes, é a alanina o principal aminoácido livre, com uma percentagem de participação mais ou menos semelhante (HENRY et alii, 1980). Estes últimos autores verificaram , nas primeiras 48 horas, um aumento de mais de 300% dos aminoácidos livres no músculo adutor da almeja estuarina, *Rangia cuneata*, quando foi transferida de 0,2 a 2,0% de salinidade. Os mesmos autores sugerem que este aumento de aminoácidos livres poderia ter origem de uma forma modificada de glicólise, talvez envolvendo a aminação direta do piruvato para alanina, utilizando a amônia livre. Hipótese similar se já tinha sido levantada por BAGINSKI & PIERCE (1978). A mesma *Rangia cuneata*, ao ser adaptada de 2,0 para 0,2% de salinidade, apresentou uma redução drástica dos aminoácidos livres do músculo adutor, sugerindo que a maioria dos aminoácidos livres são estrudados das células e transportados para uma central de desaminação, na qual são convertidos em amônia (HENRY & MANGUM, 1980; ZURBURG & ZWAAN, 1981).

Igual aos crustáceos e moluscos, os peixes também apresentam um aumento dos aminoácidos livres quando são submetidos a um estresse hiperosmótico. VENKATACHARI (1974), aclimatou, de

forma gradual, a *Tilapia mossambica* da água doce para água salgada, observando um aumento dos aminoácidos livres da carne de 5,52 para 10,09 mg de N de aminoácidos/g de peso úmido.

Não somente os aminoácidos livres participam do processo de osmorregulação do líquido intracelular, mas também outros compostos nitrogenados de pequeno peso molecular. AMANO (1971), tinha observado que o salmão ao ingerir óxido de trimetilamina, este era acumulado no seu corpo, mas, ao transferir o peixe para água desionizada a OTMA desaparecia, e aumentava novamente quando o peixe era colocado no mar. Observações similares foram obtidas por DAIKOKU & SAGAGUCHI (1990), os quais estudaram as mudanças de TMA e OTMA durante a adaptação da enguia, *Anguilla anguilla*, para água salgada. Em 24 horas o conteúdo de OTMA aumentou de 2 para 12 mg/100g de músculo, enquanto o conteúdo de TMA se manteve quase inalterável.

Além dos compostos nitrogenados não protéicos, o metabolismo de carboidratos participa também do processo osmorregulatório. SPAARGAREN & HAEFNER (1987), verificaram que os níveis de glicose presentes na cauda do camarão, *Crangon crangon*, aumentavam de 2 para 5mM/l quando transferidos de 0,6 para 3,6% de salinidade.

3.2.3.- Efeito da osmorregulação no consumo de oxigênio e excreção de amônia

Tanto o consumo de oxigênio como a excreção de amônia são dois fatores que estão diretamente relacionados com os processos de osmorregulação e portanto são importantes para o sucesso dos cultivos comerciais. Pesquisas realizadas por GASCA-LEYVA et alii (1991), estabeleceram que o consumo de oxigênio do *Macrobrachium rosenbergii* decresce com o aumento da salinidade. Ainda verificaram que este efeito é mais marcante quando estes camarões são submetidos a baixa temperatura e virtualmente ausentes a 35°C. SOUZA & MOREIRA (1987), estudaram o efeito da salinidade no controle neuroendócrino do metabolismo respiratório em *Macrobrachium olfersii*, estabelecendo que a presença de neurofatores relativos aos efeitos osmorregulatórios e/ou à taxa de metabolismo pode ser de vital importância para estes camarões, não somente no sentido de reajustar o mecanismo de regulação iônica, fluxo de água e permeabilidade da membrana, mas também em fenômenos mais gerais como a reprodução e o ciclo de muda.

STEPHENSON & KNIGHT (1980), estabeleceram também, que o consumo de oxigênio do camarão *Macrobrachium rosenbergii*, decresce com o aumento da salinidade. Por sua vez, MORRIS et alii (1988), concluíram que o camarão *Palaemon elegans* é capaz de regular o Ca^{2+} , Mg^{2+} e Cl^- da hemolinfa, independente da tensão de oxigênio da água, mas sofrem variações no processo de aclimatação. Esta mesma espécie quando é colocada abruptamente em ambiente com pouco oxigênio, mostra um aumento da concentração de

glicose no sangue e uma ligeira diminuição do conteúdo de glicogênio no músculo (TAYLOR & SPICER, 1987).

O consumo de oxigênio e a excreção de amônia no camarão, *Penaeus esculentus*, submetido a alimentação e jejum, foi estudado por DALL & SMITH (1986), verificando que o consumo de oxigênio diminuiu em 26% durante os primeiros 5 dias de jejum e a excreção de amônia aumentou na faixa de 46 a 73%, concluindo que o *P. esculentus* utiliza a proteína muscular preferencialmente como fonte de energia durante o jejum. Os mesmos autores estudaram a variação dos aminoácidos livres no decorrer do jejum sugerindo que a proteína muscular é gradativamente hidrolisada, embora o músculo mantenha a mesma composição de aminoácidos (DALL & SMITH, 1987). FAIR & SICK (1982), relataram que no camarão *M. rosenbergii*, decorridos 5 dias de jejum, observa-se um significativo decréscimo na concentração de aminoácidos livres da hemolinfa do *Macrobrachium rosenbergii*.

Quando o *Macrobrachium rosenbergii* foi submetido a um processo de hiper-regulação, transferindo-o da água doce para 2,4% de salinidade, a excreção de amônia diminuiu rapidamente, o mesmo aconteceu com a concentração de proteína e de amônia da hemolinfa. Este estudo permitiu concluir que esta diminuição da excreção de amônia poderia ser usada para o aumento da amônia intracelular como um prelúdio do aumento da síntese de aminoácidos livres (ARMSTRONG et alii, 1981). NELSON & KROPP (1985), observaram que o camarão *Macrobrachium lar*, recém alimentado, excretou amônia numa taxa 4 vezes maior que aquele que não foi alimentado.

ROBINSON (1982), verificou que existia uma relação inversa entre a saída de água e a excreção de amônia em caranguejo, *Callinectes sapidus*, submetidos a diferentes salinidades. SPAARGAREN et alii (1982), em estudos realizados com camarão *Penaeus japonicus*, concluíram que a rápida mudança de salinidade toma lugar no conjunto de aminoácidos por processos reversíveis de síntese/degradação. WAJSBROT et alii (1989), estabeleceram uma correlação entre a excreção de amônia do camarão *Penaeus semisulcatus* com a máxima densidade de biomassa no cultivo intensivo.

Além da salinidade, a temperatura ambiente também tem uma participação importante na taxa metabólica do *Macrobrachium rosenbergii*. A diminuição da taxa metabólica devido à salinidade foi bem mais pronunciada à elevada temperatura (43°C). É possível que isto indique uma deficiência ou impedimento do mecanismo de osmorregulação, a essa temperatura, ou uma diminuição da eficiência do sistema enzimático envolvido na osmorregulação (NELSON, 1977). Segundo VERNBERG & SILVERTHORN (1979), a temperatura influencia na maioria dos fenômenos biológicos, não surpreendendo que a osmorregulação de organismos aquáticos possa ser susceptível a efeitos térmicos. A temperatura não só é um importante fator físico na determinação da característica básica osmótica de fluidos, mas também pode exercer um efeito adicional no sistema de vida pela influência do movimento de água através da membrana celular.

3.2.4.- Efeito da composição de lipídeos na osmorregulação.

Com relação aos lipídeos, as necessidades de ácidos graxos dos camarões dependem da espécie e de fatores ambientais, tais como, salinidade e temperatura da água. Espécies de água quente tendem a requerer ácidos graxos W-6, enquanto as espécies marinhas de água fria necessitam poliinsaturados da família W-3 de cadeia longa, devido a uma menor facilidade de alongar e dessaturar efetivamente as cadeias de ácidos graxos (HAUMANN, 1989b). Em termos da composição de ácidos graxos, os camarões de água doce se parecem mais a peixes de água doce que a crustáceos marinhos.

Destaca-se também a diferença existente no conteúdo de lipídeos entre o camarão de água doce (3,18%) e de água salgada (1,33%) (CHANMUGAM et alii, 1983). O *Macrobrachium rosenbergii* contém 23% de ácidos graxos saturados, 46% monosaturados e 31% de poliinsaturados (REDDY et alii, 1981)

Existem evidências para atribuir aos fosfolipídeos um papel importante na composição da estrutura da biomembrana em relação à permeabilidade de íons e à atividade enzimática. Correlações podem ser estabelecidas entre o conteúdo de ácidos graxos insaturados nos fosfolipídeos e a transferência iônica das guelras posteriores como um fator para a aclimação do camarão a diferentes salinidades. Alguns fosfolipídeos, como a fosfatidilcolina, é fortemente envolvida no processo de osmorregulação e de estresse térmico. O processo de N-metilação do fosfatidiletanolamina para fosfatidilcolina pode proporcionar algumas bases quaternárias livres, como por exemplo, óxido de trimetilamina e betaínas, os quais são compostos ativos osmoticamente de grande

importância na regulação da pressão osmótica (CHAPELLE, 1986). CHAPELLE et alii (1976), já tinham postulado que a fosfatidiletanolamina, e especialmente a fosfatidilserina tem uma importante participação no controle do transporte ativo de íons nas guelras posteriores do caranguejo, *Eriocheir sinensis*.

PEQUEUX & CHAPELLE (1982), mencionam que esforços são realizados para correlacionar a atividade ($\text{Na}^+ \text{K}^+$)-ATPase e o conteúdo de lipídeos com a capacidade de regulação osmótica e iônica em caranguejos *Eriocheir sinensis* e *Carcinus maema*. Igualmente, MORIS et alii (1982), estudaram o efeito da aclimação em diferentes salinidades sobre a composição de ácidos graxos dos fosfolipídeos das guelras e fluxo de água em crustáceo anfípodo, *Gammarus duebeni*, estabelecendo que quando a espécie é aclimatada por longo tempo, os ácidos graxos que compõem os fosfolipídeos localizados nas guelras, apresentam menor insaturação quando estão em água de mar mais diluída.

A participação da fosfatidilcolina no processo de osmorregulação, também foi verificada quando a truta, *Salmo gairdneri*, foi transferida da água doce para a água salgada, observando-se um aumento do ácido graxo 22:2w3, causando um incremento significativo do teor de fosfolipídeos, principalmente de fosfatidilcolina (LERAY et alii, 1984). Resultado similar foi obtido por TAKEUCHI, et alii (1989), com salmão *Salmo salar*, os quais afirmam que alguns ácidos graxos selecionados, como a presença de docosaexahenóico nas guelras podem ter um importante papel na adaptação a diferentes salinidades.

BILINSKI (1962), observou que a colina radioativa ministrada ao caranguejo, *Cancer magister*, resultou na presença de

radioatividade tanto na fosfatidilcolina como no óxido de trimetilamina, após 24 horas.

3.2.5.- Efeito da alimentação na osmorregulação.

Quando ocorrem mudanças de salinidade, é evidente que os organismos aquáticos, em meios naturais, têm condições de selecionar seu alimento de maneira a alcançar mais rapidamente o novo equilíbrio de pressão osmótica.

Pesquisas realizadas por REED & D'ABRAMO (1989), revelaram uma forte correlação entre a composição de aminoácidos proporcionados na dieta com aqueles encontrados no músculo. Mas, se observou também, que existe uma fraca relação entre os aminoácidos que compõem a ração com os aminoácidos livres do tecido muscular. Estes resultados foram obtidos com camarão, *Macrobrachium rosenbergii*, após 90 dias de alimentação com dietas comerciais. Resultados similares foram obtidos por MATSUSHIMA & HAYASHI (1992), com “almeja”, *Corbicula japonica*, que foi incubada na presença ou ausência de aminoácidos adicionados externamente, não encontrando diferença significativa na quantidade de aminoácidos livres na parte comestível. Porém, quando o efeito de dietas puras foi analisado num curto período de tempo, após alimentação, os autores observaram um rápido aumento dos aminoácidos livres, tanto da hemolinfa como do hepatopâncreas e, principalmente do músculo.

Experimentos realizados por DESHIMARU (1976b), verificaram que o fornecimento de uma dieta pura de aminoácidos e, outra

de caseína-albumina, proporcionava ao camarão, *Penaeus japonicus*, incremento, nas primeiras 6 horas, de 82% dos aminoácidos livres do músculo quando alimentados com dieta pura de aminoácidos e, 26% quando alimentados com uma dieta de caseína-albumina, voltando ao normal depois de 24h. Utilizando as mesmas dietas anteriormente mencionadas, o autor observou que dos 17 aminoácidos testados, apareceu uma marcante e elevada concentração de glicina no conteúdo do trato alimentário, muito maior que a fornecida na dieta, resultando num valor negativo (382%), da taxa de absorção aparente. Isto sugere que a glicina encontrada no trato alimentar é presumivelmente de origem metabólica (DESHIMARU, 1976a).

É necessário destacar que a glicina participa, de maneira geral, em crustáceos, aproximadamente com 50% dos aminoácidos livres encontrados no líquido intracelular (McCOID et alii, 1984). O aumento do nível de aminoácidos livres também foi encontrado na hemolinfa de carpa, *Cyprinus carpio*, após 4 horas de alimentação com uma dieta de caseína (PLAKAS et alii, 1980). Resultados similares foram obtidos por CRUZ-RICQUE et alii (1989), quando o camarão, *Penaeus japonicus*, foi alimentado com extrato de lula, verificando o aumento dos níveis de glicose e aminoácidos livres na hemolinfa.

OGATA & MURAI (1987) e MURAI & OGATA (1990), observaram que existe aumento do conteúdo de aminoácidos livres em diferentes órgãos da carpa *Cyprinus carpio* quando injetada com cloreto de amônia (intraperitônio) e cloreto de sódio (intramuscular), respectivamente.

Na literatura não foram encontradas informações de maneira direta, sobre correlação entre tipos específicos de alimentação e facilidade de aclimação nas espécies submetidas a diferentes salinidades, o que provoca algumas informações conflitantes ao serem analisadas a necessidade de alguns nutrientes. Pesquisa realizada por DESHIMARU & KURORI (1979), permitiu concluir que a inclusão da colina na dieta pode ser dispensável para o crescimento do *Penaeus japonicus*. Por outro lado, estudos realizados por DAIKOKU & SAKAGUSHI (1992), revelam que o óxido de trimetilamina pode ser sintetizado endogenamente a partir de colina, através da trimetilamina. Essa substância tem um papel importante na regulação da pressão osmótica (AMANO, 1971). MEYER (1989), informa que a lecitina, a qual contem um elevado teor de fosfatidilcolina, é muito importante na preparação de dietas para crustáceos. Já estudos realizados por BRIGGS et alii (1988), verificaram que não existia vantagens na suplementação de lecitina nas dietas para camarão *Macrobrachium rosenbergii*.

O grande interesse para a criação intensiva de salmão no Japão, Noruega, Inglaterra, USA, Canadá e ultimamente no Chile, torna importante o estudo do processo de transferência do salmão da água doce para a água salgada, que vem acompanhado de uma grande mortalidade, perda de apetite e reduzido crescimento devido ao estresse osmótico (McKAY & GJERDE, 1985). Como uma forma de diminuir o estresse osmótico, SALMAN & EDDY (1990), incluíram na dieta do Salmão, *Oncorhynchus mykissin*, diferentes percentagens de cloreto de sódio os quais foram ministrados por um mês antes da abrupta transferência para água salgada, ocasionando uma redução significativa da mortalidade. A explicação fisiológica para tal comportamento não é

totalmente conhecida, mas pode estar relacionada com a absorção de íons que facilitam a posterior adaptação na água do mar.

É possível também que as dietas com cloreto de sódio tenham um efeito similar ao obtido por MURAI & OGATA (1986) e OGATA & MURAI (1987) quando injetaram cloreto de amônia e cloreto de sódio na carpa, *Cyprinus carpio*, ou seja, um aumento dos aminoácidos livres nos diferentes órgãos analisados. Segundo HARPER (1977), a ingestão de alimentos com elevado teor de cloreto de sódio causa um aumento da pressão interna dos indivíduos. Em experiências realizadas com ratos, observou-se que a adição de cloreto de sódio em dietas contendo acima de 7% produzia vários distúrbios, causando a morte. Também comprovou-se que existia uma relação entre o aumento da pressão sanguínea e o aumento de cloreto de sódio na dieta. A adição de cloreto de potássio produzia um notável aumento da sobrevivência, embora fosse notado um moderado efeito sobre a pressão sanguínea. É muito possível que o aumento da mortalidade devido a mudança de salinidade no *Macrobrachium rosenbergii* (PERDUE & NAKAMURA, 1976 e PERRY & TARVER, 1981), no *Penaeus monodon* (MANIK et alii, 1979) e no *Penaeus chinensis* (CHEN et alii, 1992) seja devido a falta de uma dieta adequada. Aliás, pesquisas realizadas por FRANKLIN et alii (1992), com relação as mudanças fisiológicas ocorridas com salmão *Oncorhynchus nerka* e *Oncorhynchus tshawytscha*, verificaram que existia uma grande correlação da mortalidade nas primeiras 24 horas de aclimatação em água salgada com o nível de íons na hemolinfa. Este se constituiu no melhor indicador para o sucesso da adaptação à nova pressão osmótica. FINSTAND & THOMASSEN (1991), estudaram o efeito de 5 dietas diferentes, fornecidas na fase de água doce, na

habilidade de osmorregulação da truta, *Oncorhynchus mykiss*, na passagem para água salgada, observando a importância de uma dieta rica em ácidos graxos insaturados, para prevenir uma elevada mortalidade, principalmente quando o cultivo se realiza a baixa temperatura. Quando o salmão é colocado abruptamente na água salgada observam-se grandes mudanças fisiológicas, as quais podem ocorrer com sucesso, permitindo a sobrevivência e posterior adaptação ao novo meio. Este importante tema tem sido muito negligenciado pela pesquisa (EDDY, 1982).

3.3.- Componentes do sabor de animais aquáticos.

A produção, o processamento e a distribuição dos produtos oriundos da aquicultura estão sob um controle maior quando comparados com aqueles provenientes da pesca extrativa, permitindo a oportunidade para adequação dos parâmetros que afetam o controle do sabor, embora sejam poucas as pesquisas realizadas neste sentido (JOHNSEN, 1989).

MORH (1986), concluiu que são necessários conhecimentos sobre a relação entre os métodos de cultivo, fatores nutricionais e a qualidade do pescado como alimento, que até o presente momento são muito limitados, tornando este tema uma rica área para futuras pesquisas.

O sabor dos peixes, crustáceos e moluscos é originado a partir de componentes extratáveis de baixo peso molecular, solúveis em água ou, na saliva, no momento da mastigação. Os componentes extratáveis são mais abundantes nos crustáceos e moluscos

que nos peixes, o que influencia na melhor palatibilidade dos primeiros (KONOSU & YAMAGUCHI, 1982).

3.3.1.- Componentes extratáveis

Os componentes extratáveis podem ser divididos em dois grandes grupos. A primeira categoria refere-se a componentes nitrogenados não protéicos que incluem, principalmente, aminoácidos livres, compostos quaternários de amônia e nucleotídeos. A segunda categoria a integram os compostos não nitrogenados tais como ácidos orgânicos, açúcar e compostos inorgânicos.

Os aminoácidos livres, principalmente em crustáceos, além de serem considerados como parâmetro para determinar a deterioração bacteriana, também tem uma participação importante para caracterizar o sabor típico do camarão (RANGASWAMY et alii, 1970). Segundo ROBERTSON & COWEY (1992), os aminoácidos livres presentes no músculo representam um balanço entre aqueles introduzidos desde a digestão das proteínas e da quebra da proteína celular e aqueles utilizados para a síntese da proteína e como fonte de energia.

Os extratos musculares de camarão e lagostas são similares aos de outros invertebrados marinhos, caracterizando-se pela grande quantidade de glicina livre. Foi observado por KONOSU (1979), que o conteúdo de glicina livre estava diretamente relacionado com a maior palatibilidade, sugerindo que este aminoácido tem uma importante participação na contribuição do sabor adocicado. Além disso, a alanina, prolina e serina, as quais também apresentam um sabor doce (BIRCH &

KEMP, 1989) podem contribuir na formação do sabor característico do camarão. O ácido glutâmico, embora não proporcione um sabor doce, atua como realçador do sabor dos outros aminoácidos (MAGA, 1988).

O camarão de água doce, *Macrobrachium rosenbergii*, apresenta um perfil de aminoácidos livres relativamente semelhantes àqueles encontrados em camarões marinhos, mas em proporções mais reduzidas, o que ocasiona um produto com pouco sabor característico. Estudos realizados por REED & D'ABRAMO (1989), com camarão *Macrobrachium rosenbergii* verificaram que os aminoácidos responsáveis pelo sabor típico de camarão participavam com 70% dos aminoácidos livres totais, chegando a uma concentração de 1.286mg/100g de cauda. Segundo pesquisas realizadas com camarão *Penaeus japonicus* por MATSUMOTO & YAMANAKA (1990b), os mesmos aminoácidos livres, anteriormente mencionados, correspondem a 72% do total, tendo uma concentração de 2.888 mg \100g de cauda, conteúdo bem superior aos obtidos, com a mesma espécie, por KONOSU et alii (1978) e HUIJITA et alii (1972), cuja concentração de aminoácidos livres que participam do sabor foram 1.711 e 1.635mg\100g de cauda, respectivamente.

Estudos realizados por D'ANIELLO (1980), verificaram que os aminoácidos livres que participam do sabor característico do camarão correspondem a 77 e 86% do total de aminoácidos livres encontrados em *Palaemon serratus* e *Pallaemon xyphias*, respectivamente.

As pesquisas mais detalhadas para identificar os componentes que participam do sabor do caranguejo, *Chionoetes opilio*,

foram realizadas no Japão, inicialmente estudando a composição dos aminoácidos livres (KONOSU et alii, 1978; MIYAGAWA et alii, 1979), depois os nucleotídeos e as bases orgânicas (HAYASHI et alii, 1978) e por último, os ácidos orgânicos, açúcares e minerais (HAYASHI et alii, 1979). A partir destas informações e aplicando o teste de omissão, verificou-se que o núcleo do sabor da carne de caranguejo cozida foi obtido sinteticamente pela inclusão de arginina, ácido glutâmico e glicina, acrescido da adenosina 5' monofosfato-AMP e da guanosina 5' monofosfato-GMP no que diz respeito aos nucleotídeos e, por último, os íons de sódio e cloro referente aos íons inorgânicos. Com uma participação secundária, porém importante, apresentam-se a alanina, citidina 5' monofosfato-CMP, betaina e os íons de potássio e fosfato (HAYASHI et alii, 1981a). Este resultado foi obtido a partir do estudo realizado por HAYASHI et alii (1981b), no qual foram comparados o extrato natural e sintético da carne de caranguejo, avaliando-se 18 características de gosto.

Os moluscos aparecem entre os peixes e crustáceos com relação à quantidade de aminoácidos livres. Comumente apresentam quantidades elevadas de alanina, taurina, prolina e arginina, porém, seus níveis variam muito de espécie para espécie, em contraste com os crustáceos. Em moluscos a alanina constitui-se no principal aminoácido livre participando com mais de 50% do total, ao contrário dos crustáceos que tem a glicina como principal aminoácido (HENRY et alii, 1980; KONOSU & YAMAGUSHI, 1982).

ROBERTSON & COWEY (1992), estudaram a participação dos diferentes compostos nitrogenados não protéicos no músculo de três invertebrados marinhos, incluindo as análises de

aminoácidos, urea, óxido de trimetilamina, betaína, adenosina trifosfato e amônia. Das três espécies analisadas, a lagosta, *Nephrops norvegicus*, apresentou o maior conteúdo de compostos nitrogenados não protéicos, ou seja, 616 mM de NNP/kg de H₂O, com os aminoácidos participando com 77% e o óxido de trimetilamina e betaína com 10 e 11%, respectivamente. No polvo, *Eledone cirrhosa*, o total de compostos nitrogenados analisados foi um tanto menor, 421 mMol/kg de H₂O ou seja 68% do conteúdo da lagosta. A betaína participou com 24% e o óxido de trimetilamina, somente com 8%, mas uma grande proporção destes compostos nitrogenados corresponde aos aminoácidos, que participam com 66%. Nesta espécie, 200 átomos-N não foram identificados. Com relação ao caranguejo, *Limulus polyphemus*, teve 443 átomos-N não identificados, de um total de 684 átomos-N. Os outros elementos analisados tiveram uma participação pouco representativa. A osmolaridade da hemolinfa foi 957, 969 e 953 mOsm/kg de H₂O para lagosta, polvo e caranguejo, respectivamente.

Com relação aos peixes, embora tenham uma menor quantidade de aminoácidos livres quando comparados com os crustáceos e moluscos, suas principais características são a elevada quantidade de histidina, principalmente em peixes migratórios, e de taurina, nos peixes de carne branca, sejam de água doce ou água salgada (KONOSU & YAMAGUSHI, 1982). Embora a histidina e a taurina se apresentem em grande quantidade em peixes, a sua participação no sabor não está bem definida (KONOSU, 1979).

3.3.2.- Fatores que influenciam nos componentes extratáveis.

Os fatores que têm uma grande influência na composição dos componentes extratáveis, além do fator genético, o qual é responsável pelo sabor característico, são a salinidade, alimentação, estação do ano, procedência e o frescor (KONOSU & YAMAGUCHI, 1982).

3.3.2.1.- Salinidade

Pesquisas realizadas por McCOID, et alii (1984), tiveram o objetivo de verificar as mudanças dos aminoácidos livres em camarão *Penaeus vannamei*, submetidos gradualmente a diferentes salinidades. O *Penaeus vannamei* no seu ambiente natural (3,5% de salinidade) tinha uma concentração de 25,77mMol de N-AAL/100g de cauda. Quando os mesmos camarões foram submetidos a 1, 2, 3, 4, 5, e 6% de salinidade apresentaram variações de -9,9, -5,2, -0,5, 5,7, 11,4 e 31,3% de aminoácidos livres com relação à concentração inicial. Contudo, além dos aminoácidos, tanto os íons inorgânicos como o conteúdo de umidade desempenham um papel importante durante a osmorregulação de animais aquáticos, PAPADOPOULOS & FINNE (1984) estudaram o efeito destes elementos após a aclimação do *Penaeus aztecus* a salinidades de 1 e 5%; tendo como referência uma salinidade de 2,5%. Com relação a umidade, já na primeira hora de aclimação apresentou diferença significativa, ao comparar a umidade às salinidades de 1 e 5%. Os camarões expostos a água de mar diluída e concentrada tiveram um aumento e diminuição de umidade na cauda,

respectivamente. Este processo continuou através das primeiras 12 horas, voltando depois ao nível de umidade que tinham inicialmente. Por sua vez, as mudanças de cloro no tecido, calculadas como NaCl, tiveram também diferenças significativas, na primeira hora de exposição, chegando a um valor máximo após 8 horas. Quando foi aclimatado a 5% de salinidade, o camarão teve aproximadamente 0,7% de NaCl muscular contra 0,2% daquele submetido a 1%.

Os mesmos autores, PAPADOPOULOS & FINNE (1986), estudaram o efeito da salinidade nas características sensoriais do camarão de água salgada, *Penaeus vannamei*. Os camarões foram aclimatados a 1, 3 e 5% de salinidade, avaliando-se o seu gosto através de uma equipe treinada. Os resultados da aplicação do teste triangular mostraram uma diferença significativa de gosto entre o camarão submetido a 1 e 5% e 3 e 5%, mas não entre 1 e 3% de salinidade. Resultado similar foi obtido com o conteúdo de aminoácidos livres.

O conteúdo de lipídeos do camarão de água doce, *Macrobrachium rosenbergii*, foi bem maior daquele encontrado em camarão de água salgada, *Penaeus aztecus*, 3,18 e 1,33%, respectivamente. Esta variação foi devido às concentrações mais elevadas de triglicérides em *Macrobrachium rosenbergii* (730mg/g de gordura), quando comparados com o camarão de água salgada (213mg/g de gordura). Além disso, os ácidos graxos polinsaturados W-6 predominam no camarão de água doce, enquanto os W-3 prevalecem no *Penaeus aztecus*, principalmente devido à grande concentração de ácido linoléico do primeiro (16,2 vs 2,9%). Sugere-se que estas diferenças podem contribuir para a curta vida útil do *Macrobrachium rosenbergii*. É necessário salientar que o *Penaeus aztecus* deste experimento, foi

capturado de seu ambiente natural (CHANMUGAM et alii, 1983). Pesquisas efetuadas por O'LEARY & MATTHEWS (1990), verificaram que o camarão *Penaeus monodon*, proveniente do cultivo, tinha 9,8% de 18:2n-6, enquanto o silvestre apresentava uma concentração bem menor, ou seja 1,9%.

Estudos realizados por GERARD & GILLES (1972), observaram que os aminoácidos livres do caranguejo *Callinectes sapidus*, tiveram uma redução de 416,25 para 301,81 mMol/kg de H₂O tecidual, quando transferidos da água salgada para outra com 50% de diluição. O conteúdo de glicina, principal aminoácido responsável pelo sabor, teve uma redução de 22%.

OHSIMA et alii (1991), estudaram os precursores de odor da lula, *Torarodes pacificus*. Para elucidar a participação de cada componente foi preparado um extrato artificial, e aplicando o teste de omissão verificou-se os principais componentes que participam do odor. Além da importância dos aminoácidos livres na composição do odor, estabeleceu-se que o extrato artificial sem a adição seja da octopina ou ribose apresentava um odor fraco, bem como a presença dos íons de zinco e dos compostos fosforados aceleravam o desenvolvimento do odor da carne cozida de lula.

Com relação a adaptação de peixes, embora não se tenham acompanhado as mudanças de sabor, também sofrem modificações na sua composição quando são transferidos de água doce para a água salgada. VENKATACHARI (1974) observou que a *Tilapia mossambica*, aumentou de 552 para 1009 mg de AAL/100 g de músculo, quando transferida para água salgada. Pesquisas realizadas por

DAIKOKU & SAKAGUSHI (1990), verificaram que a óxido de trimetilamina aumentou de 2 para 12 mg/100g ao transferir a enguia *Anguilla anguilla*, da água doce para a água salgada.

3.3.2.2.- Alimentação.

São poucas as pesquisas, principalmente em crustáceos, que relacionam o efeito da alimentação no sabor da porção comestível. Informações obtidas por EYS (1990), revelam que os importadores japoneses recomendavam aos produtores de camarão de Taiwan, para usar uma ração especial, de marca comercial específica, com vistas a ter um camarão com sabor mais intenso.

É necessário destacar, através de estudos realizados por REED & D'ABRAMO (1989), a verificação da não existência de uma relação entre os aminoácidos proporcionados na dieta com os aminoácidos livres encontrados no líquido intracelular do músculo do camarão *Macrobrachium rosenbergii*. Estes últimos, de maneira geral, são os maiores responsáveis pelo sabor dos crustáceos e moluscos (PAPADOPOULOS & FINNE, 1986). Resultados diferentes deste, embora trabalhando em condições extremas, foram apresentados por YOKOYAMA & NAKAZOE (1991), os quais estudaram o efeito dos níveis de proteínas na dieta sobre o conteúdo de aminoácidos livres encontrados no tecido da truta, *Oncorhynchus mykiss*. Foi formulada uma dieta com alto conteúdo de proteínas (50% de caseína) e outra com baixo teor de proteína (5% de caseína), procedendo posteriormente à alimentação dos peixes por 15 dias, ao término do qual, as trutas

apresentaram uma concentração de aminoácidos livres de 34,1 e 19,1 $\mu\text{mol/g}$ de tecido, respectivamente.

SMITH et alii (1988), estudaram a influência da fonte de proteína no sabor da truta, *Salmo gairdneri*. As trutas foram alimentadas durante um ano com dietas isocalóricas e com a mesma concentração de nitrogênio, sendo que em uma, a fonte protéica era a base de proteína vegetal (farinha de soja e algodão), e em outra, de proteína animal (farinha de peixe). Não foram encontradas diferenças significativas quando se analisou o sabor das trutas alimentadas com dietas compostas de ambas as origens. SHIRAI et alii (1988), analisaram o conteúdo de nucleotídeos e compostos correlatos bem como de OTMA, TMA e betaina em 5 espécies de salmão do pacífico. O 5'inosina monofosfato, inosina, hipoxantina e OTMA foram os compostos dominantes no músculo cru. A betaina também foi encontrada em grande quantidade, principalmente nas fêmeas. Após o cozimento dos filés, observou-se uma redução de IMP e OTMA, formando a equivalente quantidade de inosina+hipoxantina e TMA, respectivamente.

JOHNSEN (1989), verificou, após estudar diferentes dietas fornecidas a catfish, *Ictalurus punctatus*, que o sabor típico do catfish é originado das características fisiológicas intrínsecas da espécie, não tendo a sua alimentação uma participação direta. Esta afirmação foi consubstanciada pelos resultados apresentados por JOHNSEN & DUPREE (1991), com relação ao estudo da influência dos ingredientes que participam na composição da ração sobre a qualidade do sabor do catfish, *Ictalurus punctatus*. Foram avaliados o efeito das rações elaboradas a partir de 21 ingredientes tradicionais diferentes e correlacionados com o sabor da carne do catfish, concluindo que não

foram encontradas diferenças significativas no sabor. Este resultado sugere que as empresas de cultivo de catfish possam usar formulações de baixo custo uma vez que os ingredientes utilizados não afetam a qualidade do sabor.

Estudos realizados por DAIKOKU & SAKAGUSHI (1992), verificaram que ao alimentar a enguia, *Anguilla anguilla*, com uma dieta que incluía uma solução de 5ml de 0,118% de TMA durante 4 semanas, o músculo continha uma quantidade de 2,7 e 22,9 mg/100 g de TMA e OTMA, respectivamente. Por sua vez, quando as enguias foram alimentadas com uma dieta normal apresentavam concentrações de 0,5 mg/100 g de TMA e de 1,7 mg/100 g de OTMA. Sugere-se a existência de uma enzima que tem a função de acumular OTMA no corpo, e ainda como a TMA é considerada tóxica para o peixe, a mesma é convertida a OTMA. Estudos realizados por AMANO (1971), tinham observado que os arenques capturados na estação de inverno eram de qualidade inferior aos de verão, devido à presença de uma maior quantidade de OTMA.

É necessário destacar que a literatura, de maneira geral, atribui o sabor das espécies aquáticas aos compostos de pequeno peso molecular, solúveis em água, como os compostos de nitrogênio não protéico e sais inorgânicos, não estabelecendo nenhuma participação dos lipídeos. Segundo REIGH et alii (1989), a composição de ácidos graxos de camarões de água doce é mais parecida a peixes de água doce que a camarões marinhos. TOMASSEN & ROSJO (1989), pesquisaram rações com diferentes fontes de lipídeos e os seus efeitos nos parâmetros sensoriais e composição dos ácidos graxos no músculo do salmão, *Salmo salar*. Foram comparadas quatro rações nas quais foi mudada somente a fonte lipídica, adicionada numa proporção de 13%, quais sejam: óleo de

girassol com baixo teor de ácido erúcido, óleo de girassol com elevado conteúdo de ácido erúcido, óleo de soja e óleo de peixe, este último usado normalmente na formulação de rações para salmão. Os resultados evidenciaram que existia diferenças significativas em termos de cor, odor e sabor da carne do salmão, entre a ração que usa como base óleo de peixe e as outras que utilizaram óleos vegetais. Verificou-se também, que a composição de ácidos graxos das diferentes fontes lipídicas afetou a composição da carne, especialmente no decréscimo da relação de W_3/W_6 quando foram utilizados óleos vegetais. Resultados similares foram obtidos por JOHANSSON et alii (1991), quando incluíram na ração de truta, *Oncorhynchus mykiss*, concentrado protéico de folhas. Constatou-se que a carne da truta não tinha o sabor levemente acidulado característico quando foi incluída na dieta o concentrado protéico de folhas, em teores de 25 e 45 %.

É interessante observar que frangos alimentados com rações que continham 4, 8 e 12% de farinha de peixe, embora não tenham apresentado diferenças significativas no sabor da carne, observou-se uma tendência para indicar como última preferência o frango alimentado com 12% de farinha de peixe (RATNAYAKE et alii, 1989). LIN et alii (1989), observaram que ao utilizar fontes lipídicas oxidadas nas rações de frango, a carne apresentava uma rápida oxidação quando armazenada sob refrigeração ou congelada. Ainda foi demonstrado por ASGHAR et alii (1990) que a inclusão de alfa-tocoferol na ração de frango pode ajudar a estabilizar a carne durante a estocagem refrigerada ou congelada.

EDMUNDS & LILLARD (1977), estudaram os precursores do aroma em animais marinhos e terrestres, observando que em camarões, *Penaeus setiferus*, os componentes lipídicos emulsificados

ou solubilizados em água foram significativamente melhores que os compostos não polares na produção do aroma típico do camarão, enquanto na carne de porco os compostos solúveis em água não tinham importância no aroma.

3.3.2.3.- Estação do ano.

É natural acreditar que a variação sazonal nos componentes extratáveis das espécies adultas esteja relacionada com o período de desova.

O camarão, *Oratoquilla oratolia*, apresenta no inverno um sabor bem mais adocicado que no verão. HIRANO et alii (1992), analisaram os componentes extratáveis do *Oratoquilla oratolia*, no decorrer do ano. No mês de dezembro e março (inverno) a glicina foi o aminoácido que mostrou uma maior variação, apresentando 1.390 e 1.480 mg/100g, contra 526 e 635 mg/100g em maio e agosto (verão), respectivamente, este último período coincide com a época de reprodução, no qual aumenta a concentração de arginina. Sabe-se que a glicina é o aminoácido que mais contribui com o sabor típico do camarão (KONOSU, 1979). Tanto a OTMA como a betaína não apresentaram variações que pudessem correlacioná-las diretamente com as estações do ano. Resultados similares foram apresentados por KONOSU & YANAGUSHI (1982), os quais mostraram que a concentração de glicina, em camarão, *Penaeus japonicus*, foi ao redor de 1.500mg/100g em janeiro, e começou a descer no mês de maio, chegando a um mínimo de cerca de 700mg/100g entre junho e setembro. Em contraste, o conteúdo de arginina apresentou mudanças opostas, verificando-se que a soma

destes dois aminoácidos não sofreu variações no decorrer do ano. SAKAGUSHI & MURATA (1989), analisaram a influência da variação sazonal nos aminoácidos livres encontrados na ostra *Crassostrea gigas*. Foi verificada a existência de uma marcada variação dos aminoácidos livres com relação à variação sazonal, apresentando valores máximos entre novembro e março e mínimos ao redor de agosto, sugerindo que as ostras são mais palatáveis no inverno e perto da primavera, que no verão. Resultados opostos são encontrados em arenque, cuja qualidade é considerada melhor no verão. Isto é devido a que no inverno esta espécie apresenta maior concentração de OTMA (AMANO, 1971). É de conhecimento geral que a OTMA se degrada a TMA, composto responsável pelo sabor forte do pescado. (HUIDOBRO & TEJADA, 1990).

ENDO et alii (1974), verificaram em "yellowtail" *Seriola quinqueradiata*, que entre os compostos nitrogenados extratáveis que apresentavam maiores mudanças com relação à variação sazonal eram a OTMA, a creatina e a histidina.

3.3.2.4.- Procedência.

Grandes esforços estão sendo realizados para manter as características sensoriais dos crustáceos, moluscos e peixes cultivados artificialmente, similares às apresentadas pelas espécies capturadas no seu ambiente natural. Isto porque para algumas delas, como é o caso do salmão, o preço do produto cultivado é menor.

O "ayu", *Plecoglossus altivelis*, é considerado um dos mais saborosos pescados de água doce no Japão. SUYAMA et alii (1977), pesquisaram as diferenças na composição centesimal, aminoácidos livres e compostos correlatos entre o ayu proveniente de cultivo e o silvestre. Na composição centesimal observou-se que a maior diferença residia na percentagem de água e de gordura. Enquanto a umidade do ayu silvestre ficava ao redor dos 80%, o de cultivo apresentava valores bem menores, cerca de 75%. Situação inversa foi observada com relação a gordura, a qual, em condições normais era três vezes maior no músculo de ayu cultivado. Somente na época de reprodução o ayu silvestre apresentava concentrações de gordura similares ao de cultivo. Com relação aos aminoácidos livres e compostos correlatos observou-se que a concentração de anserina, glicina, alanina e lisina ocorreram em maiores quantidades em ayu proveniente da captura no seu meio natural. Pesquisa similar foi realizada por ENDO et alii (1974) com "yellowtail", *Seriola quinqueradiata*, os quais estudaram os componentes extratáveis do músculo de ambas as procedências. Foi observado que tanto a histidina como a OTMA foram mais elevadas no "yellowtail" silvestre. Testes de sabor foram realizados a partir de um extrato do músculo preparado com água quente, verificando-se que o "yellowtail" silvestre era mais saboroso que o de cultivo. HUME et alii (1972), compararam o sabor da solha de cultivo com a silvestre e os resultados indicaram que, embora exista uma diferença de sabor, os degustadores não foram capazes de descrever esta diferença com total exatidão.

KONOSU & YAMAGUSHI (1982), apresentaram os constituintes nitrogenados em extrato muscular do "red sea bream",

"yellowtail" e "ayu", provenientes de cultivo e silvestre, não encontrando grandes diferenças. Acredita-se que a diferença no sabor pode ser atribuída à maior concentração de gordura no músculo das espécies cultivadas. Resultados diferentes foram obtidos por MORISHITA et alii (1989), com relação aos compostos nitrogenados extratáveis do "red sea bream", *Chrysophrys major*. Esta espécie proveniente de cultivo, apresentava um conteúdo menor de óxido de trimetilamina e de vários aminoácidos livres, particularmente taurina, lisina, alanina e ácido glutâmico, porém continham maior quantidade de histidina, quando comparado com o "red sea bream" silvestre. Também, MORISHITA et alii (1988), verificaram que o "red sea bream", *Chrysophrys major*, obtido do cultivo tinha 3,6 vezes mais gordura quando comparado com o silvestre. Resultados similares foram obtidos por NETTLTON & EXLER (1992) com outras espécies. O catfish, *Ictalurus punctatus* e o salmão, *Oncorhynchus kisutch* cultivados, tinham respectivamente 5 e 2,5 vezes mais gordura quando comparados com os peixes silvestres. HATAE (1990), avaliou sensorialmente o "red sea bream", *Chrysophrys major*, linguado, *Paralichthys olivaceus* e "yellowtail", *Seriola quinqueradiata*, proveniente de cultivo e silvestre. É interessante observar que, embora em todas as espécies o sabor dos peixes silvestres tenha sido melhor do que os de cultivo, a diferença foi mais nítida na carne crua, tanto no "red sea bream", como no "yellowtail". Enquanto no linguado, somente a carne cozida apresentou diferença significativa. Este resultado é contraditório uma vez que a diferença do conteúdo de lipídios do linguado, de ambas as procedências, quase não existia. Situação inversa ocorre em "red sea bream" e "yellowtail" que apresentaram teores de lipídeo de 2,8 e 1,3%

para o primeiro e 8,1 e 2,8% para o segundo, considerando as espécies cultivadas e silvestres, respectivamente.

Pesquisa realizada por TUCKER et alii (1985), entre robalos obtidos de seu ambiente natural marinho e aqueles cultivados em água salgada e em água doce, durante 15 semanas, não encontraram diferenças significativas ao avaliar 18 características sensoriais da carne cozida, por uma equipe de 10 voluntários. A quantidade de lipídios foi de 0,47, 0,75 e 0,83%, respectivamente.

A composição de lipídios e ácidos graxos no músculo de salmão, *Oncorhynchus kisutch*, oriundo de cultivo e silvestre foi estudada por YAMAGUSHI et alii (1988). Uma grande diferença foi observada na concentração de lipídios. Enquanto os lipídios do músculo do salmão cultivado variavam entre 17,4 e 20,2%, o silvestre não passava dos 5,2%. Com relação aos ácidos graxos, ao passo que o salmão proveniente de cultivo, tinha uma maior concentração de ácidos graxos poliinsaturados, o silvestre apresentava uma percentagem maior de monoinsaturados.

O'LEARY & MATTHEWS (1990), estudaram as classes de lipídios, bem como a composição dos ácidos graxos do camarão *Penaeus monodon*, cultivado e silvestre. Os níveis de lipídios do músculo do *Penaeus monodon* cultivado e silvestre foram similares, 4,35 e 4,66%, respectivamente. Os lipídeos do músculo do camarão silvestre são compostos principalmente por fosfolipídeos (70,5%), triglicerídeos (2,9%) e colesterol (19,84%), enquanto os cultivados apresentaram menor concentração de fosfolipídeos (57,0%) e maior de triglicerídeos (8,46%) e colesterol (24,17%). Sugere-se que o menor nível de fosfolipídeos nos

camarões cultivados deve-se ao início de deterioração da ração fornecida, uma vez que esta apresentava níveis elevados de ácidos graxos livres. Com relação aos principais ácidos graxos que compoem os fosfolipídeos do músculo do camarão silvestre, destacam-se o 22:6n-3 (15,5%); 20:5n-3 (13,6%); 18:0 (13,2%); 16:0 (13,0%); 20:4n-6 (12,9%); 18:1n-9 (8,4%); 16:1 (5,3%) e 18:2n-6 (1,9%). Por sua vez, os ácidos graxos dos fosfolipídeos do *Penaeus monodon* cultivado foram similares aos silvestres, exceto que os níveis de 18:n-6 foram mais elevados (9,8%) e 16:0 (1,79%) e 20:4n-6 (4,9%) foram menores.

3.3.3.5.- Frescor.

O frescor é o principal fator que influencia no sabor. É bem conhecido que algumas espécies melhoram o sabor algum tempo após a morte. Isto pode ser explicado pela grande diversidade de reações, principalmente enzimáticas, que conduzem ao aumento ou diminuição de aminoácidos livres, nucleotídeos, etc., durante a estocagem (KONOSU & YAMAGUCHI, 1982).

THOMSON et alii (1980), recomendam que antes de realizar o estudo de estocagem de produtos pesqueiros é necessário, primeiro, identificar os componentes que participam do sabor das espécies, previamente cozidas, de maneira a conhecer com maiores detalhes as causas da mudança de sabor que ocorrem na armazenagem.

É de conhecimento geral que o camarão perde sabor no decorrer da estocagem com gelo. Estudos realizados por McCOID et alii (1984), estabeleceram que existia uma correlação entre a perda de

aminoácidos livres na cauda do camarão *Penaeus setiferus*, e o aumento da carga bacteriana. Após o sétimo dia, a concentração de N-aminoácidos decresceu aproximadamente 44%, de 20,4 para 11,4mM/100g. Neste período, os camarões ainda eram considerados de boa qualidade, e apresentavam uma contagem total de bactérias aeróbicas de $9,3 \times 10^5$ unidades formadoras de colônias/g. Quando esta contagem aumentou para 10^7 , após o nono dia, 60% da concentração de N-aminoácidos tinha sido perdida. Resultados similares foram obtidos por COBB III et alii (1974), mas, verificou-se também que grande parte da perda de aminoácidos livres era devida a fatores de ordem física e não a transformações bioquímicas. Quando o camarão é colocado diretamente em contato com gelo, a água de fusão retira da superfície as substâncias solúveis em água, ou seja, entre outros, os aminoácidos livres. Nesta pesquisa também o camarão foi estocado no gelo, mas sem um contato direto de ambos, e verificou-se após 6 dias uma concentração de aminoácidos livres similar ao estado inicial. Ainda, COBB III et alii (1976), observaram que a relação entre N-bases totais e N-aminoácidos não aumentavam significativamente até que o nível de bactérias não alcançasse 10^7 /ml de exsudado.

FLORES & CRAWFORD (1973), encontraram que o sabor do camarão do pacífico, *Pandalus jordani*, medido pela suculência, melhorou nos primeiros 4 dias de estocagem no gelo. Depois deste período a tendência é de valores decrescentes, embora ao final do oitavo dia a suculência não modificou-se significativamente com relação ao primeiro dia.

A mudança do perfil de aminoácidos livres do músculo do caranguejo *Chionoectes opilio* durante a estocagem no gelo

foi estudada por MIYAGAWA et alii (1990). Neste estudo verificou-se que a concentração de glicina, arginina e prolina, que juntos tem 68% do total de aminoácidos livres, aumentou nos três primeiros dias de acondicionamento no gelo e logo decresceu. Igual comportamento teve o pH. Também verificou-se que na medida em que a concentração de arginina diminuía, o conteúdo de ornitina e uréia aumentava. A atividade da enzima arginase foi detectada ser maior a pH alcalino.

MATSUMOTO & YAMANAKA (1990a), observaram que durante a estocagem a temperatura de refrigeração do camarão, *Penaeus japonicus*, a concentração do ATP decresce rapidamente, enquanto a AMP e IMP são acumulados. O *Penaeus japonicus* quando alcança um valor K correspondente a 20% identifica o início da sua deterioração. NAKAMURA & ISHIKAWA (1986), estabeleceram organolepticamente que os camarões *Penaeus japonicus*, para a preparação de shashimi ou sushi tinham um tempo máximo de 3 dias armazenados a 2° C.

MATSUMOTO & YAMANAKA (1990b), estudaram as mudanças da concentração de aminoácidos livres do *Penaeus japonicus*, armazenados a temperaturas de 0 e 5°C. Os aminoácidos livres dos camarões armazenados a 5°C apresentaram um decréscimo no primeiro dia, aumentando no quarto dia, para depois apresentar uma redução novamente. Comportamento similar foi encontrado para os camarões estocados a 0°C, mas, o aumento dos aminoácidos livres somente ocorreu no nono dia. Este aumento de aminoácidos livres foi explicado através da ocorrência da proteólise, e o decréscimo parece ser resultado da quebra dos aminoácidos livres por descarboxilação e desaminação produzida pelas bacterias.

A temperatura é um fator importantíssimo na determinação da vida de prateleira. De acordo com a avaliação sensorial, foi estabelecido em 13, 7 dias e 3 horas o tempo máximo de vida de prateleira para camarões *Penaeus merguensis*, estocados a 0, 15 e 35°C, respectivamente (SHAMSHAD et alii, 1990). SHABAN et alii (1987), estudaram o efeito de diferentes temperaturas de estocagem congelada do camarão *Penaeus japonicus*, concluindo que -40°C é razoável para manter a qualidade por um longo período de estocagem, por sua vez, a temperatura de -20°C o tempo de estocagem fica limitado a poucos meses.

REDDY et alii (1981), estudaram as mudanças de ácidos graxos e da qualidade do camarão, *Macrobrachium rosenbergii*, armazenado sob congelação. Embora os ácidos graxos, especialmente os insaturados, apresentassem uma redução no decorrer dos 6 meses a -18°C, não foi detectado sabor a ranço, neste período, que comprometesse a qualidade do produto.

3.4.- A textura do camarão *Macrobrachium rosenbergii*.

A textura é avaliada através das propriedades físicas, seja pelos olhos, dedos e pela boca, no momento da mastigação. O alimento de uma maneira geral, é dividido durante a primeira mastigação, logo é reduzido em pequenos pedaços até que o alimento é ingerido. Durante este processo, mudanças de tamanho e formas do alimento e suas características superficiais são percebidas (IZUTSU & WANI, 1985).

Segundo LUND (1982), a textura, sabor e aparência são talvez as características mais importantes do alimento devido a que são atributos que o consumidor realmente pode avaliar.

3.4.1.- Definição da textura do camarão *Macrobrachium rosenbergii*

De forma geral, não existe dúvida de que o sabor e a textura são duas características da carne que contribuem mais para a sua aceitação.(PEARSON et alii, 1983). Embora tenha-se estabelecido que a aceitação do pescado cozido depende mais do sabor que da textura(RASEKH alii.,1970), também tem sido demonstrado que a textura é uma determinante da aceitação, especialmente para pescados com características de sabor suave (WESSON et alii., 1979), característica esta, que identifica o camarão *Macrobrachium rosenbergii*.

Uma das características do músculo do pescado é o baixo conteúdo de tecido conetivo, pelo qual se explica a facilidade de sua desintegração após o cozimento (DUNAJSKI, 1979).

O rápido crescimento no cultivo do camarão *Macrobrachium rosenbergii*, demonstra que esta espécie é adequada para a aquicultura (KYE et alii., 1988). Já em 1981, tanto o cultivo como a produção estavam rapidamente emergindo de um estágio experimental para uma escala comercial, prevendo-se que esta espécie poderia, em pouco tempo, tomar seu lugar entre outros empreendimentos de sucesso na aquicultura, tais como o cultivo de salmão, truta, catfish e ostras (WATER & HALE, 1981). Porém, observa-se que embora tenham sido realizadas muitas pesquisas sobre nutrição, biologia e mecanismos de

crescimento, mas, poucos estudos abordam os aspectos sobre a aceitação do consumidor (ROWLAND et alii., 1982). Como consequência disso, o sucesso da comercialização desta espécie tem sido dificultado pela curta vida útil na forma refrigerada de somente 3 a 4 dias. Após este espaço de tempo, o *Macrobrachium rosenbergii* apresenta o fenômeno denominado "mushiness", que é uma pronunciada perda da integridade muscular, tornando-o inatrativo para o consumidor (KEY et alii, 1988).

A produção do *Macrobrachium rosenbergii* foi considerada de alta prioridade no Plano de Desenvolvimento da Aquacultura no Havai, em 1978, identificando também a existência de uma grande limitante, para o seu desenvolvimento, qual seja, o curto período de estocagem no gelo. Depois de 4 dias, a textura da cauda se torna "mushi" após o cozimento, sendo mais pronunciado no primeiro segmento, adjacente ao hepatopâncreas (BARANOWSKI et alii., 1984). ANGEL et alii (1986a), definiram a textura "mushi" como aquela textura que não oferece resistência à mordida e possui uma consistência farinhenta . Também, NIP et alii. (1985), identificaram o termo "mushiness" como a facilidade de separação em flocos ("flaking") do tecido abdominal do camarão cozido, principalmente no primeiro segmento, e a total carência de integridade da cauda do camarão descascado e cozido.

O Plano Nacional de Aquacultura, elaborado nos Estados Unidos, em 1980, se referiu ao problema da textura do camarão *Macrobrachium rosenbergii*, fazendo a seguinte observação: "Segundo estudos realizados sobre processos e embalagem do camarão inteiro, observa-se a necessidade de uma maior atenção. O "mushiness", junto com problemas de variação de qualidade e de embalagem do camarão

importado na forma fresca, gerou nos importadores uma opinião negativa sobre o *Macrobrachium rosenbergii*. O baixo preço oferecido ao importar este produto, comparado com o camarão marinho, de igual tamanho, reflete esta apreciação" (ROWLAND et alii., 1982).

3.4.2.- Tratamentos efetuados para impedir o "mushiness".

Existe uma conscientização geral que a mudança da textura é um grande impecilho no desenvolvimento do cultivo do camarão de água doce, *Macrobrachium rosenbergii*.(NIP & MOY, 1988; LINDNER et alii, 1988), porém, as informações tem sido conflitantes para definir o tempo em que esta característica negativa torna-se perceptível quando o camarão é acondicionado no gelo. As pesquisas realizadas no "Departament of Food Science and Nutrition of University of Hawaii" in Manoa - Honolulu (NIP et alii, 1985) e no "Departament of Animal Science Texas A&M University College Station", no Texas, Estados Unidos (ROWLAND et alii, 1982), têm estabelecido que o "mushiness" aparece depois de 3 ou 4 dias de estocagem no gelo, enquanto os trabalhos executados pelo "Departement of Food Science of Agricultural Research Organization" em Bet Dagan, Israel (LINDNER et alii, 1988; ANGEL et alii, 1985), têm mostrado que esta variação de textura somente se apresenta no oitavo dia.

Segundo ANGEL et alii (1985), esta divergência quanto ao tempo em que o "mushiness" se torna aparente, é atribuída às diferenças existentes com relação a fonte da matéria-prima. É possível que as diferenças relativas as condições de cultivo do *Macrobrachium*

rosenbergii possam ter induzido ao estresse durante o crescimento e pós-colheita.

Uma série de trabalhos têm sido efetuados para avaliar a qualidade do camarão *Macrobrachium rosenbergii*. Estudos realizados por WATERS & HALE (1981), revelaram que não existiam diferenças significativas em comparação com a amostra controle, quando os camarões foram submetido à imersão em água a 65°C por 15 segundos, ou imersos numa solução de hipoclorito de sódio (50ppm) por 1 minuto. Em todos os testes o odor à deterioração foi observado após 14 dias de estocagem refrigerada e também apresentaram uma textura mais mole decorridos 4 dias no gelo quando comparada com o estado inicial. Resultados similares foram obtidos por ANGEL et alii. (1981), com relação ao odor a deterioração, o qual foi identificado após o 16º dia.

Também, TILLMAN & FINNE (1983), verificaram que a aplicação de um branqueamento a 82°C por 3 minutos aos camarões não afetou o desenvolvimento da "mushiness". Ainda observaram que as caudas obtidas do camarão descabeçado, imediatamente após a despesca, são bem mais estáveis em termos de textura quando comparadas com as do camarão inteiro. Esta última afirmação foi confirmada por PAPADOPOULOS & FINNE (1985b). A análise de variância indicou uma diferença significativa entre o camarão *Macrobrachium rosenbergii* na forma inteira e descabeçada com relação a vários atributos de textura. Esta grande diferença observada nas duas formas de estocagem no gelo, não se aplica para os camarões do gênero *Penaeus*. Pesquisa realizada por ALVAREZ & KOBURGER (1979), não estabeleceu diferenças entre o camarão acondicionado 10 dias no gelo, na

forma descabeçada, inteiro e os primeiros 5 dias inteiro e os outros 5 dias descabeçado.

HALE & WATERS (1981), observaram que as amostras de camarão *Macrobrachium rosenbergii*, congeladas inteiras por 3 meses, perdiam a sua textura após o cozimento, porém não apresentava esta característica negativa quando foram estocadas congeladas somente como caudas. Resultados diferentes foram obtidos por NIP & MOY (1981), os quais aplicaram ao *Macrobrachium rosenbergii*, 3 tipos de congelamento, quais sejam, ar forçado, salmoura e nitrogênio líquido, e posteriormente armazenados por um mês a -18°C . Os camarões previamente descongelados foram acondicionados no gelo por 48 horas, não se observando diferenças significativas, em termos de textura quando comparados com as amostras que não sofreram congelamento. Pesquisas realizadas por GIDDINGS & HILL (1978), usando scanning ao microscópio eletrônico scanning, não estabeleceram diferenças nas modificações da estrutura da carne de caranguejo e de camarão, após cozimento, ao utilizar diferentes sistemas de congelamento. Além disso, observaram que a prática comercial normal de duplo congelamento, ao qual é submetido o camarão, não parece resultar num dano significativo dano do tecido.

Partindo da premissa que a depuração, de certo modo poderia manter o estômago e o intestino vazio e assim melhorar a qualidade post-mortem, NIP et alii (1985), submeteram os camarões por 18 horas em água corrente e limpa. Ao medir a textura das caudas cozidas provenientes de camarão submetido a depuração e seu confronto com camarões sem nenhum tratamento, verificou-se que não existiam diferenças significativas quando analisados os mesmos períodos de

estocagem no gelo, porém, na observação visual, a presença da cor preta da veia, decresceu de 82 para 47% no grupo depurado e a existência de alimento no cefalotorax decresceu de 80 para 55%. Embora a depuração melhore a aparência do produto, este tratamento causou uma mortalidade de 8% o que torna a depuração questionável.

Com a finalidade de prolongar a vida útil do *Macrobrachium rosenbergii*, ANGEL et alii (1986b), estudaram o efeito da radurização do camarão submetido a 145 e 230krad, não se estabelecendo diferenças significativas de textura entre as amostras irradiadas e não irradiadas durante a estocagem. Sugere-se que não existe relação entre o desenvolvimento do "mushiness" e a contagem de bactérias proteolíticas. Isto já tinha sido demonstrado por PREMARATNE, et alii (1986), que isolaram, enumeraram e identificaram as bactérias psicrófilas proteolíticas e colagenolíticas após 4 dias de permanência dos camarões no gelo, onde foi verificado que as bactérias proteolíticas aumentam somente após o 6º dia. Como o "mushiness ocorre depois de 4-5 dias no gelo, esta mudança de textura não pode ser atribuída à ação enzimática produzida pelas bactérias psicrófilas. Estudos realizados por ANGEL et alii (1985), demonstraram que a inoculação de bactérias proteolíticas não induz ao "mushiness", não encontrando também uma relação entre o número de bactérias proteolíticas e a mudança da textura. Nesse mesmo trabalho, também foi estudado o efeito da água de fusão do gelo nas diferentes camadas do camarão acondicionado em caixas, observando-se que os camarões estocados no fundo desenvolvem mais rapidamente o "mushiness" e, ao mesmo tempo apresentam um maior número de microorganismos que na superfície.

ANGEL et alii (1986a), pesquisaram também a relação do estágio de muda do camarão *Macrobrachium rosenbergii* com o aparecimento do "mushiness". Pelos resultados obtidos presume-se que os camarões no estado de pré-muda, são aparentemente mais propensos à degradação. Estes camarões têm uma vida útil mais curta, pois a sua degradação avança rapidamente, devido, tanto as enzimas proteolíticas, como a ação das enzimas digestivas do hepatopâncreas. No estágio de pós-muda as caudas dos camarões tendem a ser menos "mushi", uma vez que neste estágio apresentam uma maior quantidade de água. Já o estágio de inter-muda, onde o exoesqueleto e o rosto se apresentam com uma consistência dura, ao contrário dos outros dois estágios, a modificação da textura aparece de forma mais demorada.

3.4.3.- Mudanças microestruturais no músculo do camarão na estocagem refrigerada.

Pesquisas realizadas por ROWLAND et alii (1982), tiveram como objetivo analisar histologicamente o tecido muscular do camarão *Macrobrachium rosenbergii*, de forma a evidenciar a ação proteolítica causadora da "mushiness". Depois de 48 horas de estocagem no gelo, as caudas provenientes de camarão, previamente descabeçado, apresentavam uma integridade muscular da linha Z e dos miofilamentos, os quais não estavam grandemente separados, indicando que a proteína sarcoplasmática encontrava-se completamente intacta, ao contrário do camarão que permaneceu com cabeça, no qual as aberturas no sarcoplasma ficaram evidentes.

A relação da degradação das proteínas miofibrilares com as mudanças de textura durante a estocagem do *Macrobrachium rosenbergii* no gelo, durante 14 dias, foram pesquisadas por KYE et alii (1988). A degradação das proteínas miofibrilares com 113.000, 103.000 e 80.000 daltons e um aumento das sub-unidades de proteína de 25.000 e 31.000 daltons foram observadas durante o decorrer do período de estocagem, assim, este aumento de proteínas de baixo peso molecular coincide com a diminuição daquelas de elevado peso molecular, significando que a degradação das proteínas miofibrilares ocorre nos primeiros dias de estocagem no gelo. Também foi observado o desaparecimento da banda de alfa-actinina depois do 3º dia de estocagem. Estudos tem demonstrado que a alfa-actinina é libertada da linha Z como resultado da parcial degradação miofibrilar causada pela enzima de cálcio-ativada. Esta tem sido uma das principais causas do fracionamento miofibrilar. A perda de textura durante os 3 primeiros dias coincide com a completa dissolução da alfa-actinina (103.00 daltons), esta variação se torna mais evidente após o 7º dia, culminando com o desaparecimento da banda de 80.000 daltons.

Resultados similares foram encontrados por NIP & MOY (1988), ao estudar as mudanças da microestrutura das caudas de camarões, usando um microscópio eletrônico scanner (SEM). As avaliações foram realizadas nos intervalos de 0, 3, 5 e 7 dias. As observações efetuadas com o SEM mostraram que os camarões no tempo 0, apresentavam uma estrutura organizada da fibra muscular com o perimísio e o endomísio intactos. Depois de 3 dias, a estrutura muscular do camarão apresentava uma desintegração parcial do perimísio e endomísio, dividindo a fibra muscular, provavelmente devido à ação

enzimática. Por sua vez nos dias 5° e 7°, ambas as camadas se encontravam em pequenas quantidades e, totalmente desintegradas, respectivamente. PAPADOPOULOS et alii (1989), estudaram as mudanças ultraestruturais no *Macrobrachium rosenbergi*, acondicionado no gelo, usando um microscópio eletrônico de transmissão. Foi observado que após 24 horas pós-morte não houve mudanças com relação ao tempo 0, apresentando as miofibrilas totalmente intactas e a linha Z e a zona H bem definidas, sem nenhuma perda visível da sua estrutura. Depois de 3 dias, alguma perda da integridade estrutural foi aparente. A zona H chega a ser mais difusa, a linha Z começa a desintegrar-se. Por sua vez, decorridos 10 dias pós-morte, a integridade miofibrilar foi por demais perdida e a linha Z e a zona H estavam completamente ausentes. Os autores acreditam que a dissolução da linha Z poderia ser uma explicação para o desenvolvimento da "mushiness" no camarão acondicionado no gelo.

3.4.4.- Efeito das enzimas do hepatopâncreas no "mushiness".

LEE et alii (1980), estudaram a atividade específica de dez enzimas digestivas, obtidas do hepatopâncreas do camarão *Macrobrachium rosenbergii*, alimentados com uma ração comercial. Nesta pesquisa foi verificado que o extrato do hepatopâncreas apresenta uma atividade significativa das seguintes enzimas: amilase, tripsina, quimotripsina, pepsina, carboxipeptidase A e B e leucina aminopeptidase, além das enzimas lipolíticas. Este perfil de enzimas existentes no *Macrobrachium rosenbergii*, permite classificar esta espécie como onnivora.

É consenso que o "mushiness" em camarões *Macrobrachium rosenbergii*, acondicionado no gelo, não se deve à ação de enzimas endógenas do músculo. Esta característica é atribuída à difusão de enzimas proteolíticas e colagenolíticas a partir da autólise do hepatopâncreas (LINDNER et alii, 1988). Segundo LINDNER et alii (1989), a atividade proteolítica do hepatopâncreas é menos eficiente que a tripsina na degradação das proteínas miofibrilares do tecido. Por sua vez, a atividade colagenolítica do homogenizado cru do camarão difere na especificidade do substrato, quando comparada com a colagenase bacteriana.

Estudos realizados por LINDNER et alii (1988), indicaram que a tripsina e o homogenizado do hepatopâncreas incubado a 0°C com segmentos do camarão tem uma participação bem reduzida no "mushiness", embora ocorra a fragmentação de componentes de elevado peso molecular da proteína miofibrilar. Ainda observou-se que a enzima colagenase induz ao "mushiness" quando existe uma pequena quantidade de atividade proteolítica.

A atividade da enzima colagenase do homogenizado obtido do hepatopâncreas apresenta de 15 a 40 vezes maior especificidade para o colágeno insolúvel quando comparada a tripsina, estabelecendo que a atividade colagenolítica difundida desde a desintegração do hepatopâncreas pode ser a responsável pelo começo da deterioração do tecido, dando início ao "mushiness" (LINDNER et alii, 1989). Esta observação é sustentada pelos resultados conseguidos por NIP et alii (1985), que observaram um aumento do colágeno solúvel do músculo do camarão acondicionado no gelo.

É importante ressaltar que a influência de fatores biológicos do animal vivo, processos bioquímicos pós-morte, a manipulação e processamento são fatores que, além de serem especialmente importantes na conservação da qualidade, têm um impacto muito grande no comportamento da estrutura do colágeno, uma vez que este tem uma participação importante na resistência mecânica, integridade e propriedades reológicas do músculo (SIKORSKI & SCOTT, 1982).

NIP et alii (1981), caracterizaram o perfil de aminoácidos do colágeno insolúvel obtido do camarão *Macrobrachium rosenbergii*, e compararam seus resultados com um estudo similar realizado por THOMPSON & THOMPSON (1968), com camarão de água salgada, *Penaeus setiferus*. Nessa pesquisa foi observado que a concentração de hidroxiprolina e isoleucina de colágeno insolúvel do *Macrobrachium rosenbergii*, era 2,5 e 5 vezes maior, respectivamente, que o *Penaeus setiferus*. Esta diferença, somada à pequena quantidade de glicina quando comparada a outros crustáceos e moluscos, bem como à falta de hidroxilisina no colágeno insolúvel do camarão de água doce, dificultaria a formação e estabilidade da conformação elicoidal triplo, assim como a formação dos cruzamentos intra e inter moleculares. Nessas condições, a textura do músculo do camarão pode ser facilmente degradado pela ação enzimática. É importante destacar que em camarão marinho, no qual não se apresenta a característica negativa do "mushiness", a textura foi influenciada pelo pH, tempo de cozimento e de estocagem, porém, não foi afetada nem pelo método de descongelamento e tão pouco pela concentração de sólidos solúveis de seu molho de cobertura (AHMED et alii, 1972).

Em invertebrados, dez ou mais tipos de colágenos têm sido identificados. Especificamente em crustáceos, informações relativas às propriedades bioquímicas de um determinado tipo de colágeno são até agora muito limitadas. MIZUTA et alii (1991), isolaram e caracterizaram parcialmente um novo componente alfa do colágeno do camarão *Penaeus japonicus*, verificando a presença de uma elevada concentração de leucina e hidroxilisina e um baixo conteúdo de alanina.

3.5.- Efeito de estimulantes na alimentação.

O benefício da alimentação só pode ser alcançado se o alimento é digerido, isto significa que a ração deve ter uma boa aparência, em termos de tamanho, forma e cor, textura e densidade adequada, e que apresente certa característica de atratividade, isto é, cheiro e sabor. Dois tipos de estimulantes podem ser considerados para uso na aquacultura: primeiro, as fontes de ingredientes naturais que possuem propriedades de atrativos e/ou estimulantes, e a segunda, derivados químicos purificados ou sintéticos, os quais são responsáveis pelas propriedades atrativas das fontes de ingredientes naturais (TACON, 1987).

É interessante destacar, por um lado, a grande quantidade de trabalhos encontrados na literatura científica que identificam os compostos de pequeno peso molecular, como os aminoácidos livres, compostos de amônia quaternária e íons inorgânicos, como os responsáveis pela regulação osmótica. Por outro lado, também a literatura cita, principalmente a japonesa, que esses mesmos compostos têm uma participação importante no sabor dos crustáceos, moluscos e

peixes. A correlação entre ambos fatores é enfatizada em poucas publicações. Mas, geralmente não há pesquisas para relacionar os componentes que participam do sabor e da regulação osmótica com os elementos que atuam como quimioestimulantes na alimentação dos animais aquáticos, embora sejam praticamente os mesmos.

A maioria dos animais aquáticos de valor comercial tem sensores gustatórios similares ao do homem, podendo estar dentro ou fora da boca (SMITH, 1982). Nos crustáceos em geral as células quimiorreceptoras estão localizadas principalmente nas antenas. ACHE (1975), sugere que as antenas dos crustáceos tem a função de perceber à distância estímulos quimiosensoriais altamente específicos. Conclusão similar foi obtida por SHEPHEARD (1974) quando foi estudada a ação quimiorreceptora da antena da lagosta, *Homarus americanus*. HINDLEY (1975), verificou que a visão não tem uma participação importante no reconhecimento do alimento.

MACKIE & MITCHELL (1985), verificou que a terminologia usada com relação ao comportamento do animal frente ao alimento é confusa, definindo vários ativadores de comportamento:

- Atrator: um estímulo que o animal responde em direção a uma fonte aparente, possivelmente a longa distância.
- Repelente: um estímulo que causa no animal uma orientação contrária à fonte aparente.
- Incitante: um estímulo que incita a iniciação da alimentação.

- Estimulante: um estímulo que promove a ingestão e continuação da alimentação.

- Detenção: um estímulo que causa no animal uma parada do movimento com relação a fonte aparente.

- Supressora: um estímulo que inibe a iniciação da alimentação.

ADAMS & JOHNSEN (1986), sugerem o uso de uma matriz sólida, na forma de um disco, preparada à base de agar agar, para determinar os estimulantes químicos, já que além de ser barata, requer uma pequena quantidade de material de teste e proporciona informação direta sobre o consumo e preferência.

Vários trabalhos têm mostrado que substâncias nitrogenadas de baixo peso molecular apresentam uma ação quimioestimulante quando incluída na dieta dos camarões, aumentando a taxa de ingestão e melhorando o crescimento, sobrevivência e conversão alimentar (CARR, 1978; HEINEN, 1980; MEYER, 1987; COSTA-PIERCE & LAWS, 1985; DERBY & HARPAZ, 1988; HARPAZ et alii, 1987; ISHIDA & HIDAKA, 1987). É comum a adição de carne de molusco e de cefalópodos, que se caracterizam por ter um elevado conteúdo de nitrogênio não protéico, nas rações utilizadas para o cultivo de crustáceos, devido a sua atuação como quimioatratores e promotores do crescimento (DANIEL & DERBY, 1988).

PROENÇA (1990), estudou o efeito de alguns aminoácidos, compostos de amônia quaternária e nucleotídeos, bem como

três quimioatratadores comerciais no camarão *Macrobrachium rosenbergii*. Os resultados indicaram o 5'inosina monofosfato como o mais potente dentre os quimioatratadores, seguido de uma mistura em quantidades iguais de glicina e betaina e, com o mesmo efeito, uma mistura de L-aminoácidos baseada na composição do extrato de “almeja”. A inclusão da taurina e a arginina apresentaram efeitos menores, bem como a trimetilamina. Sugere-se que o resultado deste último foi aquém do esperado, devido a perda ocorrida durante o processamento e estocagem, uma vez que a TMA é considerada uma substância volátil.

Por sua vez, HARPAZ & STEINER (1990), estudaram o comportamento do *Macrobrachium rosenbergii* dentro de um aquário, após a inclusão de betaina, em diferentes concentrações, como uma forma de estudar as características quimioatratadoras, observando-se que o efeito desta depende da dosagem utilizada. HARPAZ & STEINER (1987), verificaram também que a ração à qual era incluída 0,07M de quinina, o *Macrobrachium rosenbergii* apresentava uma reação de rejeição do alimento devido ao sabor amargo. COSTA-PIERCE & LAWS (1985), estudaram o efeito da trimetilamina hidrocloreto como substância quimioatratadora para o *Macrobrachium rosenbergii*, verificando que a ração à qual tinha-se incluído uma solução aquosa de 15% de TMA apresentava um aumento significativo de sua ingestão.

DERBY & HARPAZ (1988), estudaram a fisiologia das células quimiorreceptoras do primeiro pereiópodos do *Macrobrachium rosenbergii*, usando um medidor eletrofisiológico extracelular. Foi verificado que as células foram sensíveis a um extrato aquoso de camarão, a uma mistura de sais, a arginina, taurina e betaina.

A betaína quando foi testada sozinha, apresentou somente uma modesta capacidade estimulatória em camarão *Palaemonetes pugio*. Esta atividade aumentava significativamente quando se apresentava misturada com aminoácidos (CARR, 1978). CARR & DERBY (1986), verificaram que a ação sinérgica era evidente, pois cada mistura foi mais efetiva que os componentes colocados de forma individual e, também que o grau de sinérgico varia com a composição da mistura. Esta conclusão foi obtida após estudar o efeito dos extratos de caranguejo, camarão, "mullet" e ostra como substâncias quimioatratoras em *Palaemonetes pugio*. HEINEN (1980), chegou à mesma conclusão, citando que a mistura de substâncias quimioatratoras podem ser mais efetiva que quando se apresenta em forma individual.

RITTSCHOF & BUSWELL (1989), estudaram o comportamento estimulatório com relação aos açúcares de seis átomos de carbono em três espécies de caranguejos, verificando que não existe um comportamento idêntico para as diferentes espécies. Enquanto o caranguejo, *Uca pugnax*, apresentava uma maior resposta a galactose, o *Uca pugilator* o fez para a manose. Também foi observado que os caranguejos aos quais foram retirados os olhos apresentavam uma maior sensibilidade. PEARSON et alii (1979), estudaram a habilidade quimiosensora do caranguejo *Cancer magister* com relação ao extrato de "almeja". Quando há uma abrupta mudança na orientação antenular acompanhada por um aumento da taxa de movimento das antenas, indica que o caranguejo detectou o alimento. A concentração limiar no qual 50% dos caranguejos detectam o extrato de "almeja" foi 10^{-10} g/l.

A lagosta tem sido o crustáceo mais estudado com relação ao comportamento de diferentes substâncias na ativação de estímulos alimentares. JOHNSON & ACHE (1978) e FUZESSERY et alii (1978), verificaram que a taurina se apresenta como o principal estimulante entre os aminoácidos em lagosta *Panulirus argus*. Além da taurina, WEINSTEIN et alii (1990), encontraram que a hidroxiprolina também apresentou, entre 15 aminoácidos testados, maior atividade estimulatória. DANIEL & DERBY (1988), observaram que esta mesma espécie apresentava maior resposta estimulatória a extrato artificial de caranguejo que ao extrato artificial de camarão, ostra e "mullet", em ordem decrescente.

Por sua vez, TRAPIDO-ROSENTHAL et alii (1990), verificaram que a taurina e a glicina proporcionam odores que ativam as células quimiosensoras na sensilha olfatória da lagosta, *Panulirus argus*. Também mostraram que a sensilha olfatória, localizada no filamento lateral da anténula, contém uma grande concentração intracelular de taurina ($\pm 2\text{mM}$) e glicina ($\pm 85\text{mM}$), sendo estas concentrações mais de 10.000 vezes maior que o limiar de resposta das células quimiosensoras.

ISHIDA & HIDAKA (1987), estudaram o perfil de resposta gustatória para aminoácidos, betaína e nucleotídeos em vários teleosteos marinhos, verificando que a sensibilidade para os aminoácidos varia de espécie para espécie, o mesmo para a glicina e nucleotídeos. HARADA (1987), estudou a relação entre a estrutura e a atividade de atração de certos L-aminoácidos e de lecitina em diversos animais aquáticos. Foi verificado que a atividade de atração é altamente dependente do grupo alfa-carboxila e alfa-amino. No caso da lecitina foi demonstrado que o tipo de lecitina que tem trimetil na posição alfa, e

elevado conteúdo de grupos de ácidos graxos saturados em resíduos alfa e beta são geralmente efetivos no comportamento de atração. BRYANT et alii (1989), ao estudar a relação entre a estrutura e atividade da arginina nos estímulos receptores do catfish, *Ictalurus punctatus*, observaram que a L-arginina foi fortemente estimulante, enquanto a D-arginina teve um comportamento pobre quanto a geração de estímulos.

Numerosos compostos têm demonstrado a sua capacidade para modificar as propriedades sensoriais dos alimentos, porém, em termos de potencializadores de sabor tem sido reservado a um número seletivo de compostos, dentre os quais se destacam, o glutamato monossódico e certos nucleotídeos, como a 5-inosina mono fosfato e 5'guanossina monofosfato (MAGA, 1988). Experiências realizadas com ratos, demonstraram que o sabor do glutamato monossódico induz a uma liberação de insulina na fase cefálica, como também ocorre com o sabor doce. A insulina é uma importante substância para a absorção dos aminoácidos pelos hematócitos (NIIJIMA et alii, 1990).

Em crustáceos, guardando a especificidade de cada espécie, a glicose atua como precursora de aminoácidos não essenciais, excluindo a tirosina, através do fornecimento do esqueleto de carbono, via glicólise e ciclo de Krebs (MANTEL & FARMER, 1983). Pesquisas realizadas com o caranguejo, *Petrolisthes cinctipes*, mostraram que a adição de glicose na dieta atuava como quimioatratante (HARTMAN & HARTMAN, 1977; RITTSCHOF & BUSWELL, 1989).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Instalações e Materiais

4.1.1. Infra-estrutura básica de pesquisa.

Foram instalados no Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina - CAL/UFSC, oito aquários de 1.000 litros de capacidade, providos de instalações elétrica e hidráulica, bem como de abastecimento de ar (FIGURA 3). Em cada aquário foi instalado um filtro biológico, composto de tijolos, telha de fibra de vidro, tela de nylon e pedregulhos, com o objetivo de degradar os compostos tóxicos provenientes da excreção dos próprios camarões (FIGURA 4).

Com a finalidade de manter um abastecimento contínuo de camarões *Macrobrachium rosenbergii*, foi construído sobre um tanque de terra de 10x30m (m²), uma cobertura de plástico que funcionava como estufa, para manter a temperatura acima de 20°C, ainda no inverno. Nesse viveiro eram colocados os camarões trazidos da fazenda camaroneira.

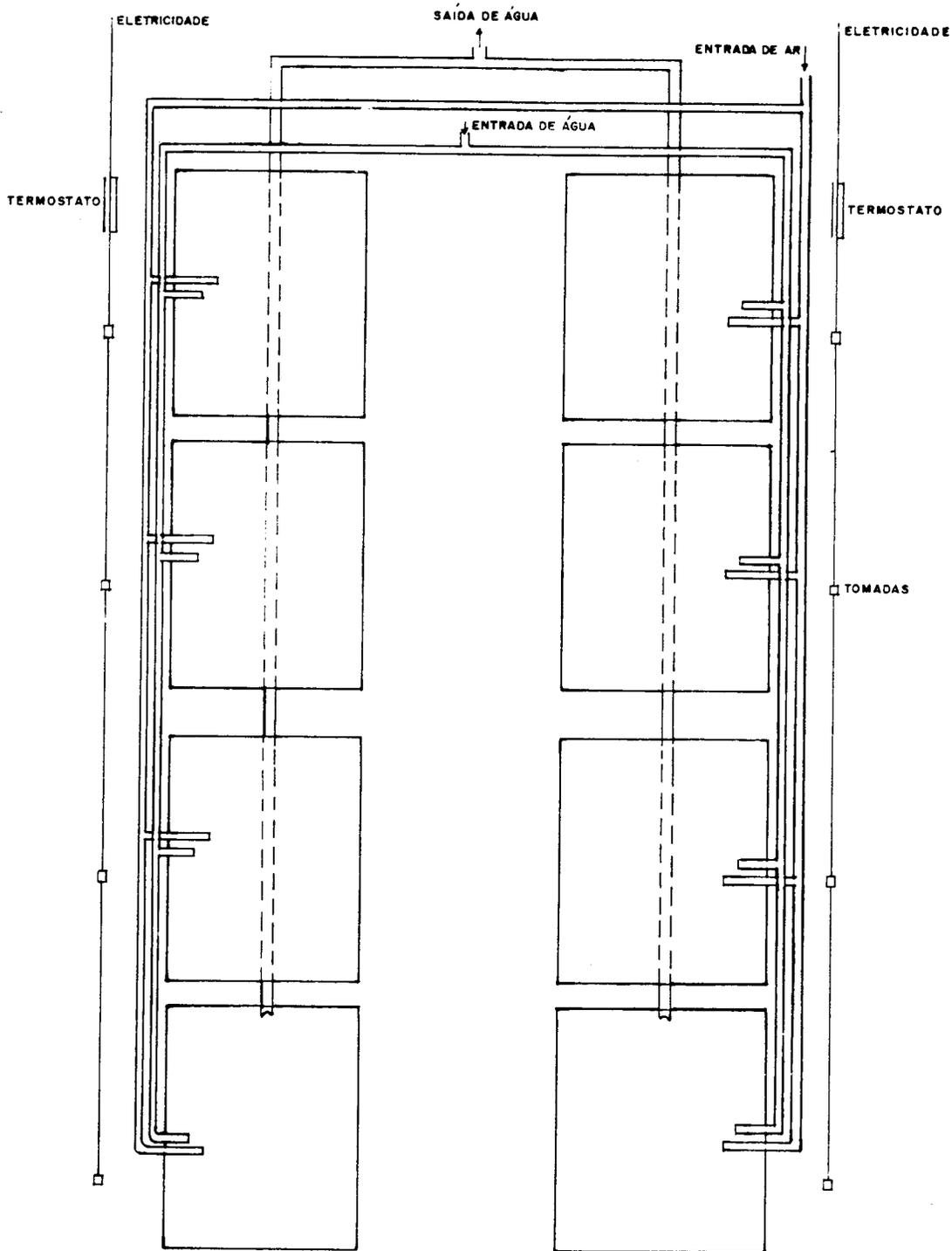


FIGURA 3 - Posicionamento dos tanques e das instalações hidráulicas e elétricas e de abastecimento de ar utilizados nos experimentos biológicos.

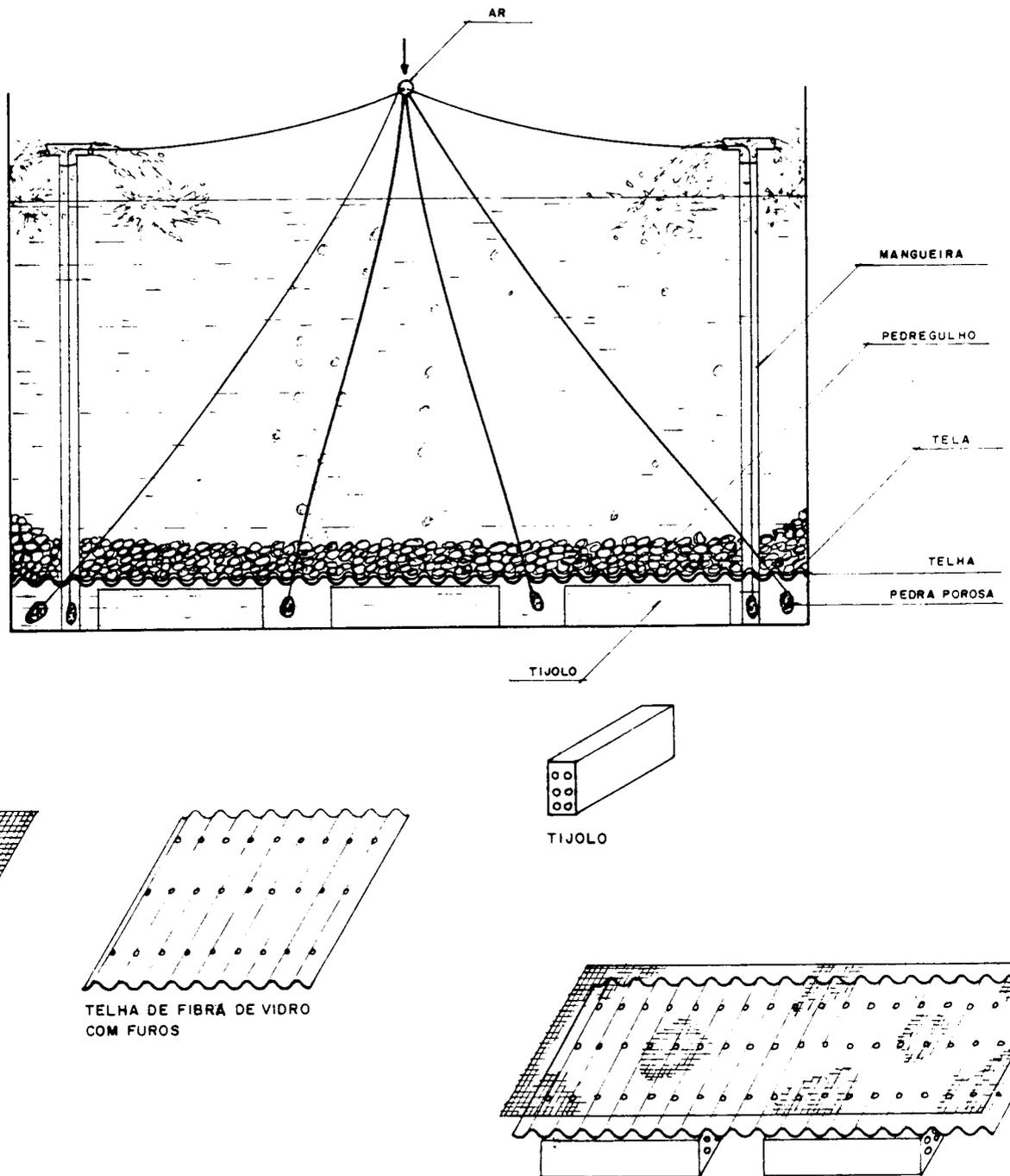


FIGURA 4 - Desenho dos tanques e dos componentes que participam do filtro biológico

4.1.2. Obtenção das amostras de camarão

Os camarões de água doce, *Macrobrachium rosenbergii*, de tamanho comercial, ou seja, pesando mais de 20 gramas, foram obtidos vivos da Fazenda Santa Paula Agropecuária, localizada no Município de Biguaçu/SC, e transportados, via rodoviária, em caixas isotérmicas em água com constante aeração, e despejados no tanque coberto para manutenção do estoque. Na medida da necessidade de amostras, os camarões eram retirados e transportados vivos para o laboratório de pesquisa.

Por sua vez, os camarões de água salgada, *Penaeus paulensis*, foram obtidos da Fazenda Agropesca Paludo, localizada no Município de Florianópolis/SC, transportando-os vivos diretamente para o laboratório.

4.2. Experimento biológico e métodos químicos e sensoriais

4.2.1. Desenho experimental dos experimentos biológicos

A qualidade da água foi constantemente monitorada, desde a colocação dos camarões nos respectivos aquários, e no decorrer dos experimentos, controlando-se a temperatura ($28 \pm 2^\circ\text{C}$), através de termostatos e aquecedores, o pH, mediante um pHmetro digital portátil, a salinidade, usando refratômetro (Thomas 8045-H-20). Ainda foram controlados os teores de nitrito e amônia livre,

por meio de testes colorimétricos estabelecidos em kits específicos para análise.

As fêmeas ovadas e camarões em estado de muda foram excluídos dos experimentos. A qualidade de água foi mantida pela remoção oportuna dos camarões mortos e da ração não ingerida.

Experimento 1

Este experimento foi repetido em quatro épocas, separadas por aproximadamente 2 semanas. No total foram utilizados 160 camarões *Macrobrachium rosenbergii*, prevendo um ligeiro excesso caso ocorresse muda e morte no decorrer da pesquisa. Após a recepção dos camarões vivos procedentes do tanque de estoque, foram separados segundo o sexo, e colocados nos aquários com água doce para sua aclimação/depuração por 48 horas. Após este período, os camarões foram alimentados com uma ração padronizada, para manutenção, empregada pelo Departamento de Aqüicultura da UFSC, a qual é mostrada na TABELA 1. A ração foi fornecida aos camarões na parte da manhã (08:00h) e na tarde (18:00h), calculada com base de 5% da biomassa. Depois de cinco dias, os camarões separados segundo o sexo, foram transferidos para dois aquários de água doce e outros dois, de água de 2% de salinidade, e mantidos por 48 horas sem alimentação. A água salgada a 2% foi preparada por diluição de água de mar natural com água doce proveniente da rede pública, previamente liberada do excesso de cloro por aeração e repouso, em depósito adicional. Seguidamente, os camarões foram retirados dos aquários e colocados em água com gelo, provocando uma morte rápida. Logo foi removido o cefalotórax e a parte comestível, ou cauda, foi solta da casca ou cutícula, ficando as amostras prontas, para análise química (FIGURA 5).

TABELA 1 - Participação percentual dos ingredientes usados na ração padrão.

INGREDIENTES	PORCENTAGEM
Farinha de peixe	15
Farinha de milho	30
Farinha de soja	30
Farelo de trigo	15
Óleo de soja	2
Óleo de peixe	3
Premix vitamínico mineral	1
Fosfato tricálcico	0,5
Farinha pre-gelatinizada	3,5

Experimento 2

O segundo experimento foi praticamente igual ao primeiro (FIGURA 5), sendo também repetido quatro vezes. Somente foram adicionados a cada 100g de ração padrão, cloreto de sódio, cloreto de potássio, glutamato monossódico, lecitina de soja, glicina e glicose, nas quantidades mencionadas na TABELA 2. A adição desses ingredientes visava a diminuição do estresse e a intensificação do gosto dos camarões, e a sua seleção, foi definida pelas informações apresentadas na Revisão de Literatura.

TABELA 2 - “Precusores de sabor” acrescidos a cada 100g de ração padrão.

COMPONENTES	PESO (g)
Cloreto de sódio	1,5
Cloreto de potássio	1,5
Glutamato monossódico	0,3
Lecitina de soja	3,0
Glicina	0,8
Glicose	1,0

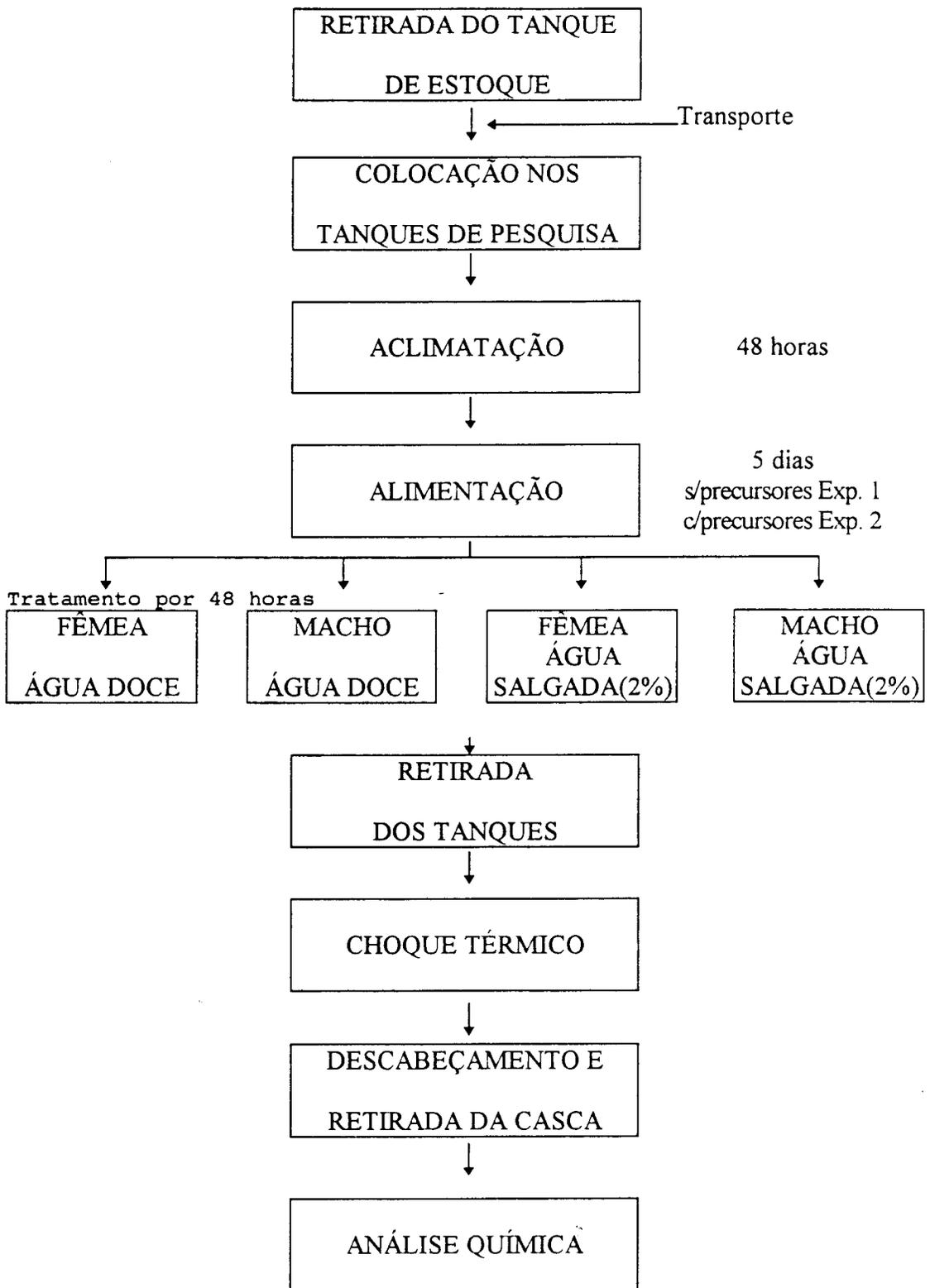


FIGURA 5 - Fluxograma de tratamento do *Macrobrachium rosenbergii* para os Experimentos 1 e 2.

Experimento 3

No terceiro experimento, repetido em três épocas separadas, foram utilizados no total, 780 camarões de água doce e 150 camarões de água salgada, *Penaeus paulensis*, a fim de estabelecer comparações, seguindo os procedimentos indicados na FIGURA 6. Após o período de aclimatação de 48 horas, os camarões que seriam colocados em diferentes soluções salinas, foram alimentados por cinco dias, com a ração da Tabela 2, porém, os camarões *Macrobrachium rosenbergii* que ficaram como controle, e o *Penaeus paulensis*, foram alimentados, pelo mesmo período de tempo, com a ração padrão (Tabela 1). Neste experimento, os camarões não foram separados por sexo, sendo distribuídos de forma aleatória.

Como mostra a FIGURA 6, depois de cinco dias de fornecimento das rações, os camarões, *Macrobrachium rosenbergii*, foram colocados abruptamente em aquários com soluções salinas de 1,0, 2,0 e 2,5% de salinidade, e mantidos por um período de 72 horas. Como controle usou-se camarões deixados no seu meio original (água doce). Ao mesmo tempo, manteve-se os camarões de água salgada, *Penaeus paulensis*, no aquário com água de 2,5% de salinidade, a mesma dos tanques de cultivo comercial. No decorrer destas 72 horas, todos os camarões ficaram em jejum. As amostras foram retiradas dos aquários no tempo 0 e após 12, 24, 48 e 72 horas, e colocadas rapidamente em água com gelo para provocar o choque térmico. Seguidamente, os camarões foram descabeçados e descascados, e as caudas, após uma rigorosa lavagem, foram cozinhadas. O cozimento foi realizado num forno de microondas, marca White Westinghouse, por três minutos, utilizando o programa fraco, em porções iguais, num

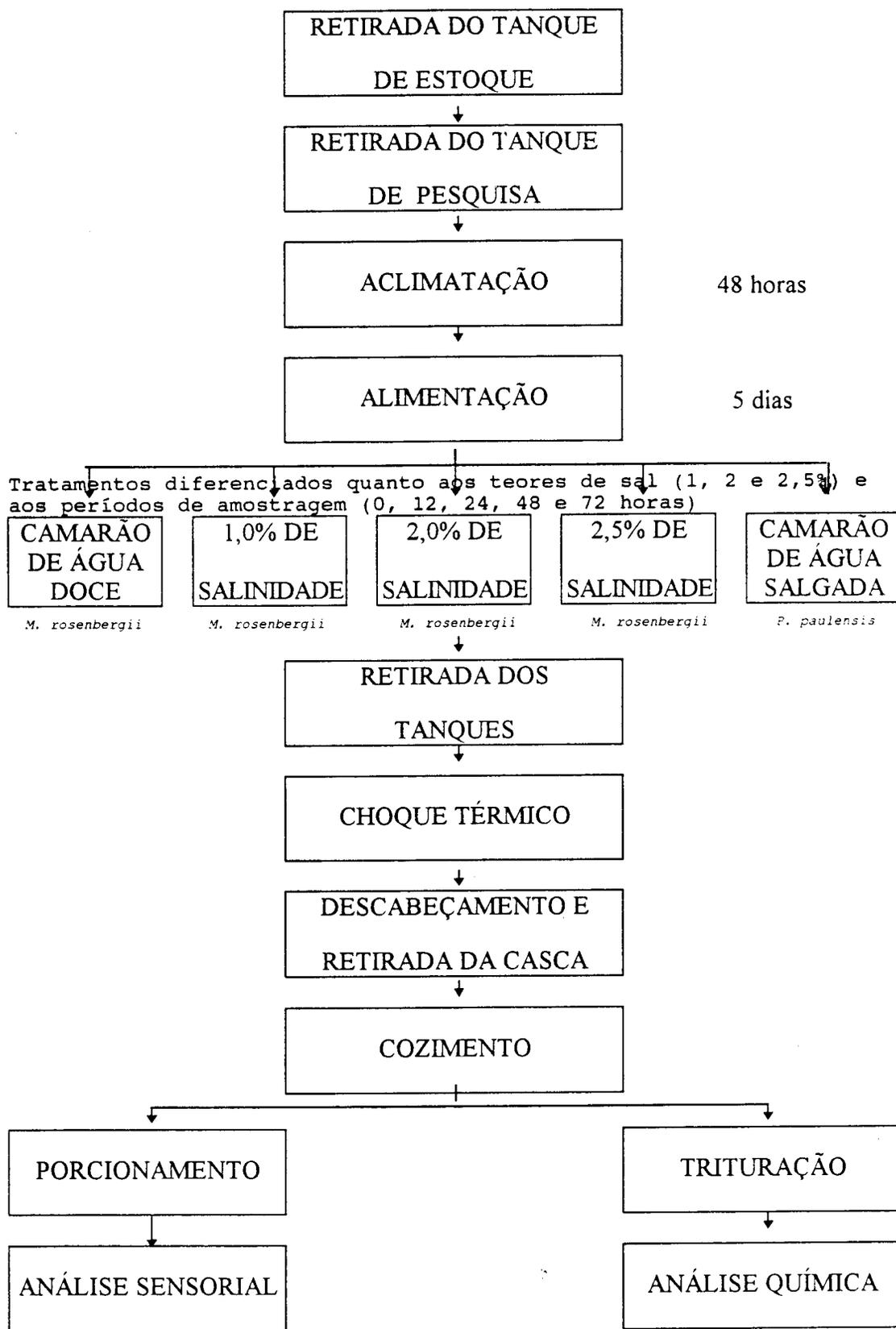


FIGURA 6 - Fluxograma de tratamento do *Macrobrachium rosenbergii* para o Experimento 3

ambiente saturado de vapor, como é mostrado na FIGURA 7, para serem posteriormente avaliados química e sensorialmente.

4.2.2. Análises químicas

4.2.2.1. Determinação de umidade

O conteúdo de água do tecido muscular do camarão foi determinado, em duplicata, por secagem em estufa a 105 °C, até atingir peso constante (UMEMOTO, 1972).

4.2.2.2. Determinação de nitrogênio não protéico (NNP)

Foi preparado um extrato a partir da pesagem de, no mínimo, cinco camarões crus ou cozidos segundo o experimento, os quais foram colocados no recipiente de um triturador adicionando-se uma solução de tricloroacético à 5%, na relação de 3:1 (ácido:camarão). O material foi homogeneizado por trituração durante um minuto e após repouso de dez minutos foi centrifugado a 2.793g (5.000 rpm). O sobrenadante, líquido desproteínizado, foi guardado a 5°C, até para ser analisado antes das 48 horas, e congelado a aproximadamente -20°C quando as determinações não podiam ser realizadas nesse período.

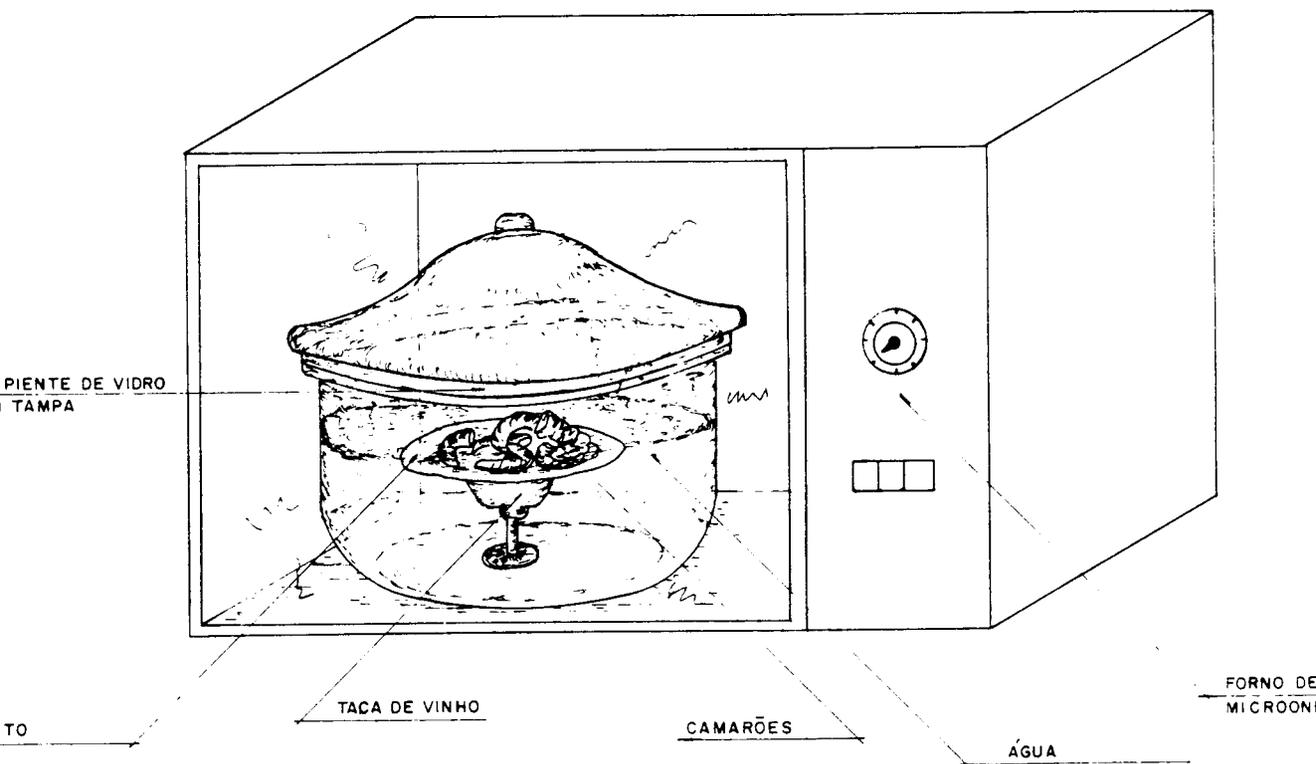


FIGURA 7 - Sistema de cozimento dos camarões no forno de microondas.

Para o análise do nitrogênio não protéico, foram colocados 3 mL do extrato num tubo de digestão e determinados pelo método semi-micro Kjeldahl (PEARSON, 1973).

4.2.2.3. Determinação de aminoácidos livres (AAL)

A determinação de aminoácidos livres totais, foi realizada pelo método detalhado por COBB III et alii (1973). Cinco mL do extrato obtido em 4.2.2.2. foram misturados com 7,5 ml de uma suspensão de sulfato cúprico, preparada a partir da mistura de 1 volumes de cloreto cúprico 0,16M, 2 volume de fosfato trissódico 0,36M e 2 volumes de tampão borato 1,0M e pH entre 9,5-10 , seguido de uma agitação e repouso por 20 minutos. Após a centrifugação a 2.793g (5.000 rpm), uma alíquota do sobrenadante foi retirada e avaliada a absorvância dos complexos cúpricos dos AAL a 630 nm num espectrofotômetro (Bausch-Lomb, spectronic 20). O padrão recomendado por COBB III et alii (1973), foi preparado a partir de uma mistura de 18mL de arginina 0,1M e de 82ml de glicina 0,1M. Usou-se 5 mL do padrão e procedeu-se como nas amostras.

4.2.2.4. Determinação do óxido de trimetilamina (OTMA)

A redução do óxido de trimetilamina, foi feita pelo método empregado por BYSTEDT et alii (1959), no qual a OTMA presente em 1 mL do extrato obtido em 4.2.2.2. foi reduzida para trimetilamina-TMA livre pelo cloreto de titânio (solução de 1mL de cloreto de titânio 15% mais 9mL de água destilada), num banho-maria

durante 5 minutos a aproximadamente 80°C. Seguidamente, a TMA livre foi determinada pelo método Dyer (DYER et alii, 1945), com ligeiras modificações, adicionam-se 2 mL de formaldeído a 20% para bloquear as aminas primárias, amônia e histamina, 5 mL de heptano para recolher a TMA livre e 5 mL de hidróxido de potássio a 50%, para dar a condição fortemente alcalina. Um mL do extrato em heptano contendo a TMA foram misturados com 2 mL de uma solução de ácido pícrico a 0,02%, em tolueno. A absorvância do picrato de trimetilamina foi medida a 410nm, num espectrofotômetro (Bausch-Lomb, espectral-20). A curva padrão de OTMA foi obtida mediante a medição da absorvância de diluições de 20, 40, 60 e 100µg de OTMA.

4.2.2.5. Determinação de cloreto de sódio

Para a determinação do cloreto de sódio empregou-se o método volumétrico (AOAC, 1980). A 10g de amostra devidamente homogeneizada foram adicionados 10 mL de nitrato de prata 0,1N e 20 mL de ácido nítrico concentrado. A mistura foi aquecida numa placa aquecedora por 15 minutos, até que toda a matéria orgânica, principalmente proteínas, ficasse dissolvida. Após o resfriamento, adicionou-se água e sulfato de ferro e amônia, como indicador, e titulou-se o nitrato de prata remanescente com tiocianato de amônia 0,1N até que a solução ficasse levemente marron.

4.3. Avaliação sensorial

Quinze membros foram selecionados entre estudantes, funcionários e professores do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos/UFSC, e treinados de acordo com procedimentos de ISO (1990) e TEIXEIRA et alii (1987), para preliminarmente identificar oito gostos básicos, quais sejam: doce, salgado, umami, ácido, amargo, pungente, adstringente e metálico. Para tanto, foram degustadas soluções de concentrações decrescentes de açúcar, cloreto de sódio, glutamato monossódico, ácido cítrico, cafeína, ácido acético glacial, sulfato de alumínio e potássio e sulfato de ferro (II) pentahidratado, respectivamente.

Considerando a sensibilidade para identificar, inicialmente, os diferentes diferentes gostos (Teste de Reconhecimento) e, depois, a distintas concentrações para um mesmo gosto (“Trheshold” de Diferença e Teste Triangular), dos quinze provadores iniciais, foram selecionados oito, sendo quatro do sexo masculino e quatro do sexo feminino, faixa de idade entre 20 e 34 anos, habituados a comer pescado, e esporadicamente, camarão. Seguidamente, procedeu-se ao aprimoramento da equipe utilizando camarões de água doce, tratados ou não com soluções salinas, e camarões de água salgada.

A preparação dos camarões para a degustação já foi explicada no Experimento 3 (Item 4.2). Ressalta-se que para diminuir a desidratação durante o cozimento, cada vez foi colocado num prato pequeno, dez camarões dentro de um recipiente de vidro com tampa, o qual no fundo continha água fervendo, que não chegava a

entrar em contato com o prato com as amostras, a fim de manter um ambiente saturado de vapor durante o cozimento para minimizar as variações da umidade por ressecamento (FIGURA 7). Após o esfriamento, as caudas, provenientes de no mínimo cinco camarões, foram picadas em pedaços regulares, misturadas, e fornecidas em quantidades adequadas para degustação.

Para avaliar sensorialmente os camarões provenientes de diferentes tratamentos foram aplicados dois questionários. No primeiro, solicitava-se aos degustadores uma avaliação da intensidade dos oito gostos anteriormente mencionados, usando uma escala estruturada de dez pontos mostrada no FIGURA 8.

A aplicação do segundo questionário objetivou avaliar a aceitação geral dos camarões através da aplicação de uma escala hedônica de nove pontos que é mostrada na FIGURA 9.

4.4. Avaliação instrumental da textura

A avaliação da textura foi realizada num analisador de textura, marca Stevens, o qual era acoplado num programa específico de computação.

A textura foi medida em camarões, *Macrobrachium rosenbergii*, que tinham sido aclimatados por 2 dias e alimentados por 5 dias com ração padrão acrescida de “precursores de sabor” (TABELA 2), exceto o controle (TABELA 1), posteriormente transferidos para os aquários com 1,0 e 2,0% de salinidade, mantendo-se

ANÁLISE SENSORIAL

NOME _____ DATA _____

Avalie cada amostra usando a escala abaixo para escrever o quanto gostou ou desgostou do produto.

- 1.. Desgostei muitíssimo
2. Desgostei muito
3. Desgostei regularmente
4. desgostei ligeiramente
5. Indiferente
6. Gostei ligeiramente
7. Gostei regularmente
8. Gostei muito
9. Gostei muitíssimo

CÓDIGO DA AMOSTRA	VALOR

Comentários: _____

FIGURA 9 - Questionário de avaliação da preferência do *Macrobrachium rosenbergii* com e sem tratamento e do *Penaeus paulensis*.

um controle, em água doce. Os animais foram mantidas durante 48 horas, em jejum.

Após 48 horas os camarões foram retirados dos aquários e colocados rapidamente em água com gelo para provocar a morte instantânea. Cada grupo foi dividido em duas partes iguais. Na primeira, os camarões foram imediatamente descabeçados e retirada a casca, e após a lavagem das caudas, foram cozidos num forno de microondas, Marca White-Westinghouse, no programa leve, durante três minutos. Os camarões provenientes do outro grupo foram armazenados durante 96 horas com gelo, evitando que a água de fusão deste, entrasse em contato com os mesmos. Terminado este tempo, procedeu-se da mesma forma que o primeiro grupo. Para determinar a perda de peso durante o cozimento, as caudas foram pesadas, individualmente, numa balança semi-analítica, antes e depois do cozimento.

As caudas cozidas foram cortadas transversalmente, com a ajuda de um estilete, colocando a parte plana na base do medidor de textura (AHMED et alii, 1971) . Mediante uma agulha (21x1mm) procedeu-se a penetração na musculatura do camarão, na base de quatro penetrações em cada um dos cinco primeiros segmentos. No total foram efetuadas 360 penetrações para cada uma das variáveis analisadas. A velocidade de penetração foi 5mm/seg e a distância de penetração foi de 5mm para o 1º, 2º e 3º segmentos e 3 mm para o 4º e 5º segmentos.

4.5. Análise estatística

Foi usado o pacote estatístico SAS para fazer uma comparação, através da análise de variância, entre os experimentos 1 e 2, verificando as diferenças obtidas pela alimentação, sexo, tratamento, interações entre alimentação e sexo, alimentação e tratamento, sexo e tratamento e, por último, alimentação, sexo e tratamento.

Os resultados obtidos das análises químicas e sensoriais dos diferentes tratamentos/experimentos foram submetidos a análise estatística (ANOVA) pelo procedimento de experimentos inteiramente casualizados, sendo submetidos à comparação múltipla pelo teste de Tukey, ao nível de 1 e 5% de significância (GOMES, 1976).

Para obter o índice de relação entre alguns parâmetros químicos e o gosto doce e salgado, foi empregado o Coeficiente de Correlação de Pearson, seguindo as instruções de HOFFMANN & VIEIRA (1977).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Efeito da salinidade na variação quantitativa de alguns compostos químicos dissolvidos no sarcoplasma (Experimento 1 e 2).

A primeira parte desta pesquisa foi dedicada à determinação e acompanhamento das mudanças que ocorrem em alguns compostos químicos de grande influência no sabor do camarão *Macrobrachium rosenbergii*. Estas mudanças foram induzidas pelo aumento da salinidade do meio aquático e por incorporações de ingredientes específicos à ração básica padrão, sendo registradas, por separado, em exemplares fêmeas e machos, como evidenciado nos fluxogramas de trabalho apresentados na FIGURAS 5 e 6.

5.1.1. Variação da umidade

No Experimento 1, uma parte dos camarões que haviam sido alimentados com a ração padrão durante cinco dias nos aquários com água doce, foi transferida de forma abrupta para aquários com 2‰ de salinidade, separados por sexo, e deixados neste meio por 48 horas. A outra parte foi mantida em água doce. O Experimento 2 foi

realizado da mesma forma que a do Experimento 1, somente a ração fornecida aos camarões, foi acrescida "precursores de sabor", nas quantidades ilustradas na TABELA 2.

As TABELA 3 e 4 apresentam os resultados dos Experimentos 1 e 2 com relação a variação quantitativa do teor de umidade do tecido muscular do *Macrobrachium rosenbergii*, segundo a salinidade da água, alimentação e sexo dos camarões. Os valores entre parêntese correspondem ao desvio padrão.

Através da análise de variancia, foi estabelecido que a interação tratamento e alimento foi significativa pelo teste F (TABELA 3), procedendo-se então, ao desdobramento da seguinte forma, tratamento com precursores e tratamento com alimentação normal, apresentando em ambos casos diferenças significativas entre os dois tratamentos. Para a alimentação sem precursores, as médias foram as seguintes: água doce= 78,92% e água salgada (2%)= 75,25%. Para alimentação com precursores, as médias foram: água doce= 78,54% e água salgada (2%)= 76,75%. Ainda, as interações alimento e sexo, sexo e tratamento, e alimento sexo e tratamento não foram significativas. Quanto aos resultados obtidos pelo efeito da alimentação (TABELA 4), foi estabelecido que houve diferença significativa, $F= 7,30$ ($p \leq 0,0146$). A média com "precursores de sabor" (77,64%) foi superior a média normal (77,08%).

PAPADOPOULOS & FINNE (1985), comentaram que a perda de umidade que ocorre ao passar os camarões a um ambiente mais salino, dá-se através de mecanismos passivos e

TABELA 3 - Efeito da salinidade da água na variação quantitativa do teor de umidade do tecido muscular no *Macrobrachium rosenbergii*, segundo o sexo e a alimentação.

SEXO	ÁGUA DOCE		ÁGUA SALGADA (2%)		MÉDIA (%)
	1	2	1	2	
FÊMEA	78,95 (± 0,72)	78,58 (± 0,38)	75,39 (± 0,64)	77,20 (± 0,17)	77,53
MACHO	78,90 (± 0,38)	78,50 (± 0,29)	75,11 (± 0,49)	76,31 (± 0,12)	77,21
MÉDIA (%)	78,73		76,00		

1.- Alimentação sem precursores
2.- Alimentação com precursores

TABELA 4 - Efeito da alimentação na variação quantitativa do teor de umidade do tecido muscular do *Macrobrachium rosenbergii*, segundo o sexo e a salinidade.

SEXO	ALIMENTAÇÃO 1 (sem precursores)		ALIMENTAÇÃO 2 (com precursores)		MÉDIA (%)
	ÁGUA DOCE	ÁGUA SALGADA	ÁGUA DOCE	ÁGUA SALGADA	
FÊMEA	78,95 (± 0,72)	75,39 (± 0,64)	78,58 (± 0,38)	77,20 (± 0,17)	77,53
MACHO	78,90 (± 0,38)	75,11 (± 0,49)	78,50 (± 0,29)	76,31 (± 0,12)	77,21
MÉDIA (%)	77,09		77,65		

ativos, permitindo, assim, o aumento da osmolaridade interna para tornar-se isosmótica com o meio externo.

Destaca-se a diferença da perda de umidade registrada segundo a alimentação, quando foram submetidos os camarões de ambos sexo a estresse osmótico. Com a alimentação padrão a perda de umidade foi de 3,36 e 3,79 pontos percentuais para as fêmeas e machos, respectivamente. Enquanto os camarões alimentados com uma ração acrescida de "precursores de sabor", esta perda de umidade foi reduzida, diminuindo desde 78,58 para 77,20% (1,38%) nas fêmeas, e de 78,50 para 76,31% (2,19%) nos machos.

No decorrer destes experimentos, observou-se visualmente que a diminuição da perda de umidade ocorrida quando os camarões foram transferidos à água salgada (2%) por 48 horas, provocou um estresse bem mais atenuado nas amostras alimentadas com ração acrescida de "precursores de sabor". Os camarões estressados se movimentam pouco e perdem a cor natural de sua carapaça. Acredita-se que a ingestão da dieta reforçada com solutos comuns em fluidos teciduais, tenha ajudado aos camarões de maneira direta, aumentando a osmolaridade dos fluidos ou então, auxiliando na produção de substâncias de baixo peso molecular, responsáveis pelo processo de osmorregulação, como era nosso objetivo.

Deve-se salientar, que em condições normais de alimentação, um aumento exagerado de salinidade causa uma perda grande de umidade que pode levar os camarões à morte por causa do estresse ou acarretar uma perda de peso que se refletirá no lucro do empreendimento.

5.1.2. Variação do conteúdo de cloreto de sódio

O efeito da mudança abrupta de salinidade no conteúdo de íons de cloro, expressos como porcentagens de cloreto de sódio, no camarão *Macrobrachium rosenbergii*, alimentado com a ração padrão (Experimento 1), e com a ração acrescida de precursores (Experimento 2) é mostrado nas TABELAS 5 e 6.

Na análise de variancia realizada com o intuito de comparar os resultados do teor de cloreto de sódio entre os experimentos 1 e 2, obtiveram-se os seguintes resultados: o efeito dos tratamentos foi altamente significativo, $F= 565,46$ ($p \leq 0,0001$). As médias com salinidade a 2,0% foi 0,2352% e a média com água doce foi 0,1065%. As interações não foram significativas. Por sua vez, o efeito da alimentação foi altamente significativa, $F= 39,36$ ($p \geq 0,0001$), a média com precursores foi 0,1878%, enquanto com a alimentação normal foi 0,1539%. Não se estabeleceram diferenças devido ao sexo, $F= 0,0001$ ($p \geq 0,9546$).

Pode-se observar que ao serem transferidos da água doce para água salgada a 2% de salinidade, tanto as fêmeas quanto os machos, apresentaram aumento do cloreto de sódio no tecido de 148% para as primeiras e 152% para os segundos, quando alimentados com a ração padrão e, de 107 e 93,6%, quando a ração foi acrescida de "precursores de sabor". O menor aumento das amostras alimentadas com precursores justifica-se uma vez que tanto as fêmeas como os machos, que permaneceram em água doce, tiveram um aumento de 45 e 39%, quando comparadas com as amostras que foram alimentadas com a ração padrão. O teor de cloreto de sódio absorvido pelos

TABELA 5 - Efeito da salinidade da água na variação quantitativa do teor de cloreto de sódio do tecido muscular no *Macrobrachium rosenbergii*, segundo o sexo e a alimentação.

SEXO \ ALIMENTAÇÃO	ÁGUA DOCE		ÁGUA SALGADA (2%)		MÉDIA (% NaCl)
	1	2	1	2	
FÊMEA	0,086 (± 0,0073)	0,125 (± 0,0035)	0,213 (± 0,0085)	0,259 (± 0,0089)	0,171
MACHO	0,090 (± 0,0042)	0,125 (± 0,0055)	0,227 (± 0,014)	0,242 (± 0,0008)	0,171
MÉDIA (% NaCl)	0,107		0,235		

1. Alimentação sem precursores 2. Alimentação com precursores

TABELA 6 - Efeito da alimentação na variação quantitativa do teor de cloreto de sódio do tecido muscular do *Macrobrachium rosenbergii*, segundo o sexo e a salinidade

SEXO \ ÁGUA	ALIMENTAÇÃO 1 (sem precursores)		ALIMENTAÇÃO 2 (com precursores)		MÉDIA (% NaCl)
	DOCE	SALGADO	DOCE	SALGADO	
FÊMEA	0,086 (± 0,0073)	0,213 (± 0,0083)	0,125 (± 0,0035)	0,259 (± 0,0089)	0,171
MACHO	0,090 (± 0,0042)	0,227 (± 0,014)	0,125 (± 0,0055)	0,242 (± 0,0008)	0,171
MÉDIA (% NaCl)	0,154		0,188		

camarões no meio a 2% de salinidade, se somaria com o cloreto de sódio ingerido na dieta, resultando em valores mais elevados que no Experimento 2.

Cabe mencionar que a adição de cloreto de potássio tem por objetivo diminuir o desequilíbrio entre os íons de Na^+ e K^+ no organismo, visto que pesquisas apresentadas por HARPER (1977), verificaram que a inclusão de cloreto de potássio, em dietas de animais de experimentação adicionadas de cloreto de sódio, diminuía significativamente a mortalidade. Também, SALMAN & EDDY (1990), determinaram que a adição de 10% de cloreto de sódio na dieta fornecida ao salmão, *Oncorhynchus mykiss*, aumentava a sua sobrevivência quando eram transferidos da água doce para água salgada, sugerindo que o cloreto de sódio, tem um efeito benéfico na produção de alguns elementos que permitem uma melhor e mais rápida adaptabilidade do salmão a água salgada, embora a explicação fisiológica para tais mecanismos seja desconhecida.

Vários autores mencionaram que os íons de Na^+ e Cl^- têm uma participação importante na pressão osmótica da hemolinfa em crustáceos (CASTILLE & LAWRENCE, 1981ab; STERN et alii, 1987; MOREIRA et alii, 1988) e que no caso específico de camarões de água doce, estes íons encontram-se em concentrações maiores que aqueles apresentados nos camarões de ambientes ligeiramente salgados e menores quando comparados com os de ambiente de elevada salinidade (RORIVE & GILLES, 1979). Embora a literatura científica mencione que os íons têm uma participação importante na osmoregulação da hemolinfa, porém, pequena no líquido intracelular, os resultados dos Experimentos 1 e 2 mostram um aumento

expressivo dos íons de Cl^- no músculo caudal do camarão, que de fato representa a concentração de íons no sarcoplasma e fluidos interfibrilares, como resposta ao aumento de salinidade do meio ambiente.

5.1.3. Variação do nitrogênio não protéico-NNP.

Os compostos de nitrogênio não protéico compreendem, principalmente, os aminoácidos livres, os compostos de amônia quaternária e os nucleotídeos e compostos correlatos. Em geral, são elementos de baixo peso molecular e solúveis em água (THOMSON et alii (1980); KONOSU & YAMAGUCHI (1982)).

Com a análise de variancia efetuada entre os os resultados dos experimentos 1 e 2 (TABELA 7 e 8), para o NNP, encontrou-se diferenças altamente significativas entre os tratamentos: $F= 39,34$; ($p \leq 0,0001$). A média para a salinidade de 2‰ de 815,75 mg de N/100g foi superior estatisticamente a média na água doce. Por sua vez, verificou-se que a alimentação não apresentou diferença significativa, entre os NNP's do grupo alimentado com e sem precursores: $F= 3,18$; ($p \leq 0,071$). As interações alimentação e sexo, alimentação e tratamento, sexo e tratamento e, por último, alimentação, sexo e tratamento não foram significativas.

Embora não se tenham encontrados na literatura pesquisada a determinação do NNP como parâmetro de acompanhamento nos processos de osmoregulação, os resultados aqui obtidos mostram que o NNP serviria para esse propósito, o que é

TABELA 7 - Efeito da salinidade da água na variação quantitativa do teor de nitrogênio não protéico (NNP) do tecido muscular no *Macrobrachium rosenbergii*, segundo o sexo e a alimentação.

SEXO	ÁGUA DOCE		ÁGUA SALGADA (2%)		MÉDIA (mg NNP/100g)
	1	2	1	2	
FÊMEA	554,77 (± 11,42)	658,56 (± 8,36)	792,80 (± 48,53)	805,12 (± 10,0)	702,81
MACHO	626,86 (± 30,89)	664,10 (± 9,78)	846,17 (± 59,96)	818,97 (± 3,15)	739,03
MÉDIA (mg NNP/100g)	626,07		815,77		

1. Alimentação sem precursores 2. Alimentação com precursores

TABELA 8 - Efeito da alimentação na variação quantitativa do teor de nitrogênio não protéico (NNP) do tecido muscular do *Macrobrachium rosenbergii*, segundo o sexo e a salinidade

SEXO	ALIMENTAÇÃO 1 (sem precursores)		ALIMENTAÇÃO 2 (com precursores)		MÉDIA (mg NNP/100g)
	DOCE	SALGADA	DOCE	SALGADA	
FÊMEA	554,77 (± 11,42)	792,80 (± 48,53)	658,56 (± 8,36)	805,12 (± 10,00)	702,81
MACHO	626,86 (± 30,89)	846,17 (± 59,96)	664,10 (± 9,78)	818,97 (± 3,15)	739,03
MÉDIA (mg NNP/100g)	705,15		736,69		

lógico pois muitos dos compostos que participam do equilíbrio osmótico dos fluídos teciduais contém nitrogênio.

5.1.4. Variação dos aminoácidos livres-AAL

As TABELAS 9 e 10 apresentam os resultados da variação do teor de N-aminoácidos livres do tecido muscular do *Macrobrachium rosenbergii*, segundo a salinidade da água, alimentação e sexo.

Na comparação entre os experimentos 1 e 2, quanto aos teores de AAL, usando a análise de variancia, foi estabelecido que não houve diferenças entre sexos, $F= 2,33$; ($p \leq 0,1439$). As interações alimento e sexo e, tratamento e alimentação foram significativas, procedendo-se então, ao desdobramento destas duas interações. Primeiramente, o efeito da alimentação com relação as fêmeas, $F= 6,90$; ($p \leq 0,0171$) e com relação aos machos, $F: 0,13$ ($p > 0,05$), verificando-se que neste último caso não houve diferença significativa. Para as fêmeas submetidas à alimentação normal a média foi 480,55 mg de N-AAL/100g, e para alimentação com precursores, a média foi, 523,86 mg de N-AAL/100g. Por sua vez, ao estudar os tratamentos dentro da alimentação normal, $F= 121,33$; ($p \leq 0,0001$), e os tratamentos dentro da alimentação com precursores, $F= 121,71$ ($p \leq 0,0001$), observa-se que ambos são significativos. As médias de tratamentos dentro da alimentação normal foram: na água doce: 393,38 mg de N-AAL/100g e, na água salgada (2,0%): 611,00 mg de N-AAL/100g. Ainda as médias de tratamentos dentro de alimentação com

TABELA 9 - Efeito da salinidade da água na variação quantitativa do teor de nitrogênio de aminoácidos livres (N-AAL) do tecido muscular no *Macrobrachium rosenbergii*, segundo o sexo e a alimentação.

SEXO \ ALIMENTAÇÃO	ÁGUA DOCE		ÁGUA SALGADA (2%)		MÉDIA (mg N-AAL/100g)
	1	2	1	2	
FÊMEA	359,09 (± 6,22)	449,77 (± 17,66)	602,01 (± 32,70)	597,95 (± 2,85)	502,21
MACHO	427,16 (± 24,53)	424,99 (± 3,11)	619,99 (± 26,16)	599,37 (± 1,30)	517,88
MÉDIA (mg N-AAL/100g)	415,25		604,83		

1. Alimentação sem precursores 2. Alimentação com precursores

TABELA 10 - Efeito da alimentação na variação quantitativa do teor de nitrogênio de aminoácidos livres (N-AAL) do tecido muscular do *Macrobrachium rosenbergii*, segundo o sexo e a salinidade

SEXO \ ÁGUA	ALIMENTAÇÃO 1 (sem precursores)		ALIMENTAÇÃO 2 (com precursores)		MÉDIA (mg N-AAL/100g)
	DOCE	SALGADA	DOCE	SALGADA	
FÊMEA	359,09 (± 6,22)	602,01 (± 32,70)	449,77 (± 17,66)	597,95 (± 2,85)	502,21
MACHO	427,16 (± 24,53)	619,99 (± 26,16)	424,99 (± 3,11)	599,37 (± 1,30)	517,88
MÉDIA (mg N-AAL/100g)	502,06		518,02		

precursores foi para água doce: 439,88 mg de N/100g e da água salgada: 598,66mg de N/100g.

É interessante destacar que nos nossos experimentos, o nitrogênio de aminoácidos livres de camarões fêmeas e machos em água doce, participa com 65 e 68%, respectivamente, do total de nitrogênio não protéico, enquanto nos camarões submetidos a 2% de salinidade por 48 horas, esta participação aumenta para 76% nas fêmeas e 73% nos machos. Assim, além de verificar que os aminoácidos livres são os principais compostos nitrogenados que participam do processo de osmoregulação intracelular, esta contribuição aumenta quando submetidos num ambiente de maior pressão osmótica.

Diferenças da concentração de aminoácidos livres segundo o sexo, num mesmo ambiente, foram encontrados por MIYAGAWA et alii (1979), em caranguejo, *Chionoecetes opilio*. Segundo TAN & CHOONG (1981), as mudanças da concentração de aminoácidos livres, permitem ao *Macrobrachium rosenbergii* ajustar a concentração osmótica intracelular durante a migração para a água salobra na fase de reprodução. Os mesmos autores comentaram que independente do sexo, os aminoácidos livres desta espécie, experimentaram um aumento de 48,76 para 82,30 $\mu\text{Mol}/100\text{mg}$ de tecido seco, quando submetido de forma gradual a uma variação de água doce para água a 2,28% de salinidade. Também, pesquisas realizadas por PAPADOPOULOS & FINNE (1986), verificaram que procedida uma mudança gradual de salinidade, numa taxa de 0.4 a 0.8% de salinidade por dia, o camarão *Penaeus vannamei*, apresentou

uma variação de 20,27 para 32,87 mMol/100g de cauda, ao ser transferido de 3.0 para 5.0% de salinidade .

5.1.5. Variação do teor de óxido de trimetilamina (OTMA)

Comparativamente, a análise de variância entre os experimentos 1 e 2, cujos resultados foram apresentados nas TABELAS 11 e 12, estabeleceu que o efeito dos tratamentos foi altamente significativo, a média para a água salgada foi 9,40 mg de N-OTMA/100g e para a água doce 7,68. O efeito da alimentação, também foi altamente significativo: $F= 13,93$ ($p \leq 0,0015$). A média com precursores foi 9,41 mg de N-OTMA/100g e a média com alimentação normal foi 7,67 mg. O efeito do sexo também foi significativo: $F= 5,57$ ($p \leq 0,0298$). A média para as fêmeas foi 9,09 mg de N-OTMA/100g e para os machos 7,99 mg. As interações não foram significativas.

Sugere-se que o aumento do teor de óxido de trimetil amina pelo efeito da alimentação seja devido a adição de 3% de lecitina na dieta dos camarões. A lecitina, cuja composição principal é formada por fosfatidilcolina e fosfatidiletanolamina, é considerada precursora dos compostos de amônia quaternária, do qual a OTMA faz parte (HARPER, 1977). DAIKOKU & SAKAGUCHI (1992), mostraram que a OTMA tem origem endógena e exógena. Embora a concentração de OTMA tenha aumentado significativamente quando os camarões foram colocados em água com 2% de salinidade, a sua participação com relação ao total de NNP é ainda considerada muito baixa, 1,29% para as fêmeas e 1,08% para os machos. Segundo AMANO (1971) e HUIDODRO & TEJADA (1990), a OTMA é uma

TABELA 11- Efeito da salinidade da água na variação quantitativa do teor de nitrogênio de óxido de trimetilamina (N-OTMA) do tecido muscular no *Macrobrachium rosenbergii*, segundo o sexo e a alimentação:

SEXO \ ALIMENTAÇÃO	ÁGUA DOCE		ÁGUA SALGADA (2%)		MÉDIA (mg N-OTMA/100g)
	1	2	1	2	
FÊMEA	6,87 (± 0,86)	8,77 (± 0,63)	8,77 (± 1,43)	11,95 (± 0,52)	9,09
MACHO	7,63 (± 1,58)	7,44 (± 0,55)	7,42 (± 1,16)	9,46 (± 0,95)	7,99
MÉDIA (mgN-OTMA/100g)	7,68		9,40		

1. Alimentação sem precursores 2. Alimentação com precursores

TABELA 12 - Efeito da alimentação na variação quantitativa do teor de nitrogênio de óxido de trimetilamina (N-OTMA) do tecido muscular do *Macrobrachium rosenbergii*, segundo o sexo e a salinidade.

SEXO \ ÁGUA	ALIMENTAÇÃO 1 (com precursores)		ALIMENTAÇÃO 2 (sem precursores)		MÉDIA (mg N-OTMA/100g)
	DOCE	SALGADA	DOCE	SALGADA	
FÊMEA	6,87 (± 0,86)	8,77 (± 1,43)	8,77 (± 0,63)	11,95 (± 0,52)	9,09
MACHO	7,63 (± 1,58)	7,42 (± 1,16)	7,44 (± 0,55)	9,46 (± 0,95)	7,99
MÉDIA (mgN-OTMA/100g)	7,67		9,41		

caraterística das espécies de água salgada. KONOSU & YAMAGUCHI (1982), revelaram valores de N-OTMA para *Penaeus japonicus* de 32,11 mg/100g de cauda.

5.2. Evolução dos compostos solúveis em função do tempo e permanência nas soluções de diferentes salinidades (Experimento 3).

No item 5.1., o tempo de permanência foi fixado em 48 horas, pois sua finalidade era verificar a possibilidade de avaliar quantitativamente as mudanças dos compostos solúveis por efeito da salinidade

No Experimento 3, a evolução dos compostos químicos foi acompanhada no tempo de permanência nas soluções salinas, e também preferiu-se trabalhar com as amostras cozidas, pois o consumo deste produto é feito após cocção, o que era indispensável para avaliação sensorial. Os períodos de análise foram as 12, 24, 48 e 72 horas de permanência nas salinidades de 1,0, 2,0 e 2,5%. Neste experimento camarões foram alimentados durante 5 dias, anteriores ao teste de osmoregulação, com a ração padrão, acrescida dos "precursores de sabor" (FIGURA 6). As amostras foram analisadas após o cozimento, por 3 minutos, num forno de microondas como foi detalhado em Materiais e Métodos.

Os resultados obtidos após 12, 24, 48, e 72 horas nas diferentes soluções salinas foram confrontados com as respectivas amostras mantidas em água doce. Por outra parte, amostras de camarão

de água salgada, *Penaeus paulensis*, mantidos em água a 2,5% de salinidade e alimentado com a ração padrão simples foi também incluída nas comparações, a fim de avaliar quanto se aproximaria a amostra do *M. rosenbergii*, após os tratamentos, da amostra do camarão marinho, postulada como meta a ser atingida.

5.2.1. Variação do conteúdo de cloreto de sódio

Depois de 12 horas, o conteúdo de cloreto de sódio do músculo do *Macrobrachium rosenbergii*, em soluções com 1,0, 2,0 e 2,5% de salinidade, apresentou diferenças significativas ao nível de 5%, quando comparado com o camarão mantido em água doce (TABELA 13). Isto demonstra que a absorção do íon cloreto é rápida em resposta as diferenças de osmolaridade entre o músculo e o meio aquático. A comparação destes valores com aquele obtido para camarão marinho, *Penaeus paulensis*, mostra diferença significativa com relação aos camarões *Macrobrachium rosenbergii* submetidos a 1 e 2 % de salinidade, mas isto não ocorreu com aqueles submetidos a 2,5%.

Após 24 horas, a diferença das amostras a 2% de salinidade se tornou não significativa quando comparado com o *Penaeus paulensis*. Por sua vez, não se estabeleceu diferença entre o *Macrobrachium rosenbergii* sem tratamento e aquele submetido a 1% de salinidade. Decorridas 48 e 72 horas, a situação se manteve quase inalterada. Ainda, na TABELA 13, observa-se que não se estabeleceu diferença significativa quando foram comparadas as amostras a diferentes tempos de exposição (letras entre parêntese). Os teores

TABELA 13 - Estabelecimento das diferenças do teor de cloreto de sódio, em função do tempo de permanência dos camarões submetidos a diferentes salinidades.

TEMPO (h)	12	24	48	72
CAMARÃO DE ÁGUA DOCE	d	b	b	c
1,0% DE SALINIDADE	c	b (u)	b (u)	b (u)
2,0% DE SALINIDADE	b	a (u)	a (u)	a (u)
2,5% DE SALINIDADE	a b	a (u)	a (u)	a (u)
CAMARÃO DE ÁGUA SALGADA	a	a	a	a

Letra igual entre as amostras, não existe diferença significativa ($p > 0,05$)

médios de cloreto de sódio bem como os coeficientes de variação e o desvio padrão para cada amostra são mostradas na TABELA 14.

A FIGURA 10 mostra que são necessárias somente 24 horas para que o *Macrobrachium rosenbergii* submetido a 2,5% de salinidade obtenha teores superiores de cloreto de sódio, quando comparado com o *Penaeus paulensis*.

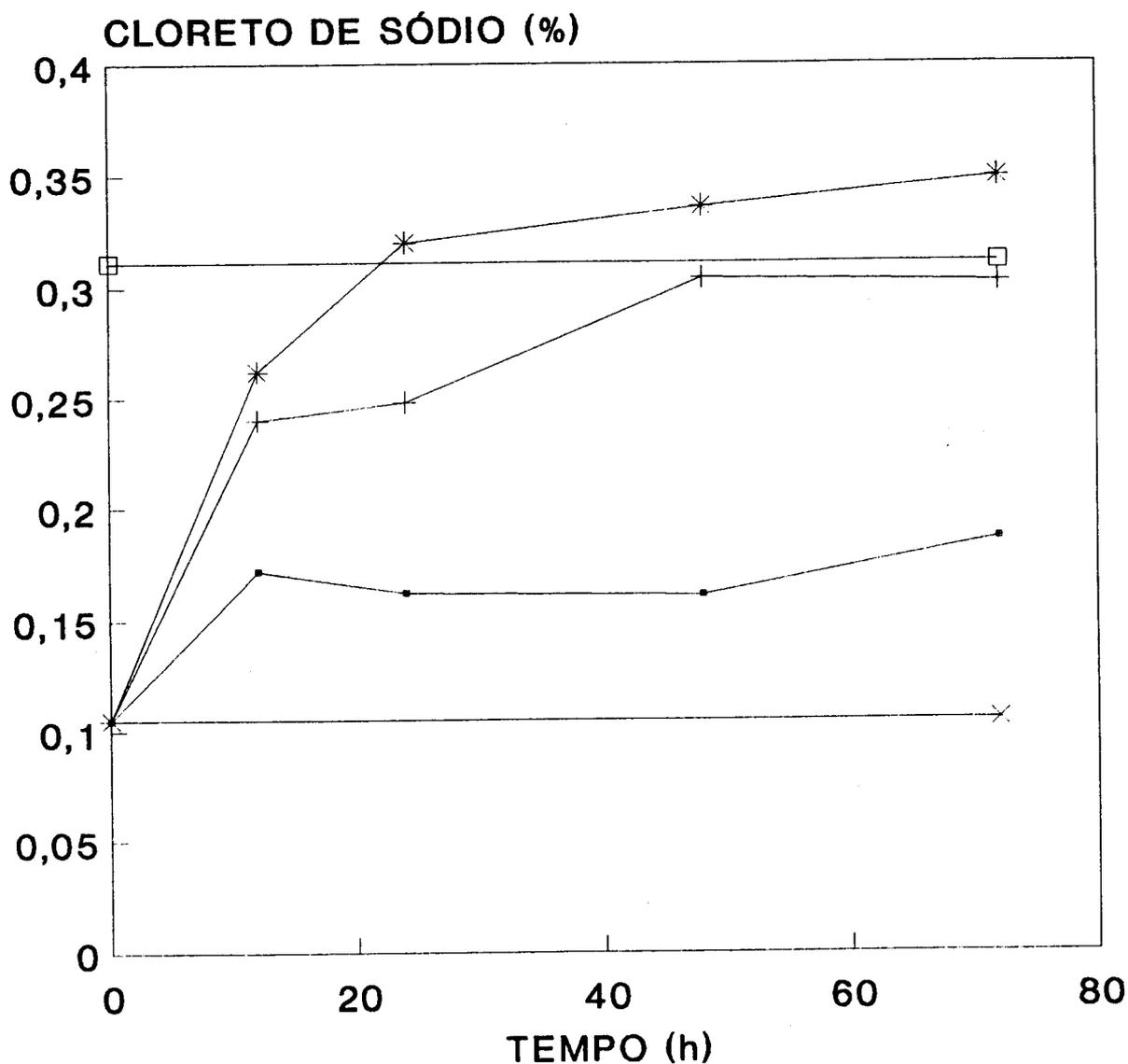
A mesma FIGURA 10 mostra que o conteúdo de cloreto de sódio do *Macrobrachium rosenbergii* submetido a 1% de salinidade, apresenta pequena variação com relação ao tempo. Este comportamento do *Macrobrachium rosenbergii* se torna coerente ao analisar alguns dados da literatura em relação a capacidade reguladora da pressão osmótica. Na FIGURA 2 se observa claramente que na faixa de variação de salinidade entre 0 a 1,0% de salinidade, a osmolaridade da hemolinfa tem pequenas mudanças, aproximadamente de 425 para 465 mOsm/kg. Nesta faixa o *Macrobrachium rosenbergii* é considerado fortemente hiperosmótico, ou seja a osmolaridade da hemolinfa é maior que a osmolaridade do meio externo (CASTILLE & LAWRENCE, 1981b). Isto justifica que os valores de cloreto de sódio encontrados nos camarões submetidos a 1% de salinidade apresentem pequenas variações com relação ao tempo de permanência dos camarões mantidos em água doce. Já com soluções de maior osmolaridade, na faixa de 560 a 720mOsm/kg (2,0 a 2,5% de salinidade), o camarão de água doce passa de um comportamento de hiperosmótico para isosmótico, justificando-se os incrementos maiores do conteúdo de cloreto de sódio nesta situação. Segundo STERN et alii (1987), em salinidades elevadas, perto do ponto isosmótico, a habilidade osmoreguladora do *Macrobrachium rosenbergii*, decresce

TABELA 14 - Efeito da salinidade e do tempo de permanência no valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação do nitrogênio não protéico (NNP), aminoácidos livres (AAL) e cloreto de sódio do tecido muscular do *Macrobrachium rosenbergii* e *Penaeus paulensis*.

TEMPO(h)		12			24			48			72			C A D	C A S
SALINIDADE (%)		1,0	2,0	2,5	1,0	2,0	2,5	1,0	2,0	2,5	1,0	2,0	2,5		
NNP	MÉDIA (mg N/100g)	666,4	687,9	710,7	668,5	747,7	798,0	654,8	824,8	873,2	666,9	834,2	892,1	608,0	780,1
	DESVIO PADRÃO	10,6	30,1	33,3	9,6	16,2	15,2	10,3	24,7	28,5	37,8	24,4	17,9	13,6	54,3
	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)	1,62	4,38	4,69	1,44	2,17	1,91	1,57	3,00	3,26	5,67	2,92	2,01	2,23	5,71
AAL	MÉDIA (mg N/100g)	402,6	445,4	489,4	437,5	534,6	589,3	440,2	629,7	670,4	482,4	667,8	696,3	398,8	628,6
	DESVIO PADRÃO	14,16	35,11	28,34	36,00	34,78	13,21	21,79	12,11	23,31	19,39	29,46	11,45	12,45	13,66
	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)	3,50	7,88	6,04	7,67	6,51	2,32	4,95	1,92	3,48	4,19	4,41	1,64	3,47	2,17
NaCl	MÉDIA (%)	0,517	0,719	0,788	0,486	0,745	0,960	0,483	0,912	1,010	0,558	0,966	1,047	0,280	0,932
	DESVIO PADRÃO	0,001	0,026	0,013	0,020	0,013	0,019	0,009	0,013	0,026	0,012	0,021	0,017	0,005	0,005
	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)	0,63	10,86	4,95	12,26	5,18	5,98	5,30	4,14	7,63	6,63	7,01	4,85	5,66	1,65

CAD: *M. rosenbergii* mantido em água doce durante todo período.

CAS: *P. paulensis* mantido em água salgada durante todo período.



- x *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água doce.
- *Penaeus paulensis* mantido na salinidade de cultivo comercial (2,5%)
- *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar diluída a 1,0% de salinidade
- + *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar diluída a 2,0% de salinidade
- * *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar a 2,5% de salinidade

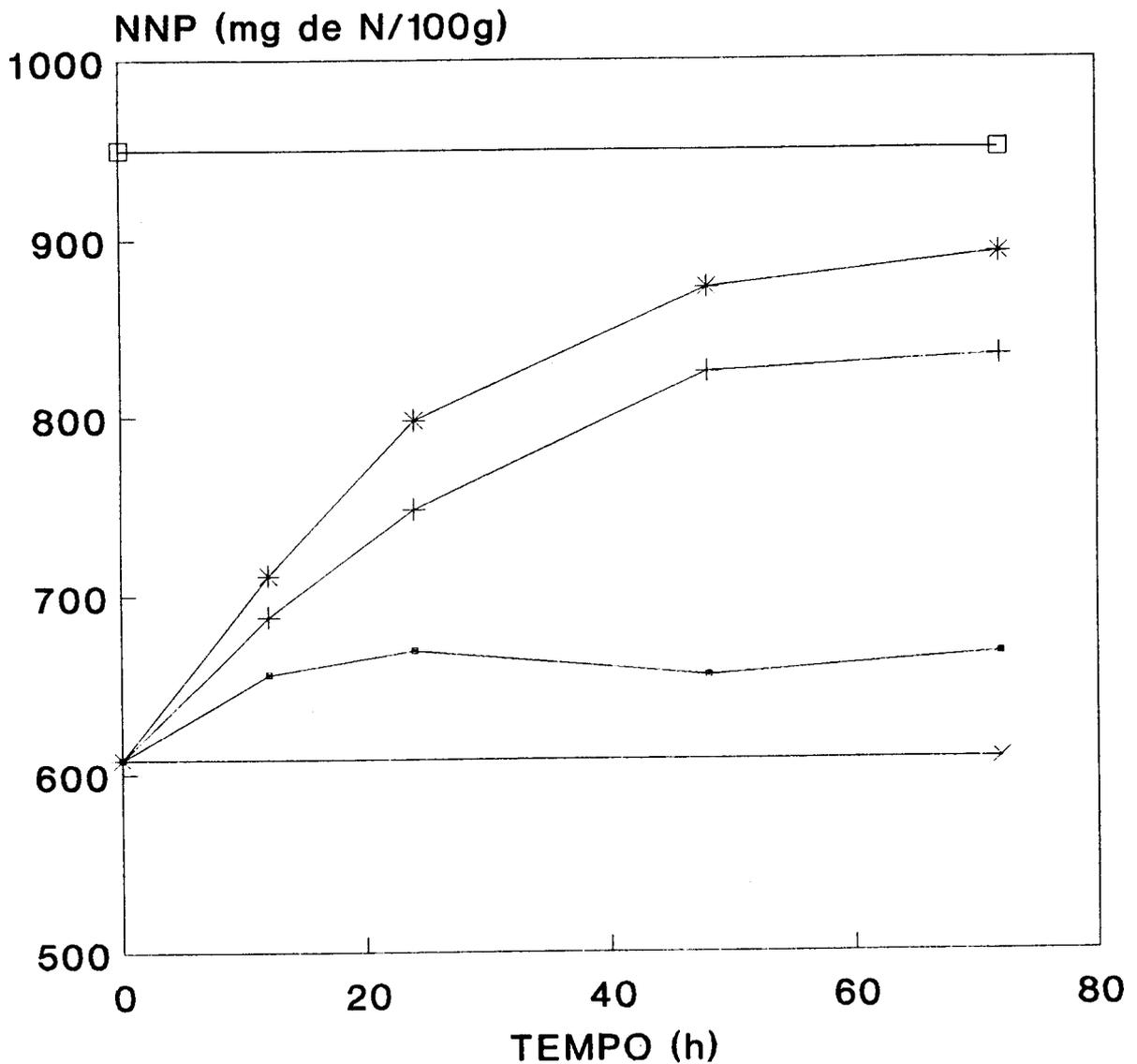
FIGURA 10 - Evolução do conteúdo de cloreto de sódio no músculo do *Macrobrachium rosenbergii*, em função do tempo de permanência nas soluções de diferentes salinidades.

significativamente. Os autores destacam que a regulação iônica da hemolinfa, especificamente do íon cloreto, se comporta similarmente à regulação osmótica apenas em ambientes de baixa salinidade, mas, em salinidades maiores se comporta ligeiramente hiposmótico, ou seja, a concentração dos íons cloretos da hemolinfa se mantém um pouco abaixo que a dos íons cloreto do ambiente.

Embora na literatura consultada não se tenha encontrado a relação da salinidade do ambiente com os íons cloreto do líquido intracelular (músculo), no *Macrobrachium rosenbergii*, os resultados obtidos neste trabalho permitem sugerir um comportamento semelhante à regulação osmótica da hemolinfa. É necessário ressaltar que a osmolaridade da hemolinfa está em equilíbrio com a osmolaridade do líquido intracelular (GILLES, 1979).

5.2.2. Variação da concentração de nitrogênio não protéico (NNP)

A FIGURA 11 mostra a variação do NNP do camarão *Macrobrachium rosenbergii* submetido a diferentes salinidades por vários períodos. Os resultados obtidos são confrontados com os valores respectivos dos camarões mantidos em água doce e também com a amostra de camarão de água salgada. Observa-se por um lado que, independente do tempo de permanência nas soluções de 2,0 e 2,5% de salinidade há diferença significativa com relação ao *Macrobrachium rosenbergii* não tratado (TABELA 15). Quando os mesmos são deixados a 1,0% de salinidade não se verificam diferenças significativas. O confronto dos resultados do *Macrobrachium*



- x *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água doce.
- *Penaeus paulensis* mantido na salinidade de cultivo comercial (2,5%)
- ◻ *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar diluída a 1,0% de salinidade
- + *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar diluída a 2,0% de salinidade
- * *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar a 2,5% de salinidade

FIGURA 11 - Evolução dos compostos de nitrogênio não protéico (NNP) no músculo do *Macrobrachium rosenbergii*, em função do tempo de permanência nas soluções de diferentes salinidades.

TABELA 15 - Estabelecimentos das diferenças do teor de nitrogênio não protéico (NNP), em função do tempo de permanência dos camarões submetidas a diferentes salinidades.

TEMPO (h)	12	24	48	72
AMOSTRA				
CAMARÃO DE ÁGUA DOCE	d	c	c	c
1,0% DE SALINIDADE	c d (u)	c (u)	c (u)	c (u)
2,0% DE SALINIDADE	b c (v)	b (v)	b (u)	a b (u)
2,5% DE SALINIDADE	b (x)	b (v)	b (u)	a (u)
CAMARÃO DE ÁGUA SALGADA	a	a	a	a

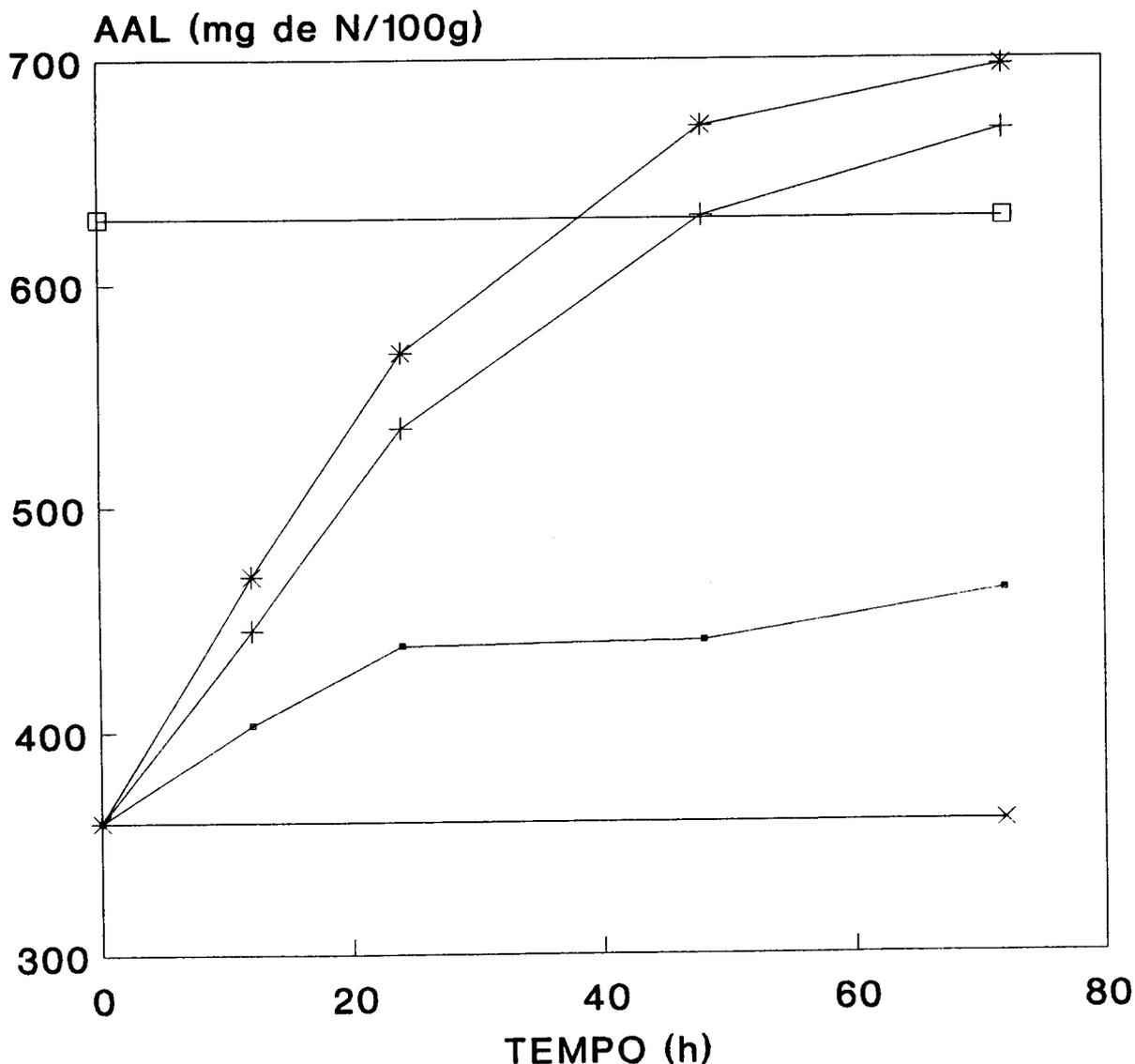
Letra igual entre as amostras, não existe diferença significativa ($p > 0,05$)

rosenbergii tratados com soluções salinas e o teor de NNP do *Penaeus paulensis*, mostra uma diferença significativa em todas as amostras, excluindo os camarões de água doce a 2,5% de salinidade por 72 horas.

Estes resultados sugerem, também, uma certa relação entre o comportamento fisiológico do *Macrobrachium rosenbergii*, em termos de variação da osmolaridade da hemolinfa e da osmolaridade do ambiente externo (FIGURA 2) com a osmolaridade do líquido intracelular, justificando assim, a variação irrelevante de NNP nas amostras que foram submetidas a 1% de salinidade. Nesse nível, a hemolinfa do *Macrobrachium rosenbergii*, atua como hipereguladora com relação ao meio ambiente. Comportamento contrário se observa quando o ambiente externo tem uma osmolaridade correspondente a 2,0 e 2,5% de salinidade

5.2.3. Variação de aminoácidos livres (AAL)

Com relação à variação de aminoácidos livres, a FIGURA 12 e TABELA 14 mostram valores ascendentes na medida que aumenta a salinidade do ambiente e o tempo de exposição. Confrontando os valores de N-AAL do *Macrobrachium rosenbergii*, no seu ambiente natural (água doce) qual seja: 359 mg de N-AAL/100 g de cauda cozida com os diferentes tratamentos, observa-se que a 1% de salinidade, após 12 (403 mg de N-AAL/100g), 24 horas (438mg de N-AAL/100g) e 48 horas (440 mg de N-AAL/100g) de exposição não houve diferenças significativas. Somente após 72 horas (462mg N-AAL/100g) a diferença se tornou significativa (TABELA 16). Com



- x *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água doce.
- *Penaeus paulensis* mantido na salinidade de cultivo comercial (2,5%)
- ◻ *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar diluída a 1,0% de salinidade
- + *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar diluída a 2,0% de salinidade
- * *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar a 2,5% de salinidade

FIGURA 12 - Evolução dos compostos de aminoácidos livres (AAL) no músculo do *Macrobrachium rosenbergii*, em função do tempo de permanência nas soluções de diferentes salinidades.

TABELA 16 - Estabelecimentos das diferenças do teor de aminoácidos livres totais (AAL), em função do tempo de permanência dos camarões submetidos a diferentes salinidades.

TEMPO (h)	12	24	48	72
AMOSTRA				
CAMARÃO DE ÁGUA DOCE	c	c	b	c
1,0% DE SALINIDADE	b c (v)	c (u v)	b (u)	b (u)
2,0% DE SALINIDADE	b (x)	b (v)	a (u)	a (u)
2,5% DE SALINIDADE	b (v)	a b (v)	a (u)	a (u)
CAMARÃO DE ÁGUA SALGADA	a	a	a	a

Letra igual entre as amostras, não existe diferença significativa ($p > 0,05$).

relação a 2 e 2,5% de salinidades em todos os tempos analisados verificou-se diferença significativa com o *Macrobrachium rosenbergii* no seu estado natural.

Pesquisas realizadas por PAPADOPOULOS & FINNE (1985), com camarão de água salgada, *Penaeus aztecus*, verificaram que os AAL do líquido intracelular não contribuem muito na regulação da pressão osmótica nas primeiras 12 horas depois de mudar a salinidade, sugerindo que durante os primeiros momentos de mudança de salinidade, os fluídos inter e intracelulares parecem manter o balanço com os fluídos extracelulares através da regulação do conteúdo de umidade nos tecidos. Ao ser mudado abruptamente, o *Penaeus aztecus*, de 2,5 para 5,0% de salinidade obteve-se uma variação de 95 para 106, 121 e 136 mMol de N-AAL/100g de cauda, em 12, 24 e 48 horas, respectivamente. Quanto ao *Macrobrachium rosenbergii*, na presente pesquisa a mudança de água doce para 2,5% de salinidade, causou um aumento de 359 para 469, nas primeiras 12 horas e para 569 e 670 mg de N-AAL/100g de cauda, depois de 24 e 48 horas. Assim para uma mesma variação de salinidade, o *Penaeus aztecus*, aumentou a concentração de aminoácidos livres em 11,6, 27,4 e 43,2%, após 12, 24 e 48 horas, respectivamente, enquanto o *Macrobrachium rosenbergii*, aumentou em 30,6, 58,5 e 86,6%, para os mesmos períodos, ou seja mais do dobro.

Ao comparar os diferentes tratamentos do *Macrobrachium rosenbergii* com o valor apresentado pelo *Penaeus paulensis*, verifica-se que, considerando o camarão de água doce mantido a 1% de salinidade é diferente estatisticamente a qualquer espaço de tempo analisado. Já a 2% de salinidade, após 12 e 24 horas

verificaram-se diferenças significativas, mas decorridas 48 e 72 horas essas diferenças se tornam não significativas. Por sua vez, os camarões submetidos a 2,5% de salinidade, somente após 12 horas observam-se diferenças significativas, não existindo diferenças a tempos maiores (TABELA 16).

É necessário destacar que os teores de N-AAL registrados no camarão de água doce, *Macrobrachium rosenbergii*, submetidos a 2,0 e 2,5% de salinidades por 48 e 72 horas, foram maiores que os determinados no camarão de água salgada, *Penaeus paulensis* (FIGURA 12).

Como tinha sido comentado no Experimento 1 e 2, o teor de N dos aminoácidos livres tem uma participação majoritária no total do NNP e, que esta participação se torna mais expressiva na medida em que aumenta a salinidade até o nível de 2,0%. O N-AAL do camarão *M. rosenbergii* em água doce e dos submetidos a 1,0, 2,0 e 2,5% de salinidade participam com 59, 69, 80 e 78% do NNP, enquanto que o camarão de água salgada participa com 66%.

Com relação ao camarão *Macrobrachium rosenbergii*, mantidos no ambiente natural e aqueles submetidos a diversas salinidades, é importante destacar que os outros compostos nitrogenados não protéicos, constituídos pela diferença entre NNP e N-AAL, não apresentaram diferenças significativas nas condições testadas. Assim, pode-se deduzir que a somatória dos compostos de amônia quaternária, dos nucleotídeos, do amônia e bases nitrogenadas e de outros compostos nitrogenados solúveis em água tem uma participação inexpressiva no fenômeno de osmorregulação.

O *Penaeus paulensis* tem 321 mg de N/100g desses compostos não analisados, ou seja, a diferença entre o conteúdo de NNP, menos os teores de N-AAL e N-OTMA, enquanto que o *Macrobrachium rosenbergii* tem 249 mg de N/100g. Após 72 horas de permanência a 1,0, 2,0 e 2,5% de salinidade o camarão de água doce tem 205, 166 e 195 mg de N/100g, ou seja, em vez de ter aumento pelo efeito do incremento da salinidade, os outros compostos não nitrogenados apresentaram uma redução.

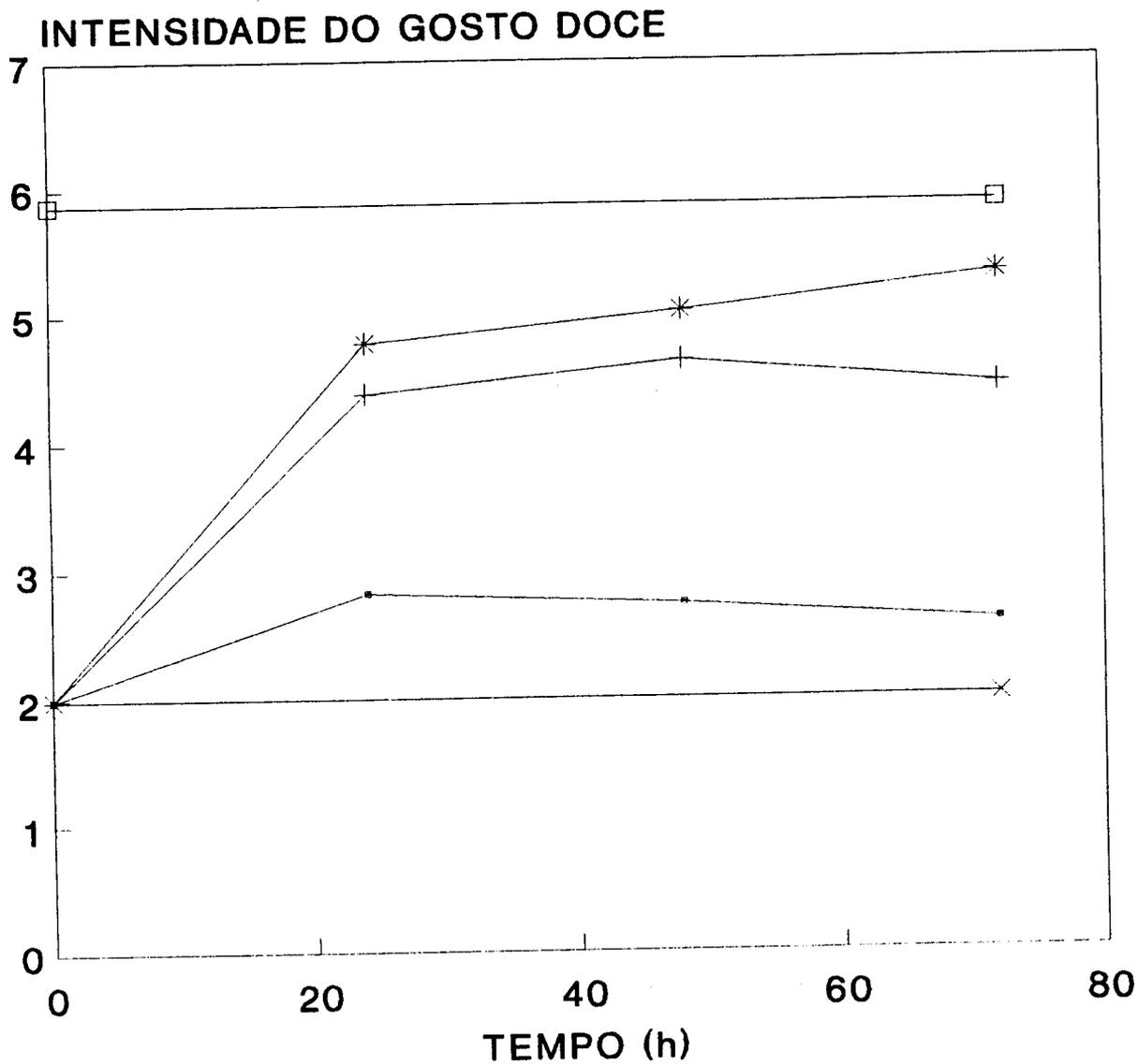
5.3. Variação da intensidade de alguns gostos específicos (Experimento 3)

Estas avaliações tinham por finalidade verificar o efeito das mudanças de salinidade, em diferentes tempos, sobre a intensidade dos oito gostos básicos, usando também como pontos de referências os valores obtidos pelo *Macrobrachium rosenbergii* e *Penaeus paulensis* mantidos no seu ambiente natural (FIGURA 8). Alguns dos gostos avaliados participam do sabor típico de camarão e outros, tinham como objetivo verificar se os diferentes tratamentos induziam a formação de sabores estranhos no camarão. Tal suposição tinha base, pois os "precursores de sabor" adicionados na dieta padrão são de natureza diferente e não há na literatura informações sobre os seus efeitos no sabor.

5.3.1. Intensidade do gosto doce

O sabor dos crustáceos de maneira geral, é associado ao sabor adocicado (KONOSU & YAMAGUCHI, 1982). Estudos relatados por KONUSO, 1979, demonstram que a palatibilidade dos camarões e das lagostas estava diretamente relacionada com a concentração dos aminoácidos doces (glicina, prolina e alanina), e, em menor medida a serina e a treonina. Estes aminoácidos livres (AAL) são responsáveis por 71,7% dos AAL totais no *Penaeus japonicus* (MATSUMOTO & YAMANAKA, 1990b), 77,72% em *Penaeus vannamei* (PAPADOPOULOS & FINNE, 1986) e 70,4% em *Penaeus esculentus* (DALL & SMITH, 1987).

Na FIGURA 13 e TABELA 17 se notam uma grande diferença entre a intensidade do sabor doce do camarão de água doce (1,99) e do camarão de água salgada (5,87). Ainda, observa-se que o tratamento efetuado com o *Macrobrachium rosenbergii*, num meio de 1% de salinidade, independente do tempo de exposição, não difere significativamente quanto à intensidade de gosto doce do mesmo camarão deixado no seu ambiente natural. Entretanto, quando colocados em soluções de 2,0 e 2,5% de salinidade, encontram-se diferenças significativas com a amostra deixada em água doce. Por sua vez, ao comparar a intensidade do sabor doce do camarão *Penaeus paulensis*, com o *Macrobrachium rosenbergii*, tratado durante 24 horas em soluções de 1,0, 2,0 e 2,5% de salinidade, verificam-se diferenças significativas. Depois de 48 e 72 horas, os camarões colocados a 2,5% de salinidade já podem considerar-se



- x *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água doce.
- *Penaeus paulensis* mantido na salinidade de cultivo comercial (2,5%)
- ◊ *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar diluída a 1,0% de salinidade
- + *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar diluída a 2,0% de salinidade
- * *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar a 2,5% de salinidade

FIGURA 13 - Variação da intensidade do gosto doce no músculo do *Macrobrachium rosenbergii*, em função do tempo de permanência nas soluções de diferentes salinidades.

TABELA 17 - Efeito da salinidade e do tempo de permanência no valor médio, desvio padrão e coeficiente de variação do gosto doce, salgado, umami e ácido do tecido muscular cozido do *Macrobrachium rosenbergii* e do *Penaeus paulensis*.

TEMPO (h)		24			48			72			C A D	C A S
		SALINIDADE (%)	1,0	2,0	2,5	1,0	2,0	2,5	1,0	2,0		
GOSTO DOCE	MÉDIA	3,17	4,38	4,78	2,73	4,63	5,02	2,58	4,43	5,31	1,99	5,87
	DESVIO	0,28	0,25	0,33	0,08	0,18	0,22	0,19	0,21	0,38	0,07	0,10
	PADRÃO											
	COEFICIENTE DE VARIÇÃO (%)	9,04	5,72	7,07	3,04	3,96	4,52	7,41	4,82	7,16	3,52	1,80
GOSTO SALGA DO	MÉDIA	2,47	3,44	3,16	2,34	3,07	3,55	2,71	3,14	3,33	2,22	3,61
	DESVIO	0,22	0,20	0,15	0,24	0,21	0,23	0,11	0,10	0,16	0,04	0,04
	PADRÃO											
	COEFICIENTE DE VARIÇÃO (%)	9,20	5,92	4,88	10,6	7,10	6,73	4,35	3,40	4,85	2,19	1,32
GOSTO UMAMI	MÉDIA	1,47	1,90	1,97	1,80	2,13	2,07	1,70	1,80	1,80	1,73	2,63
	DESVIO	0,20	0,33	0,23	0,11	0,12	0,12	0,30	0,29	0,18	0,04	0,08
	PADRÃO											
	COEFICIENTE DE VARIÇÃO (%)	13,7	15,7	11,8	6,41	5,86	5,81	17,9	16,3	10,3	2,72	1,12
GOSTO ÁCIDO	MÉDIA	0,57	1,01	0,75	0,78	0,96	0,88	0,77	0,88	0,79	0,52	1,10
	DESVIO	0,13	0,05	0,18	0,08	0,30	0,09	0,14	0,14	0,14	0,09	0,05
	PADRÃO											
	COEFICIENTE DE VARIÇÃO (%)	23,0	5,67	24,7	10,2	31,5	10,2	18,8	16,6	17,7	18,3	4,58

CAD: *M. rosenbergii* mantido em água doce durante todo o período.

CAS: *P. paulensis* mantido em água salgada durante todo o período.

estatisticamente não diferentes ao camarão de água salgada, em termos de intensidade de gosto doce (TABELA 18).

5.3.2. Intensidade do gosto salgado

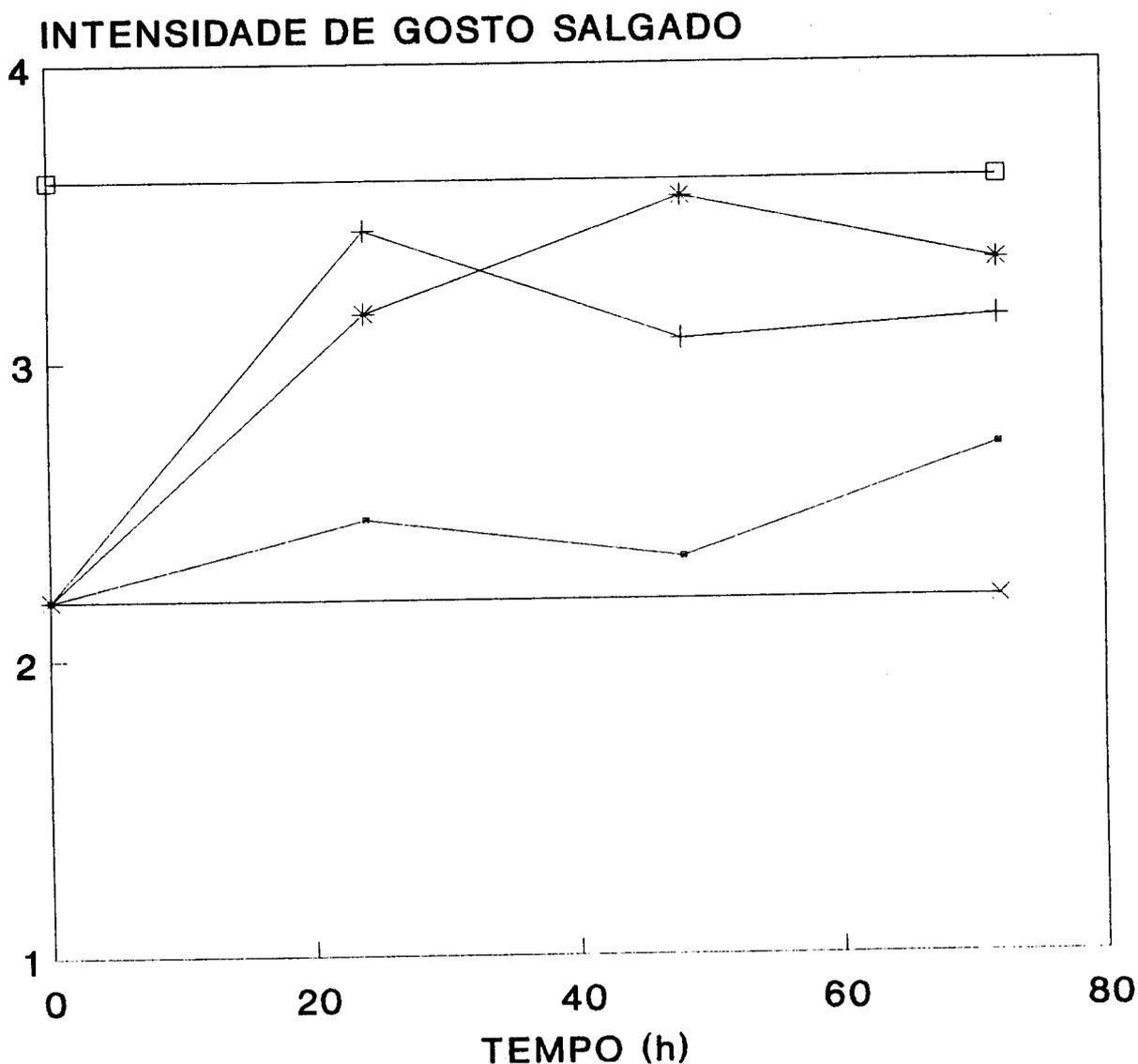
A FIGURA 14 mostra a variação da intensidade do gosto salgado em relação aos diferentes tratamentos. Nas TABELAS 14 e 19, observam-se uma diferença significativa entre o gosto salgado do *Macrobrachium rosenbergii* (2,20) e o *Penaeus paulensis* (3,61), obtendo valores intermediários, segundo os tratamentos com diferentes salinidades. Ao comparar o sabor salgado do *Macrobrachium rosenbergii*, sem nenhum tratamento, com os camarões submetidos a diferentes salinidades, verifica-se, que não existem diferenças significativas quando comparados com o tratamento a 1,0% de salinidade, independente do tempo de exposição. A diferença se torna significativa para o gosto salgado quando os camarões foram colocados a 2,0 e 2,5% de salinidade. Quando se toma como referência o gosto salgado do *Penaeus paulensis*, verifica-se uma diferença significativa com o camarão de água doce deixado a 1% de salinidade. Esta diferença se torna não significativa quando a comparação é realizada com os camarões deixados a 2,0 e 2,5% de salinidade, independente do tempo de exposição.

Na TABELA 19 mostram também que não houve acréscimo do gosto salgado com o aumento do tempo de exposição às diferentes salinidades, o que indica uma rápida absorção dos íons de sódio e cloro, responsáveis em grande parte pelo gosto salgado, nos mecanismos de regulação osmótica intracelular.

TABELA 18 - Estabelecimentos das diferenças da intensidade do gosto doce, em função do tempo de permanência dos camarões submetidos a diferentes salinidades.

TEMPO (h)	24	48	72
AMOSTRA			
CAMARÃO DE ÁGUA DOCE	d	c	c
1,0% DE SALINIDADE	c (u)	c (u)	c (u)
2,0% DE SALINIDADE	b (u)	b (u)	b (u)
2,5% DE SALINIDADE	b (u)	a b (u)	a b (u)
CAMARÃO DE ÁGUA SALGADA	a	a	a

Letra igual entre as amostras, não existe diferença significativa ($p > 0,05$).



- x *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água doce.
- *Penaeus paulensis* mantido na salinidade de cultivo comercial (2,5%)
- *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar diluída a 1,0% de salinidade
- + *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar diluída a 2,0% de salinidade
- * *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar a 2,5% de salinidade

FIGURA 14 - Variação da intensidade do gosto salgado no músculo do *Macrobrachium rosenbergii*, em função do tempo de permanência nas soluções de diferentes salinidades.

TABELA 19 - Estabelecimentos das diferenças da intensidade do gosto salgado, em função do tempo de permanência dos camarões submetidos a diferentes salinidades.

TEMPO (h)	24	48	72
AMOSTRA			
CAMARÃO DE ÁGUA DOCE	b	b	c
1,0% DE SALINIDADE	b (u)	b (u)	b c (u)
2,0% DE SALINIDADE	a (u)	a (u)	a (u)
2,5% DE SALINIDADE	a (u)	a (u)	a (u)
CAMARÃO DE ÁGUA SALGADA	a	a	a

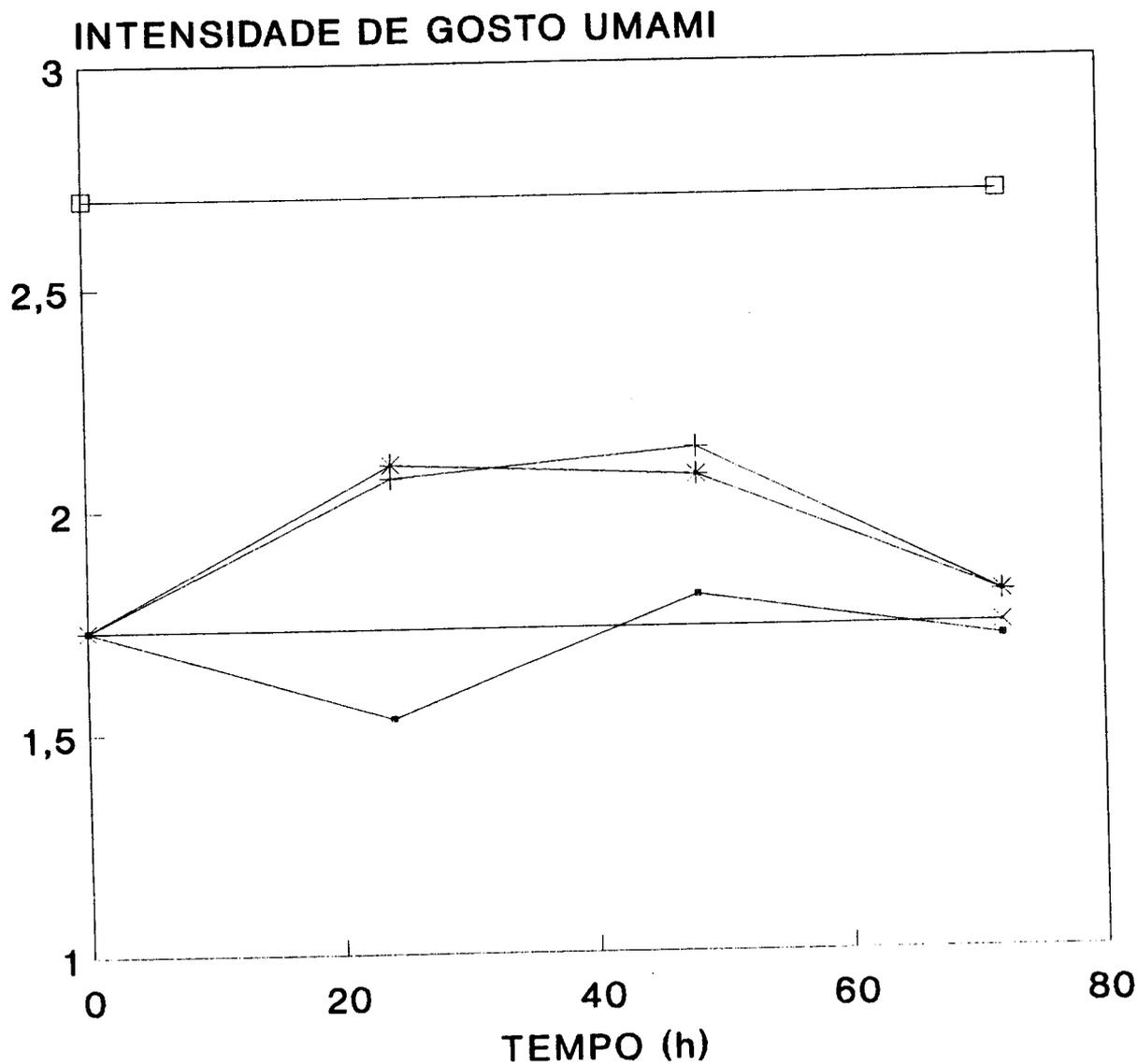
Letra igual entre as amostras, não existe diferença significativa ($p > 0,05$).

Assim, pelos dados apresentados na FIGURA 14 e TABELA 19, pode-se concluir que são necessárias somente 24 horas para que o *Macrobrachium rosenbergii*, submetido a 2 e 2,5% de salinidade, se torne estatisticamente diferente, em termos de gosto salgado, da amostra deixada em água doce. O tratamento a 1% de salinidade não causou modificações do gosto salgado do ponto de vista estatístico. Na faixa de salinidade de 0 a 1,0%, o *Macrobrachium rosenbergii* atua como hiperosmótico, não apresentando grandes variações de osmolaridade (FIGURA 2).

5.3.3. Intensidade dos gostos umami e ácido

As FIGURAS 15 e 16 apresentam a intensidade do sabor umami e ácido, respectivamente, do *Penaeus paulensis*, do *Macrobrachium rosenbergii*, ambos no seu ambiente natural de salinidade, e das amostras colocadas a diferentes salinidades e tempos de exposição.

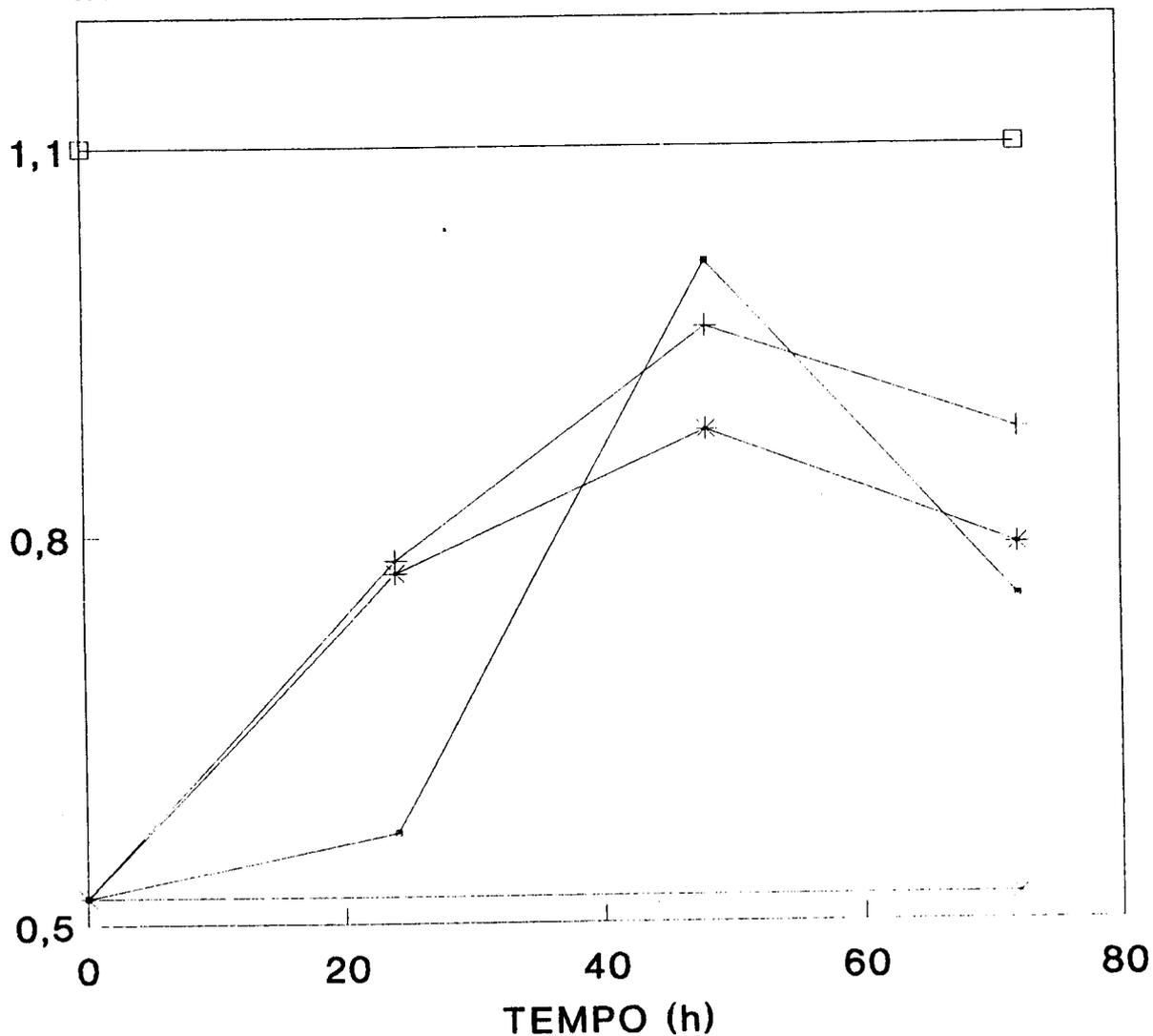
Pode-se observar, na FIGURA 15, que os valores de intensidade do gosto umami do *Penaeus paulensis* foram superiores ao *Macrobrachium rosenbergii* e, que os diferentes tratamentos efetuados no camarão de água doce não proporcionaram uma intensificação crescente do gosto umami como tinha sido obtido com o doce e salgado. Não se estabeleceram diferenças significativas entre os camarões de água doce e de água salgada no seu ambiente natural. Isso deve-se a pequena intensidade de gostoumami avaliada pelos degustadores, ficando na faixa de levemente detectável a pouco detectável (FIGURA 8).



- x *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água doce.
- *Penaeus paulensis* mantido na salinidade de cultivo comercial (2,5%)
- ◻ *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar diluída a 1,0% de salinidade
- + *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar diluída a 2,0% de salinidade
- * *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar a 2,5% de salinidade

FIGURA 15 - Variação da intensidade do gosto umami no músculo do *Macrobrachium rosenbergii*, em função do tempo de permanência nas soluções de diferentes salinidades.

INTENSIDADE DO GOSTO ÁCIDO



- x *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água doce.
- *Penaeus paulensis* mantido na salinidade de cultivo comercial (2,5%)
- ◻ *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar diluída a 1,0% de salinidade
- + *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar diluída a 2,0% de salinidade
- * *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar a 2,5% de salinidade

FIGURA 16 - Variação da intensidade do gosto ácido no músculo do *Macrobrachium rosenbergii*, em função do tempo de permanência nas soluções de diferentes salinidades.

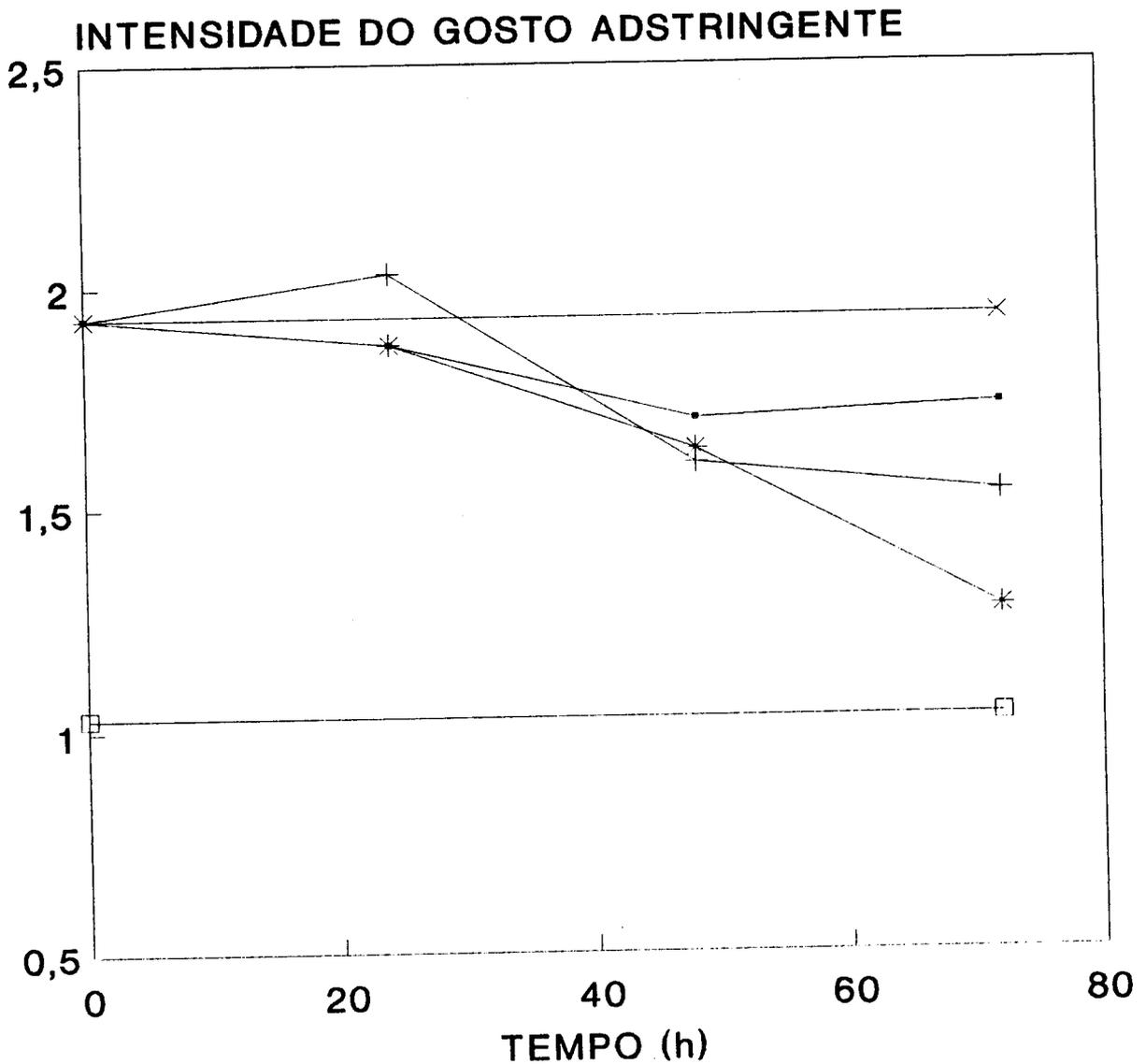
Comportamento similar observou-se ao analisar a intensidade do gosto ácido. A FIGURA 16 mostra que neste caso os valores de intensidade do gosto ácido do camarão *Penaeus paulensis*, foram maiores do que obtidos pelo *Macrobrachium rosenbergii*, mas estatisticamente não foram significativos,

5.3.4. Intensidade dos gostos adstringente, pungente, amargo e metálico

Da mesma forma que para os valores de intensidade de sabor umami e ácido, as FIGURAS 17, 18, 19 e 20 mostram variações de intensidades pequenas do gosto adstringente, pungente, amargo e metálico, respectivamente, entre as amostras analisadas, ficando na faixa de levemente detectável a não detectável, não se estabelecendo diferenças significativas entre elas. Pode-se inferir que os diferentes tratamentos, efetuados com a finalidade de melhorar o gosto no camarão *Macrobrachium rosenbergii*, não proporcionaram gosto considerado desagradável, como seriam os gostos adstringente, pungente, amargo e metálico.

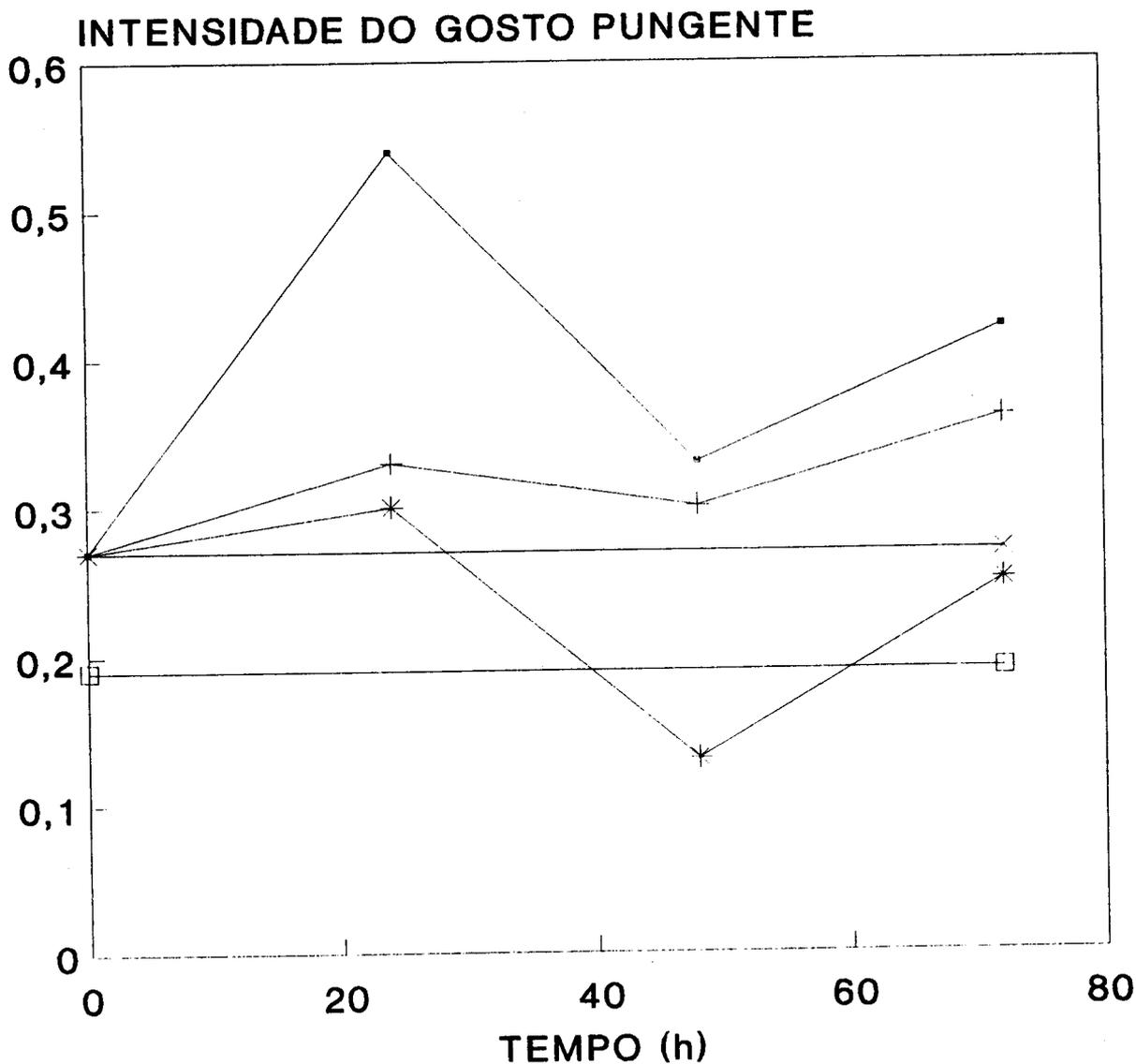
5.4. Correlação do gosto doce e salgado com alguns componentes responsáveis pelo gosto (Experimento 3).

O confronto dos resultados da intensidade do sabor das diferentes amostras com a concentração dos componentes químicos determinados nas mesmas, permite verificar o grau de correlação existente, entre a composição específica de solutos e a



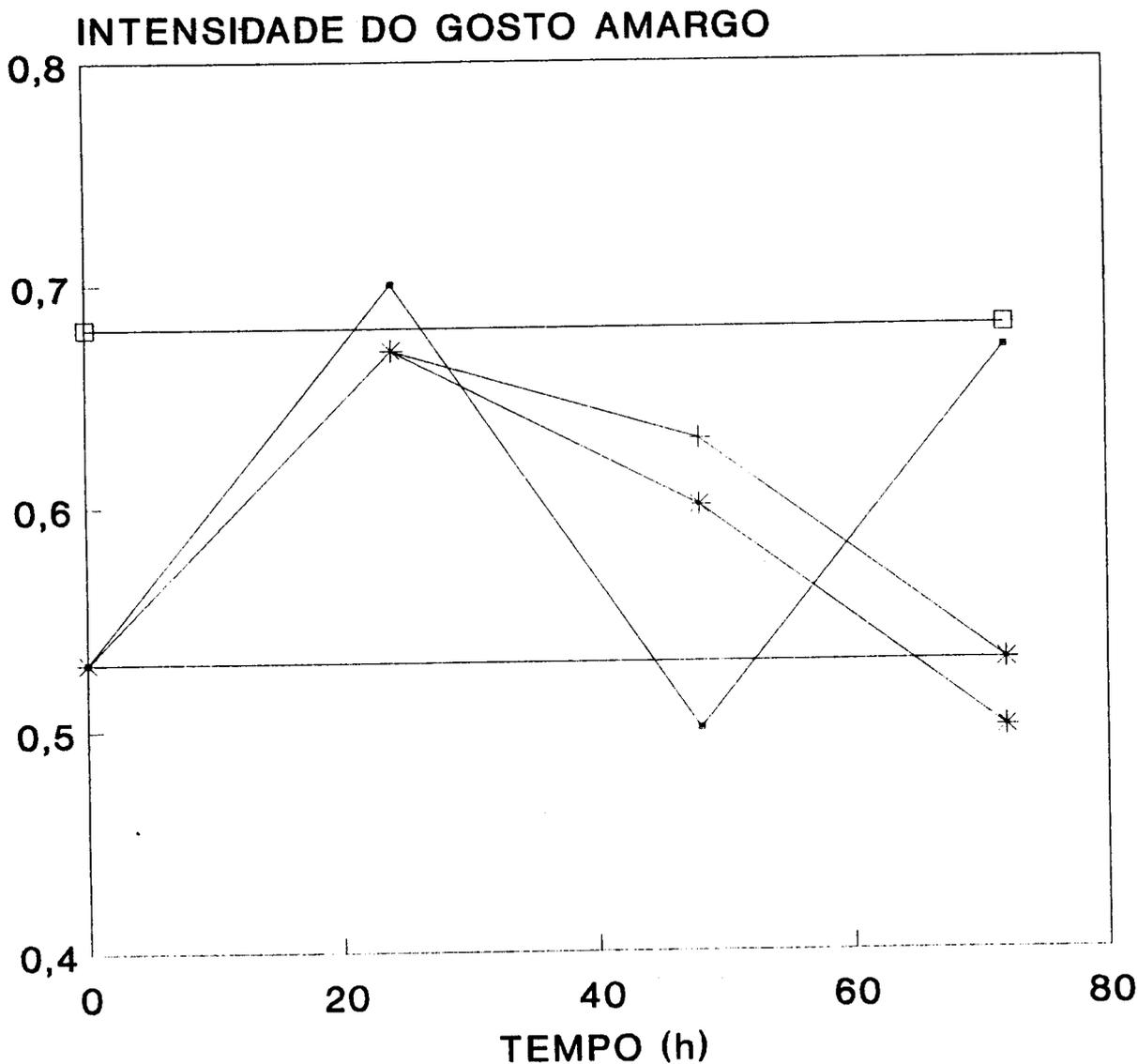
- x *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água doce.
- *Penaeus paulensis* mantido na salinidade de cultivo comercial (2,5%)
- *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar diluída a 1,0% de salinidade
- + *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar diluída a 2,0% de salinidade
- * *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar a 2,5% de salinidade

FIGURA 17- Variação da intensidade do gosto adstringente no músculo do *Macrobrachium rosenbergii*, em função do tempo de permanência nas soluções de diferentes salinidades.



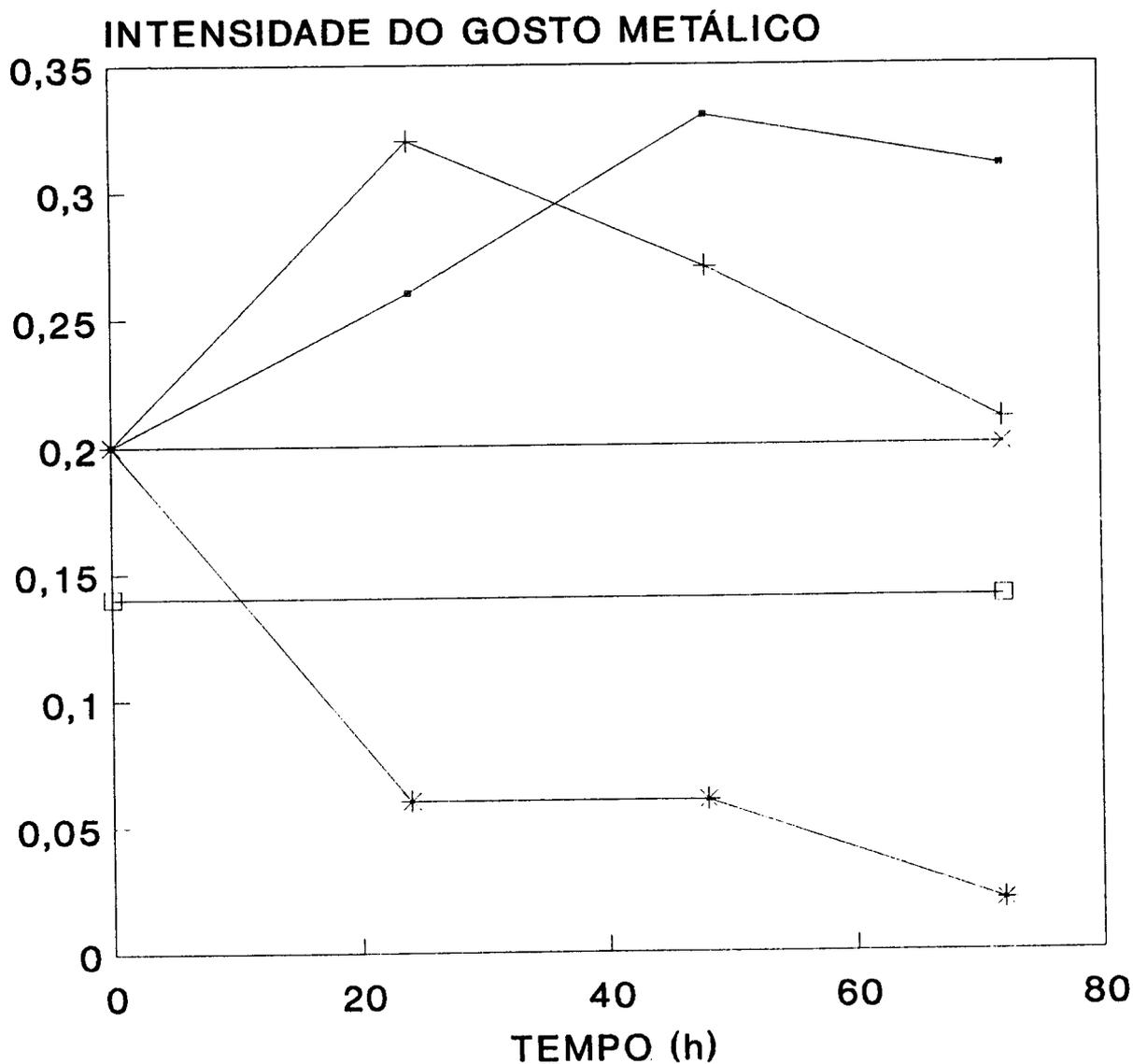
- x *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água doce.
- *Penaeus paulensis* mantido na salinidade de cultivo comercial (2,5%)
- ◻ *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar diluída a 1,0% de salinidade
- + *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar diluída a 2,0% de salinidade
- * *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar a 2,5% de salinidade

FIGURA 18 - Variação da intensidade do gosto pungente no músculo do *Macrobrachium rosenbergii*, em função do tempo de permanência nas soluções de diferentes salinidades.



- x *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água doce.
- *Penaeus paulensis* mantido na salinidade de cultivo comercial (2,5%)
- ◻ *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar diluída a 1,0% de salinidade
- + *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar diluída a 2,0% de salinidade
- * *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar a 2,5% de salinidade

FIGURA 19 - Variação da intensidade do gosto amargo no músculo do *Macrobrachium rosenbergii*, em função do tempo de permanência nas soluções de diferentes salinidades.



- x *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água doce.
- *Penaeus paulensis* mantido na salinidade de cultivo comercial (2,5%)
- ◻ *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar diluída a 1,0% de salinidade
- + *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar diluída a 2,0% de salinidade
- * *Macrobrachium rosenbergii* mantido em água de mar a 2,5% de salinidade

FIGURA 20 - Variação da intensidade do gosto metálico no músculo do *Macrobrachium rosenbergii*, em função do tempo de permanência nas soluções de diferentes salinidades.

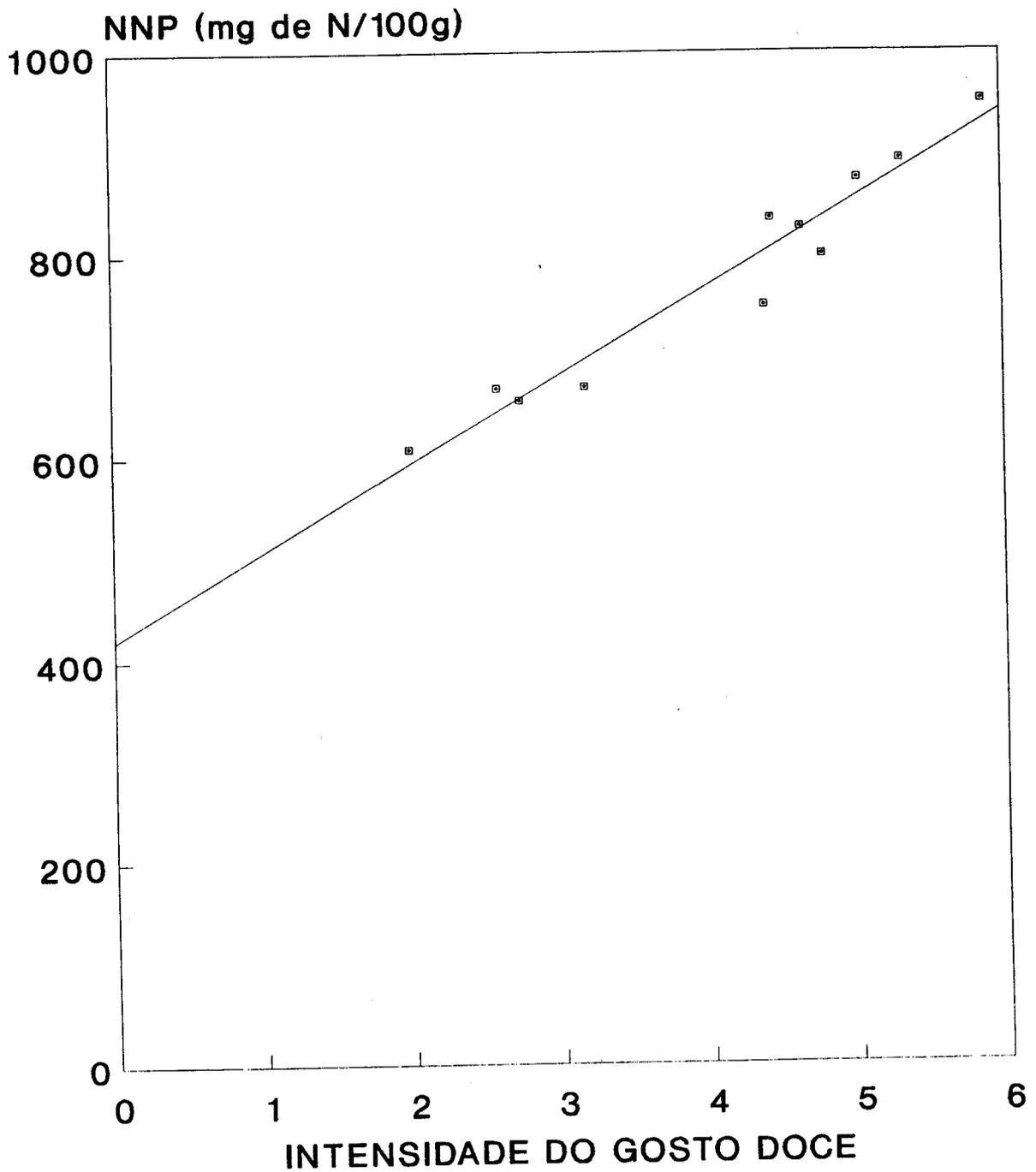
qualificação sensorial. Para a avaliação dos resultados, como mencionado no Capítulo 4. **Material e Métodos**, foi utilizado o Coeficiente de Correlação de Pearson.

5.4.1. Correlação entre o gosto doce e a concentração de nitrogênio não Protéico (NNP).

A FIGURA 21, mostra a curva de correlação entre a intensidade do gosto doce e a concentração de compostos nitrogenados não protéicos, obtida da confrontação dos dados mostrados nas FIGURAS 13 e 11, respectivamente. A partir destes dados calculou-se o coeficiente de correlação de Pearson, que resultou em $r=0,97$ o que implica uma correlação elevada entre ambos os parâmetros. HOFFMAN & VIEIRA (1977), mencionam que valores de coeficiente de correlação acima de 0,7 podem ser considerados aceitáveis.

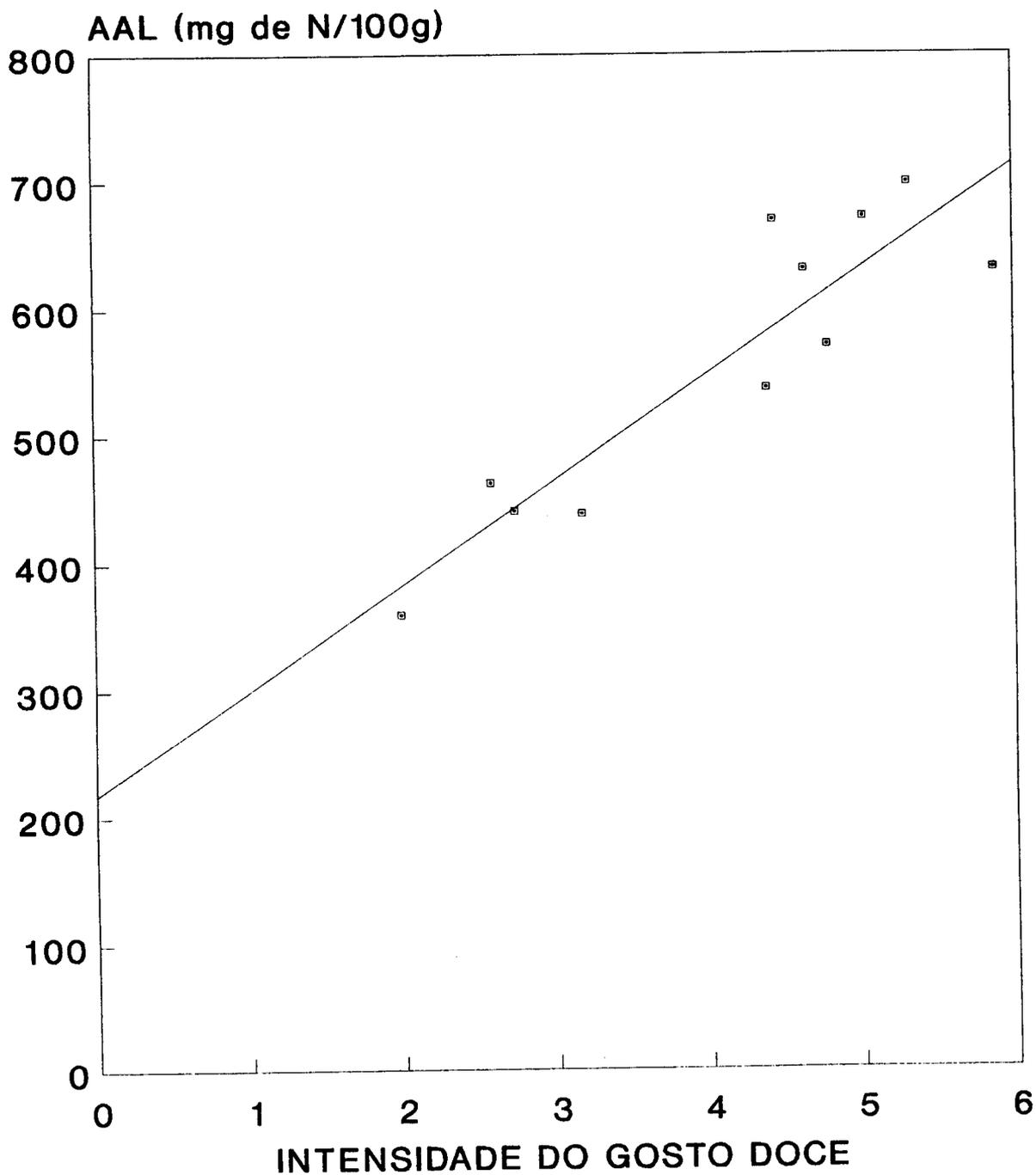
5.4.2 Correlação entre o gosto doce e o conteúdo de aminoácidos livres (AAL).

Por sua vez, ao defrontar os valores obtidos nas FIGURAS 12 e 13, com relação à concentração de aminoácidos livres e a intensidade do sabor doce, respectivamente, verifica-se também, como consta da FIGURA 22, um elevado coeficiente de correlação, qual seja: $r=0,91$, um valor ligeiramente menor ao obtido para o nitrogênio não protéico, o que se justifica, uma vez que, além dos aminoácidos livres, o NNP inclui também alguns compostos de amônia quaternária, bem como os nucleotídeos e compostos correlatos que contribuem para o gosto



Coeficiente de Correlação: $r=0,97$

FIGURA 21 - Correlação entre a intensidade do gosto doce e o conteúdo de nitrogênio não protéico (NNP) dos camarões submetidos a diferentes salinidades.



Coefficiente de Correlação: $r=0,91$

FIGURA 22 - Correlação entre a intensidade do gosto doce e o conteúdo de aminoácidos livres (AAL) dos camarões submetidos a diferentes salinidades.

adocicado dos camarões, seja pela sua própria doçura, ou como coadjuvante do sabor. Entre os compostos de amônia quaternária, que contribuem para o sabor doce, encontram-se as betaínas (HUIJITA et alii, 1972). Segundo informações apresentadas por KONOSU & YAMAGUCHI (1982), as concentrações de glicina-betaína dos camarões de água salgada, *Penaeus japonicus*, *Penaeus monodon* e *Penaeus orientalis*, foram 756, 635 e 401 mg/100g de músculo cru, respectivamente. A função das betaínas tem sido explicada como atenuadora da toxicidade do íon cloreto (STOREY & JONES, 1977), portanto as plantas e animais de água doce contem concentrações baixas de betaínas.

É interessante observar que, embora alguns autores (PAPADOPOULOS & FINNE, 1986; MATSUMOTO & YAMANAKA, 1990b) mencionem que os aminoácidos livres são os principais compostos responsáveis pelo sabor próprio dos camarões. Na FIGURA 12 verifica-se que, para alguns tratamentos, a concentração de aminoácidos livres não difere significativamente do camarão *Penaeus paulensis*. Também, deve-se considerar que somente alguns aminoácidos livres são os responsáveis pelo sabor típico dos camarões

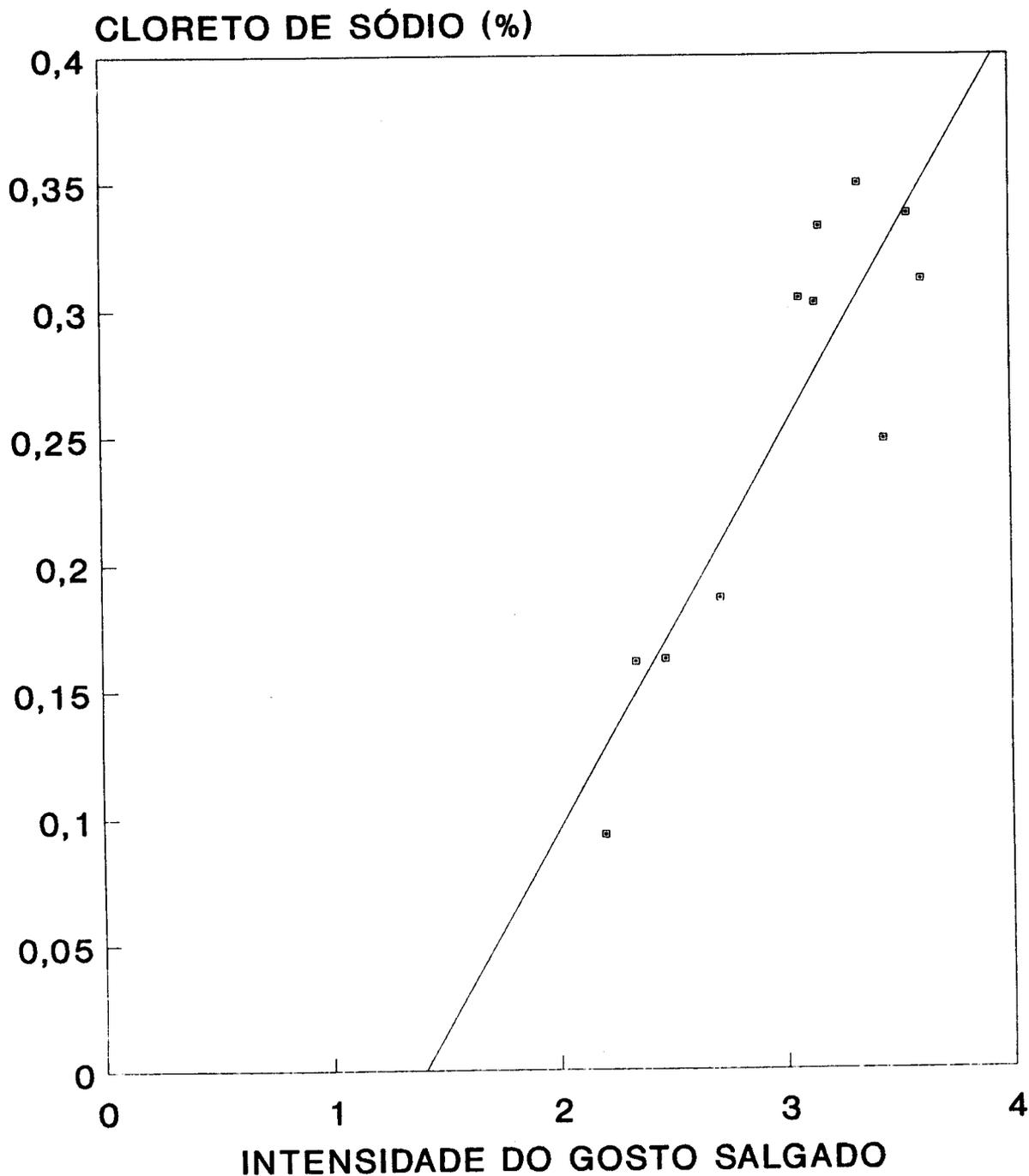
5.4.3. Correlação entre o gosto salgado e o conteúdo de cloreto de sódio

O gosto salgado é caracterizado, principalmente pelos íons de sódio e cloro, e se tem verificado que na medida que um deles aumenta no tecido celular, também vem acompanhado de

aumento do outro (HARPER, 1977). Também, MAGA (1988), observou que o glutamato monossódico, tem a propriedade de realçar o gosto salgado. A FIGURA 23, apresenta a correlação entre os valores para o gosto salgado e a concentração de íons de cloro, mostrados como percentagens de cloreto de sódio, obtidos a partir das informações apresentadas nas FIGURAS 14 e 10, respectivamente. Dos dados apresentados foi calculado um Coeficiente de Correlação equivalente a $r=0,90$, considerado aceitável por HOFFMAN & VIEIRA (1977).

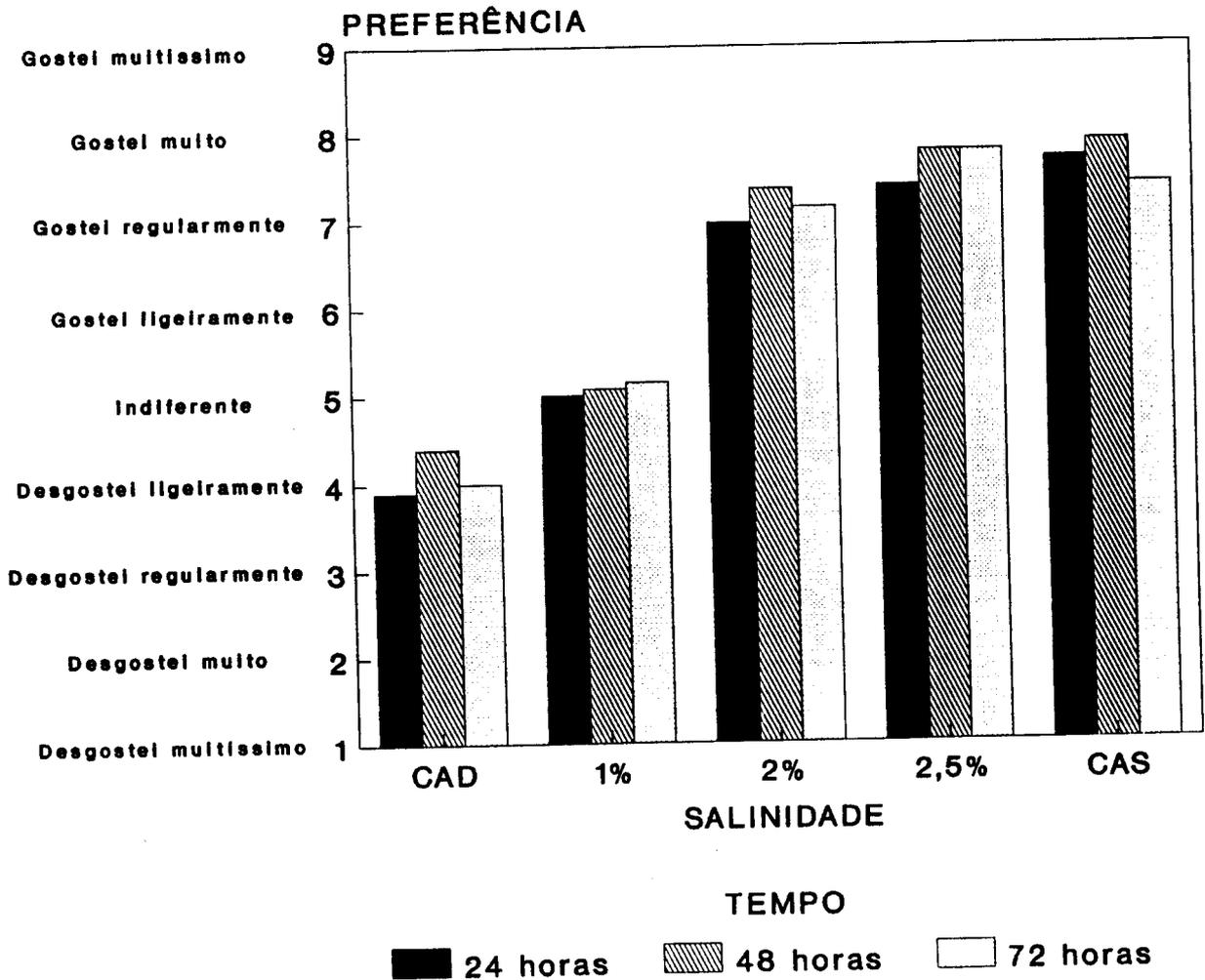
5.5. Avaliação da preferência do camarão submetido a diferentes salinidades (Experimento 3).

São chamados de camarões, tanto os de água doce quanto os de água salgada. As espécies *Macrobrachium* são, evolutivamente, mais próximas das lagostas, com as quais apresentam várias semelhanças. Os camarões marinhos pertencem à subordem Dentrebranchiata, enquanto que os *Macrobrachium*, juntamente com as lagostas, pertencem à subordem Pleociemata (VALENTI, 1985). A partir destas informações verificou-se a possibilidade de que as mudanças de salinidade e alimentação dessem ao *Macrobrachium rosenbergii*, um gosto não com a mesma intensidade do camarão marinho, mas um sabor próprio que, em termos de aceitação, fosse similar ou melhor que o camarão de água salgada. Assim, para avaliar a preferência dos camarões de água doce submetidos a diferentes tratamentos aplicou-se uma escala hedônica de nove pontos. (FIGURA 9) (TEIXEIRA et alii, 1987). Como parâmetros de controle, foram



Coeficiente de correlação: $r=0,90$

FIGURA 23 - Correlação entre a intensidade do gosto salgado e o conteúdo de cloreto de sódio dos camarões submetidos a diferentes salinidades.



CAD: *M. rosenbergii* sem tratamento
CAS: *P. paulensis* sem tratamento

FIGURA 24 - Avaliação da preferência do músculo do *Penaeus paulensis* e *Macrobrachium rosenbergii*, em função do tempo de permanência em solução.

TABELA 20 - Estabelecimentos da preferência dos camarões, em função do tempo de permanência das amostras submetidas a diferentes salinidades.

TEMPO (h)	24	48	72
AMOSTRA			
CAMARÃO DE ÁGUA DOCE	b	b	b
1,0% DE SALINIDADE	b (u)	b (u)	b (u)
2,0% DE SALINIDADE	a (u)	a (u)	a (u)
2,5% DE SALINIDADE	a (u)	a (u)	a (u)
CAMARÃO DE ÁGUA SALGADA	a	a	a

Letra igual entre as amostras não existe diferença significativa ($p > 0,05$).

5.6. Efeito dos tratamentos de mudança de gosto na modificação da textura (Experimento 4).

Como os tratamentos de modificação de gosto contemplavam a inclusão, na alimentação, de alguns compostos que poderiam ter um efeito na modificação da textura, bem como a própria exposição dos camarões a diferentes soluções salinas, foi avaliada a textura dos camarões mediante medição da resistência a penetração através da utilização de texturômetro e, da retenção de água no momento do cozimento das caudas de camarão *Macrobrachium rosenbergii*, avaliadas como perda de peso.

5.6.1. Variação da perda de peso durante o cozimento.

Ao serem cozidas as caudas do camarão *Macrobrachium rosenbergii*, num forno de microondas por três minutos, verificou-se variações de perda de peso, não só pelo efeito das diferentes salinidades, mas também, pelo tempo que os camarões foram armazenados no gelo. A FIGURA 25 mostra que a perda de peso diminui na medida em que a salinidade aumenta, independente do tempo de estocagem no gelo, estabelecendo-se diferenças significativas ao nível de 1%, no tempo 0, entre as amostras colocadas a 0 e 2% e 1 e 2% de salinidade. Depois de 96 horas, verificou-se diferenças significativas entre os camarões expostos a 0 e 1% e, 0 e 2%, ao nível de 5 e 1%, respectivamente. Por sua vez, ao comparar as amostras colocadas à mesma salinidade, variando só o tempo de permanência no

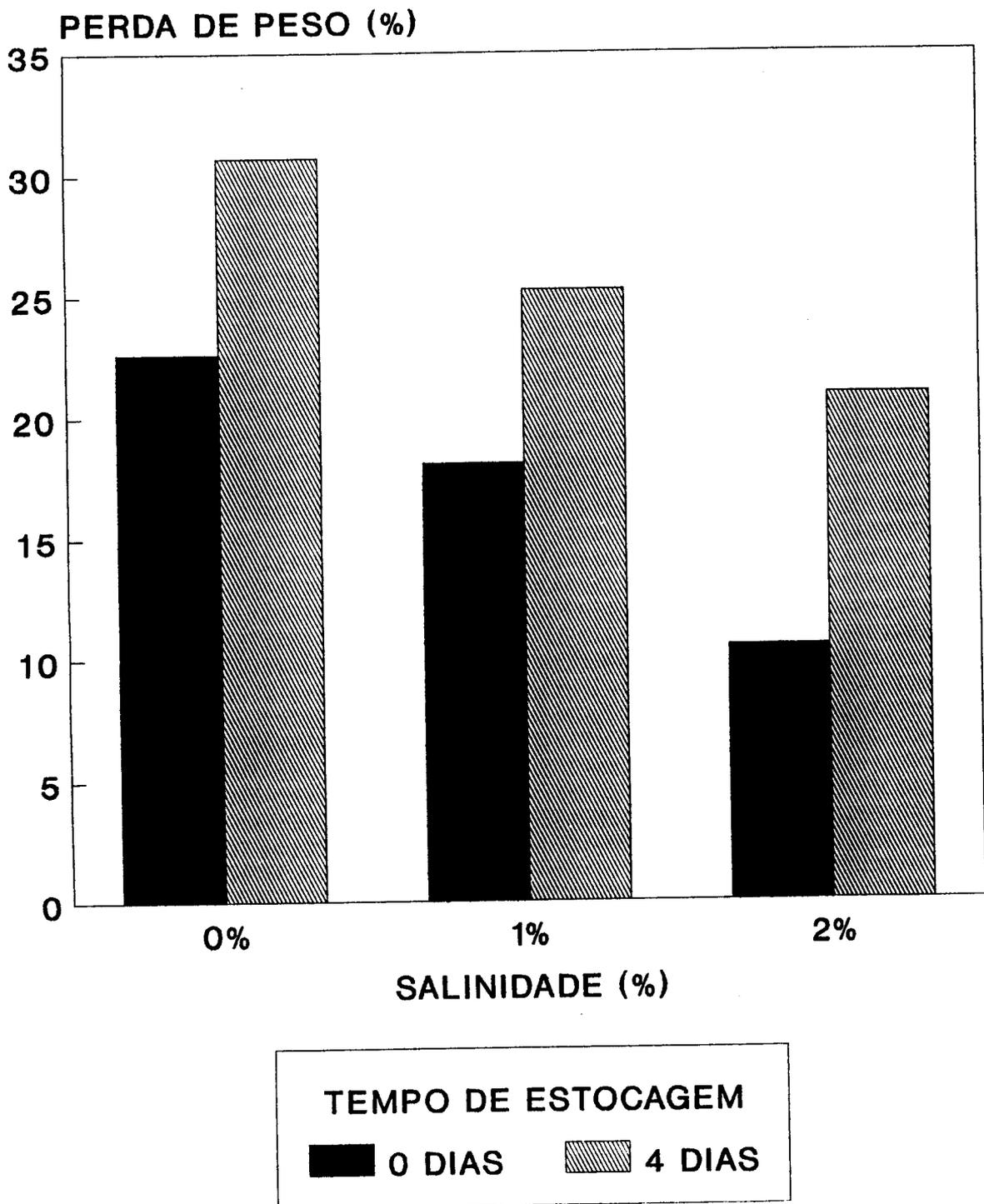


FIGURA 25 - Avaliação da perda de peso por efeito do cozimento da cauda do *Macrobrachium rosenbergii* submetida a diferentes salinidades e segundo o tempo de estocagem no gelo.

gelo, observa-se diferenças significativas ao nível de 1% para todos os tratamentos.

5.6.2. Variação da resistência a penetração.

Uma tendência similar foi observada quando analisada a variação da resistência a penetração, medida nos diferentes segmentos das caudas cozidas do *Macrobrachium rosenbergii* (FIGURA 26). Embora visualmente, observam-se diferenças na FIGURA 26, tanto nos diferentes tratamentos como no tempo de estocagem no gelo, somente foram estabelecidas diferenças significativas, ao nível de 1% de probabilidade, entre as amostras no tempo 0, colocadas a 0 e 2‰ de salinidade e, entre os camarões mantidos no seu ambiente natural, no tempo 0 e 96 horas. A diminuição a resistência de penetração na medida que aumenta o tempo de estocagem e a concentração de salinidade da água, sugere-se que está relacionado com a diminuição do teor de umidade das caudas pelo efeito do cozimento.

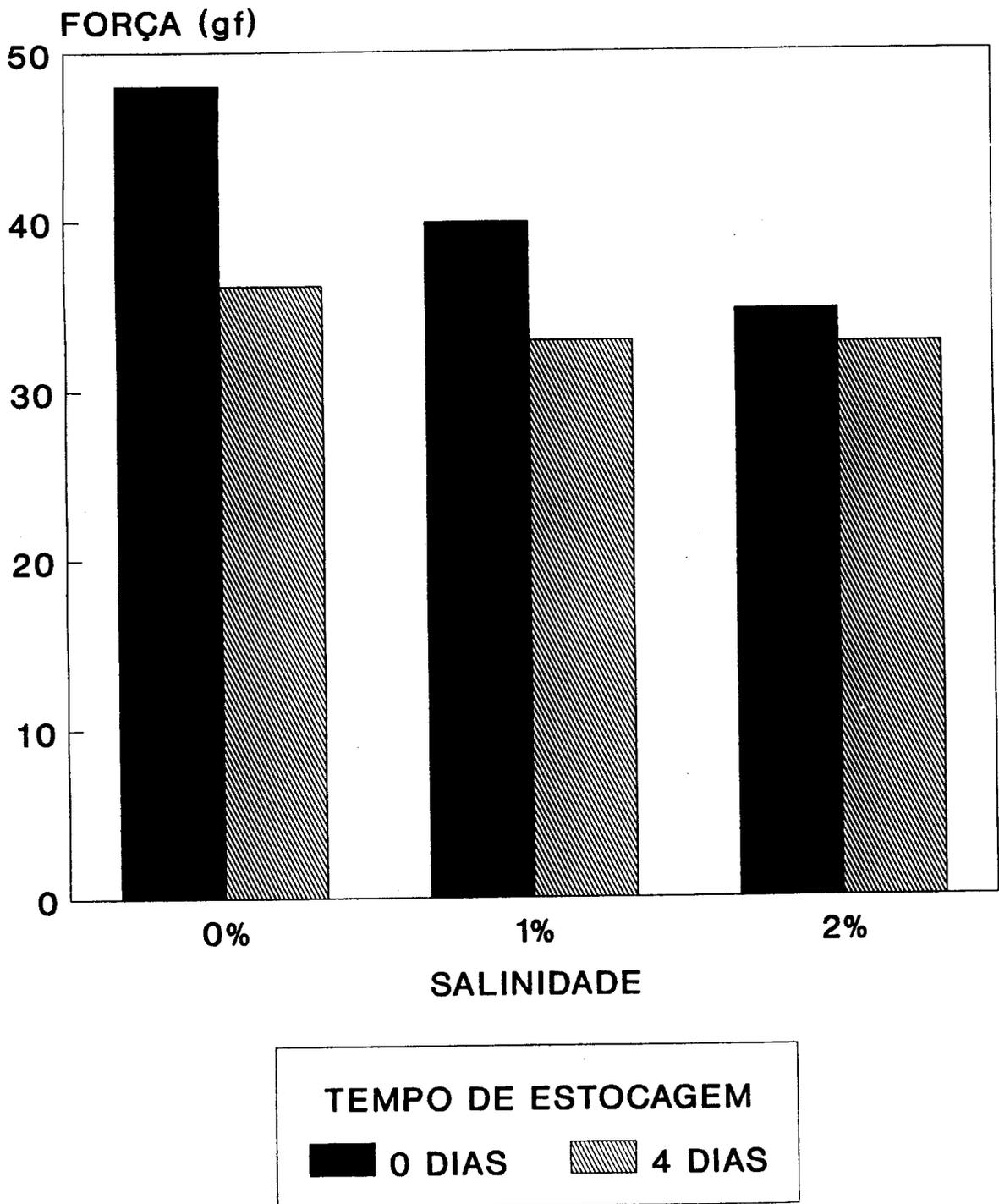


FIGURA 26 - Avaliação da resistência a penetração no músculo cozido do *Macrobrachium rosenbergii* submetido a diferentes salinidades e segundo o tempo de estocagem no gelo.

6 CONCLUSÕES.

- 1.- A alimentação padrão acrescida de “precursores de sabor” que foi fornecida aos camarões *Macrobrachium rosenbergii*, permitiu diminuir o estresse provocado pelo efeito das soluções salinas, ocorrendo ainda uma perda menor de umidade no tecido muscular, quando comparado com aquele alimentado com a alimentação padrão;
- 2.- São necessárias somente 24 horas a 2% de salinidade para que o conteúdo de cloreto de sódio do tecido muscular do *Macrobrachium rosenbergii*, não difira significativamente ($p > 0,05$) do conteúdo do camarão de água salgada, *Penaeus paulensis*;
- 3.- A concentração de aminoácidos livres musculares do camarão de água doce, após 48 e 72 horas a 2,0 e 2,5% de salinidades, foi superior à do camarão marinho, *Penaeus paulensis*;
- 4.- A concentração de nitrogênio não protéico (NNP) aumenta na medida que aumenta a salinidade, porém, não alcançou a concentração existente no *Penaeus paulensis*;
- 5.- O camarão de água doce submetido a 1% de salinidade não teve mudanças significativas ($p < 0,05$) com relação ao *Macrobrachium rosenbergii* que se manteve no seu ambiente natural, pelo que se

deduz que nesta salinidade esta espécie atua como fortemente hiper-regulador;

- 6.- O fornecimento de uma ração com “precursores de sabor” e o aumento de salinidade provocou no *Macrobrachium rosenbergii*, um aumento da intensidade dos gostos doce e salgado, mas ligeiramente menos intenso que os obtidos no camarão marinho;
- 7.- Não foi detectado aumento dos gostos considerados indesejáveis (adstringente, pungente, amargo e metálico) pelo efeito da alimentação e das soluções salinas de diferentes concentrações;
- 8.- Existe uma elevada correlação entre intensidade de gosto doce e concentração de nitrogênio não protéico ($r= 0,97$) e concentração de aminoácidos livres ($r= 0,91$), bem como entre intensidade de gosto salgado e conteúdo de cloreto de sódio ($r=0,90$);
- 9.- Em termos de preferência, o *Macrobrachium rosenbergii* sem nenhum tratamento, passou de “desgostei ligeiramente”, para um patamar de “gostei muito”, após o fornecimento de uma ração com “precursores de sabor” e seguido da imersão numa solução de 2,5% de salinidade por 48 horas; e
- 10.- O efeito da alimentação com “precursores de sabor” e os tratamentos com 1 e 2% de salinidades produziram no *Macrobrachium rosenbergii* uma diminuição da perda de umidade durante o cozimento das caudas, independente do tempo de estocagem no gelo, quando comparado com as amostras não tratadas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHE, B. W. Antennular mediated host location by symbiotic crustaceans. **Mar. Behav. Physiol.**, **3**:125-30, 1975.
- ACHE, B. W.; GLEESON, R. A.; THOMPSON, H. A. Mechanisms for mixture suppression in olfactory receptors of the lobster. **Chemical Sense**, **13** (3):425-34, 1988.
- ADAMS, M. A. & JOHNSEN, P. B. A solid matrix bioassay for determining chemical feeding stimulants. **Prog. Fish-Cult.**, **48**:147-9, 1986.
- AHMED, E. M. ; KOBURGER, J. A. ; MENDENHALL, V. T. Factors affecting texture of cocktail shrimp. **J. Texture Studies**, **3**:186-93, 1972.
- AKIYAMA, D. M. Future considerations for shrimp nutrition and the aquaculture feed industry. In: **Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming**. May 22-25, 1992, Florida, USA. ed. James Wyban. Published by The World Aquaculture Society, 301p.
- ALVAREZ, R. J. & KOBURGER, J. A. Effect of delayed heading on some quality attributes of *Penaeus* shrimp. **J. Food Protection**, **42** (5):407-9, 1979.

- AMANO, K. Selected topics of TMAO (trimethylamine oxide) in fish. **Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.**, **37**(8):784-7, 1971.
- ANGEL, S.; BASKER, D.; KANNER, J.; JUVEN, B. J. Assessment of shelf life of fresh water prawns stored at 0°C. **J. Food Technol.**, **16**:357-66, 1981.
- ANGEL, S.; HARPAZ, S.; LINDNER, P.; NAVROT, C. Technical note: Textural quality of cooked malaysian fresh water prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) as influenced by the moulting cycle. **J. Food Technol.**, **21**:643-7, 1986a.
- ANGEL, S.; WEINBERG, Z. G.; JUVEN, B. J.; LINDNER, P. Quality changes in the fresh water prawn, *Macrobrachium rosenbergii* during storage on ice. **J. Food Technol.**, **20**:553-60, 1985.
- ANGEL, S.; JUVEN, B. J.; WEINBERG, Z. G.; LINDNER, P.; EISENBERG, E. Effects of radurization and refrigerated storage on quality and shelf-life of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. **J. Food Protection**, **49**(2):142-5, 1986b.
- ANÔNIMO Review of developments in aquaculture. **Infofish Int.**, (4): 43-40, 1989.
- ANÔNIMO Camarão de água doce, atividade lucrativa que avança em São Paulo. **SP Agricultura**. **4**(44):, 1990.
- ANTHONI, U.; CHRISTOPHERSEN, C.; HOUGAARD, U.; NIELSEN, P. H. Quaternary ammonium compounds in the

biosphere - An example of a versatile adaptive strategy. **Com. Biochem. Physiol.**, **99B(1):1-18**, 1991.

AOAC-Association of Official Agriculture Chemists. Official methods of analysis. Washington, DC., 1980.

ARRAIS, E. A. Curso sobre engorda de camarões de água doce. Estudos econômicos-financeiros. **I. Encontro Brasileiro de Criadores de Camarões de Água Doce**. outubro, 1990.

ARSTRONG, D. A. ; STRANGE K. ; CROWE, J. ; KNIGHT, A. ;SIMMOND, M. High salinity acclimation by the prawn *Macrobrachium rosenbergii* uptake of exogenous ammonia and changes in endogenous nitrogen compound. **Biol. Bull.**, **160:340-65**, 1981.

ASGHAR, A.; LIN, C. F.; BUCKLEY, D. J.; BOOREN, A. M.; FLEGAL, C. J. Effects of dietary oils and alfa-tocopherol supplementation on membranal lipid oxidation in broiler meat. **J. Food Sci.**, **55(1):46-50, 118**, 1990.

BAGINSKI, R. M. & PIERCE Jr, S. K., A comparison of amino acid accumulation during high salinity adaptation with anaerobic metabolism in the ribbed mussel, *Modiolus demissus*. **J. Exp. Zool.**, **203:419-28**. 1978.

BARANOWSKI, E. S.; NIP, W. K.; MOY, J. H. Partial characterization of a crude enzyme extract from the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. **J. Food Sci.** **49** : 5,1505. 1984.

- BAUER, L. L.; SANDIFER, P. A.; SMITH, T. I. & JENKINS, W. E.
· Economic feasibility of prawn *Macrobrachium rosenbergii*
production in South Caroline, U.S.A. **Aquacultural Engineering**,
2:181-201, 1983.
- BIRCH, G. G. & KEMP, S. E. Apparent specific volumes and tastes
of amino acids. **Chemical Sense**, **14**(2):249-58, 1989.
- BLASCO, E. & FORWARD Jr, R. B. Osmoregulation of the xanthid
crab, *Panopeus herbstii*. **Comp. Biochem. Physiol.**, **90A**(1):135-
9, 1988.
- BILINSKI, E. Biosynthesis of trimethylammonium compounds in
aquatic animals. III.- Choline metabolism in marine crustacea. **J.**
Fish. Res. Bd. Canada, **19**(3):505-10, 1962.
- BRIGGS, M. R.; JAUNCEY, K.; BROWN, J. H. The cholesterol
and lecithin requirements of juvenile prawn (*Macrobrachium*
rosenbergii) fed semi-purified diets. **Aquaculture**, **70**:121-9,
1988.
- BRYANT, B. P.; HARPAZ, S.; BRAND, J. G. Structure/activity
relationships in the arginine taste pathway of the channel catfish.
Chemical Sense, **14**(6):805-15, 1989.
- BYSTEDT, J; SWENNE, L. & WAAS, H. W. Determination of
trimethylamine oxide in fish muscle. **J. Sci. Food Agric.**, **10**:301-
4, 1959.

- CAMPBELL, P. J. & JONES, M. B. Water permeability of *Palaemon longirostris* and other euryhaline caridean prawns. **J. Exp. Biol.**, **150**:145-58, 1990.
- CARR, W.E. Chemoreception in the shrimp *Palaemonetes pugio*: the role of amino acids and betaine elicitation of a feeding response by extracts. **Comp. Biochem. Physiol.** **61A**:127-31, 1978.
- CARR, W. E. & DERBY, C. D. Behavioral chemoattractants for the shrimp, *Palaemonetes pugio*: Identification of active components in food extracts and evidence of synergistic mixture interactions. **Chemical Sense**, **11**(1):49-64, 1986.
- CASTELL, D. J. ; KEAN, J. C. ; D' ABRAMO, L. R. & CONKLIN, D. E. A standard reference diet for crustacean nutrition I. Evaluation two formulations. **J. World Aquacult. Soc.**, **20**(30):93-6, 1989.
- 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*. **Comp. Biochem. Physiol.**, **68A**:75-80, 1981a.
- CASTILLE, F.L. & LAWRENCE, A.L. The effect of salinity on the osmotic, sodium and chloride concentration in the hemolymph of the freshwater shrimps, *Macrobrachium ohione* Smith and *Macrobrachium rosenbergii* de Man. **Comp. Biochem. Physiol.**, **70A**:47-52, 1981b.

- CECCALDI, H. J. La digestión en los crustáceos. In.: **Nutrición en Acuicultura I**. Madrid, Ed. J. Espinosa de los Monteros y U. Labarta. 1987. p.67-84.
- CHANMUGAM, P. ; DONOVAN, J. ; WHEELER, C. I. ; HWANG, D. H. Differences in the lipid composition of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) and marine shrimp. **J. Food Sci.**, **42**:1440-41, 1983.
- CHAPELLE, S. Aspects of phospholipid metabolism in crustaceans as related to changes in environmental temperature and salinities. **Comp. Biochem. Physiol.**, **84B**(4):423-39, 1986.
- CHAPELLE, S.; DANDRIFOSSE, D.; ZWNGELSTEIN, G. Metabolism of phospholipids of anterior or posterior gills of the crab *Eriocheir sinensis*, during the adaptation of this animal to media of various salinities. **Int. J. Biochem**, **7**:343-51, 1976.
- CHAUVIN, W. D. Developments and outlook of the world shrimp market. **Infofish Marketing Digest**, (1):15-9, 1986.
- CHAUVIN, W. D. Freshwater prawn in the USA. - A market in transition. **INFOFISH Int.**, (4):17-9, 1992.
- CHEN, J. C.; LIN, M. N. ; LIN, J. L.; TING, Y. Y. Effect of salinity on growth of *Penaeus chinensis* juveniles. **Comp. Biochem. Physiol.**, **102A**(2):343-6, 1992.

- CLIFFORD III, H. C. & BRICK, R. W. Protein utilization in the freshwater shrimp. *Proc. World Maricult. Soc.*, **9**:195-208, 1979.
- COBB III, B. F. ; ALANIZ, I. ; THOMPSON JR, C. A. Biochemical and microbial studies on shimp: Volatile nitrogen and amino nitrogen analysis. *J. Food. Sci.*, **38**:431-6, 1973.
- COBB III, B. F.; VANDERZANT, C.; HANNA, M. O.; YEH, C Effect of ice storage on microbiological and chemical changes in shrimp and melting ice a model system. *J. Food Sci.*, **41**:29-34, 1976.
- COBB III, B. F. ; VADERZANT, C. ; HYDER, K. Effect of ice storage upon the free amino acid contents of tails of white shrimp (*Penaeus setiferus*). *J. Agric. Food Chem.*, **22**(6):1052-1055, 1974.
- CONTRERAS-GUSMAN, E. Bioquímica de peixes e invertibrados utilizados para alimentação. Ed. FUNESP, 1994, pag. 92
- CORBIN, J. S.; FUJIMOTO, M. M. & IWAI, T. J. Feeding practices and nutritional considerations for *Macrobrachium rosenbergii* culture in Hawai. *Crustacean Aquaculture*, **1**:391-88, 1982.
- COSTA-PIERCE, B. A. & LAWS, E. A. Chemotactically-active for prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Prog. Fish.-Cult.*, **47**(1):59-61, 1985.

- CRUZ-RICQUE, L. E. ; GILLAUME, J. ; WOMHOUNDT, A. V.
Effect of squid extracts on time course appearance of glucose and free amino acids in haemolymph in *Penaeus japonicus* after feeding: Preliminary results. **Aquaculture**, **76**:57-65, 1989.
- D'ABRAMO, L. R. Production and marketing strategies for *Macrobrachium rosenbergii*, in the USA. IV **Simpósio Brasileiro sobre Cultivo de Camarões**, João Pessoa-PB. 22-27 nov., 1993. Programa e Resumos.
- D'ANIELLO, A. Free amino acids in some tissues of marine crustacea
Experientia, **36**:392-3, 1980.
- DAIKOKU, T. & SAKAGUCHI, M. Changes in level of trimethylamine and trimethylamine oxide during adaptation of young eel *Anguilla anguilla* to a seawater environment. **Nippon Suisan Gakkaishi**, **56**(11):1895, 1990.
- DAIKOKU, T. & SAKAGUCHI, M. Effect of dietary trimethylamine on concentrations of trimethylamine oxide and trimethylamine in some tissues of young eel. **Nippon Suisan Gakkaishi**, **58**(4):799, 1992.
- DALL, W. & SMITH, D. M. Ionic regulation of four species of penaeid prawn. **J. Exp. Mar. Bio. Ecol.**, **55**:219-32, 1981.
- DALL, W. & SMITH, D. M. Oxygen consumption and ammonia excretion in fed and starved tiger prawn, *Penaeus esculentus*. **Aquaculture**, **55**:23-33, 1986.

- DALL, W. & SMITH, D. M. Changes in protein-bound and free amino acids in the muscle of the tiger prawn *Penaeus esculentus* during starvation. **Mar. Biol.**, **95**:509-20, 1987.
- DANIEL, P. C. ; & DERBY, C. D. Behavioral olfactory discrimination of mixtures in the spiny lobster, *Panulirus argus*, based on a habituation paradigm. **Chem. Sense**, **13**(3):385-95, 1988.
- DERBY, C. D. & HARPAZ, S. Physiology of chemoreceptor cells in the legs of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. **Comp. Biochem. Physiol.**, **90A**(1):85-91, 1988.
- DESHIMARU, O. Studies on a purified diet for prawn. VI.- Absorption rate of amino acids test diet. **Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.**, **42**(3):331-5, 1976a.
- DESHIMARU, O. Studies on a purified diet for prawn. VIII.- Changes in free amino acid contents in muscle, hepatopancreas and blood of prawn after feeding. **Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.**, **42**(6):655-60, 1976b.
- DESHIMARU, O. & KUROKI, K. Requirement of prawn for dietary thiamine, pyridoxine, and choline chloride. **Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.**, **45**(3):363-7, 1979.
- DUNAJSKI, E. Texture of fish muscle, **J. Texture Studies**, **10**:301-18, 1979.

- DYER, W. J. Amine in fish muscle. I. Colorimetric determination of trimethylamine as the picrate salt. **J. Fish. Res. Board Can.**, **6(5):351-367**, 1945.
- EDDY, F. B. Osmotic and ionic regulation in captive fish with particular reference to salmonids. **Comp. Biochem. Physiol.**, **73B(1):125-41**, 1982.
- ENDO, K.; KISHIMOTO, R.; YAMAMOTO, Y.; SHIMIZU, Y. Seasonal variations in chemical constituents of yellowtail muscle II.- Nitrogenous extractives. **Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.**, **40(1):67-72**, 1974.
- EDMUNDS, W. J. & LILLARD, D. A. Sensory comparison of aroma precursors in marine and terrestrial animals. **J. Food. Sci.**, **42(3):843-4**, 1977.
- EYS, S. V. World shrimp production. **Infofish Marketing Digest**, **(3):19-24**, 1986.
- EYS, S. V. INFOPESCA, Panamá, 26/10/1990. (comunicação pessoal).
- FAIR, P. H. & SICK, L. V. Serum amino acid concentrations during starvation in the prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, as an indicator of metabolic requirements. **Comp. Biochem. Physiol.**, **73B(2):195-200**, 1982.

- FAO. Diagnóstico sobre el Estado de la Acuicultura en América Latina y el Caribe - Documento para discusión. México, DF, junio, 1993.
- FERRARIS, R. P.; PARADO-ESTEPA, F. D.; LADJA, J. M.; DE JESUS, E. G. Effect of salinity on the osmotic, chloride, total protein and calcium concentrations in the hemolymph of the prawn *Penaeus monodon*. **Comp. Biochem. Physiol.**, **83A(4):701-8**, 1986.
- FIEBER, L. A. & LUTZ, P. L. Calcium requirements for molting in *Macrobrachium rosenbergii*. **J. World Maricul. Soc.**, **13:21-7**, 1982.
- FINSTAD, B. & THOMASSEN, M. S. Does dietary lipid composition affect the osmoregulatory ability of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) at high and low temperatures. **Com. Biochem. Physiol.**, **99A(3):463-471**, 1991.
- FLORES, S. C. & CRAWFORD, D. L. Postmortem quality changes in iced pacific shrimp (*Pandalus jordani*). **J. Food Sci.**, **38:575-8**, 1973.
- FRANKLIN, C. E.; DAVISON, W.; FORSTER, M. E. Seawater adaptability of New Zealand's sockeye (*Oncorhynchus nerka*) and chinook salmon (*O. tshawytscha*): Physiological correlates of smoltification and seawater survival. **Aquaculture**, **102:127-42**, 1992.

- FUZESEY, Z. M.; CARR, E. S.; ACHE, B. W. Antennular chemosensitivity in the spiny lobster, *Panulirus argus*: Studies of taurine sensitive receptors. **Biol. Bull.**, **154**:226-40, 1978.
- GASCA-LEYVA, J. F.; MARTINEZ-PALACIOS, C. A.; ROSS, L. G. The respiratory requirements of *Macrobrachium acanthurus* at different temperatures and salinities. **Aquaculture**, **93**:191-7, 1991.
- GERARD, J. F. & GILLES, R. The free amino-acid pool in *Callinectes sapidus* tissues and its role in the osmotic intracellular regulation. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, **10**:125-36, 1972.
- GIDDINGS, G. G. & HILL, L. H. Relationship of freezing preservation parameters to texture-related structural damage to thermally processed crustacean muscle. **J. Food Processing Preservation**, **2**:249-64, 1978.
- GILLES, R. Intracellular organic osmotic effectors. In: **Mechanisms of osmoregulation in animals. Maintenance of cell volume.** Rainmond Gilles, ed., John Wiley & Sons, 667p., 1979.
- GOMES, F. P. Curso de Estatística experimental. 6ª ed. São Paulo SP, Livraria Nobel S. A., 1976. 430p.
- GOODWIN, H. L.; HANSON, J. A.; TRIMBLE, W. C.; SANDIFER, P. A. Freshwater prawn farming (Genus *Macrobrachium*) in the western hemisphere. In: **Shrimp and Prawn Farming in the Western Hemisphere.** ed. J. A. Hanson & H. L. Goodwin

Copyright by Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., Pennsylvania,
1977. 438p.

- HALE, M. B. & WATERS, M. E. Frozen storage stability of whole and headless freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. **Mar. Fish. Rev.**, **43**(12):18-21, 1981.
- HANSON, J. A. & GOOWIN, H. L., ed. Shrimp and prawn farming in the western hemisphere, 439 p., 1977.
- HARADA, K. Relationships between structure and feeding attraction activity of certain L-amino acids and lecithin in aquatic animals. **Nippon Suisan Gakkaishi**, **53**(12):2243-7, 1987.
- HARPAZ, S. & STEINER, J. E. Analysis of betaine-induced feeding behavior in the prawn *Macrobrachium rosenbergii*. **Crustaceana**, **58**(2):175-85, 1990.
- HARPAZ, S. ; KAHAN, D. ; GALUN, R. Variability in feeding behavior of the malaysian prawn *Macrobrachium rosenbergii* during molt cycle. **Crustaceana**, **52**(1):53-60, 1987.
- HARPER, H. A. Manual de Química Fisiológica. Trad. J. R. Magalhães. 4. ed. São Paulo. Atheneu, 1977. 660p.
- HARTMAN, H. B. & HARTMAN, M. S., The stimulation of filter feeding in the porcelain crab *Petrolisthes cinctipes* by amino acid and sugar. **Com. Biochem. Physiol.**, **56A**:19-22, 1977.

- HATAE, K. Textural properties of farmed and wild fish meat. In: **Proceeding of the Meeting of: Commission C2 - Chilling and Freezing of New Fish Products**, September, 18-20, 1990, ed., International Institute of Refrigeration, Paris - France. 1990. 373p.
- HAUMANN, B.F. Aquaculture help meet rising demand. **J. Am. Oil Soc.**, **66**(11):1544-46, 1989a.
- HAUMANN, B.F. Aquaculture: New markets for meal, fats and oils. **J. Am. Oil Soc.**, **66**(11):1531-43, 1989b.
- HAYASHI, T.; YAMAGUCHI, K.; KONOSU, S. Studies on flavor components in boiled crabs. II.- Nucleotides and organic bases in the extracts. **Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.**, **44**(12):1357-62, 1978.
- HAYASHI, T.; YAMAGUCHI, K.; KONOSU, S. Sensory analysis of Taste-active components in the extract of boiled snow crab meat. **J. Food Sci.**, **46**:479-83, 493, 1981a.
- HAYASHI, T.; ASAKAWA, A.; YAMAGUCHI, K.; KONOSU, S. Studies on flavor components in boiled crabs. III.- Sugar, organic acids, and minerals in the extracts. **Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.**, **45**(10):1325-9, 1979.
- HAYASHI, T.; FURUKAWA, H.; YAMAGUCHI, K.; KONOSU, S. Comparison of taste between natural and synthetic extracts of snow crab-meat. **Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.**, **47**(4):529-34, 1981b.

- HEINEN, J.M. Chemoreception in decapod crustacea and chemical feeding stimulants as potential feed additives. **Proc. World Maricul. Soc.**, (11):319-34, 1980.
- HENRY, R. & MANGUM, C. Salt and water balance in the oligohaline clam, *Rangia cuneata*. III.- Reduction of the free amino acid pool during low salinity adaptation. **J. Exp. Zool.**, **211**:25-32, 1980.
- HENRY, R. P.; MANGUM, C.; WEBB, K. Salt and water balance in the oligohaline clam, *Rangia cuneata*. II.- Accumulation of intracellular free amino acids during high salinity adaptation., **J. Exp. Zool.**, **211**, 11-24, 1980.
- HINDLEY, J. P. The detection, location and recognition of food by juvenile banana prawns, *Penaeus merguensis*. **Mar Behav. Physiol.**, **3**:193-210, 1975.
- HIRANO, T.; YAMAGUCHI, M.; SHIRAI, T.; SUZUKI, T.; SUYAMA, T. Free amino acids, trimethylamine oxide and betaines of the raw and boiled meats of mantis shrimp *Oratosquilla oratoria*. **Nippon Suisan Gakkaishi**, **58**(5);973, 1992.
- HOFFMANN, R. & VIEIRA, S. Análise de regressão: Uma introdução à econometria. ed. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1977. 339p.
- HSIEH, C. H.; CHO, N. H.; GOMES, L. A. & LIAO, I. C. Culture practices and status of the giant freshwater prawn *Macrobrachium*

rosenbergii in Taiwan. **III Simp. Brasil. Cultivo Camarões**, João Pessoa, PB, pag 83-109, 1989.

HUIDODRO, A. & TEJADA, M. Compuestos nitrogenados no proteicos en el músculo de pescado. Origen y alteración durante el tratamiento frigorífico. **Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment.**, **30(2):151-62**, 1990.

HUJITA, M.; ENDO, K.; SIMIDU, W. Studies on muscle of aquatic animals. XXXXVI.- Free amino acids, trimethylamine oxide and betaine in shrimp muscle. **Mem. Fac. Kinki Univ. Kinki Daigaku Nogakubu Kiyo**, **5:61-7**, 1972.

HUME, A.; FARMER, J. W.; BURT, J. R. A comparison of the flavours of farmed and trawled plaice. **J. Food Technol.**, **7 :27-33**, 1972.

IBAMA-Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília. Plano Nacional de Ordenamento da Pesca: versão preliminar. Brasília, 1989. (Documento não publicado).

ISHIDA, Y. & HIDAKA, I. Gustatory response profiles for amino acids, glicinebetaine and nucleotides in several marine teleosts. **Nippon Suisan Gakkaishi**, **53(8):1391-98**, 1987.

ISO. Sensory analysis - Method of investigating sensivity of taste. Revision of first edition (ISO 3972, 1979). Draft International Standard, 1990.

- IZUTSU, T. & WANI, K. Food texture and taste: A review. **J. Texture Studies**, **16**:1-28, 1985.
- JACKSON, A. J. Osmotic regulation in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) following transfer to sea water. **Aquaculture**, **24**:143-51, 1981.
- JOHNSEN, P. B. Factors influencing the flavor quality of farm-raised cat fish. **Food Technol**, **43**(11):94-7, 1989.
- JOHNSEN, P. B. & DUPREE, H. K. Influence of feed ingredients on the flavor quality of farm-raised catfish. **Aquaculture**, **96**:139-50, 1991.
- JOHNSON, B. R. & ACHE, B. W. Antennular chemosensitivity in spiny lobster, *Panulirus argus*: Amino acids as feeding stimuli. **Mar. Behav. Physiol.**, **5**:145-57, 1978.
- JOHNSON, P. Tail and the giant freshwater prawn. **INFOFISH Int.**, (4):54-7, 1992.
- JOHANSSON, L.; KIESSLING, A.; CARLSSON, R. Eating quality and growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on feed with different admixtures of leaf nutrient concentrate. **J. Sci. Food Agric.**, **57**:217-34, 1991.
- KYE, H. W. ; NIP, W. K. ; MOY, J. H. Changes of myofibrillar proteins and texture in freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, during iced storage. **Mar. Fish. Review**, **50**(1):53-6, 1988.

- KONOSU, S. The taste of fish and shellfish. In: Food Taste Chemistry, ed., J. C. Boudreau. **ACS Symp. Ser. 115**:185-203, 1979.
- KONOSU, S. & YAMAGUCHI, K. The flavor components in fish and shellfish, In: **Chemistry & biochemistry of marine food products**. Ed. Roy E. Martin, 1982. p.367-404.
- KONOSU, S.; YAMAGUCHI, K.; HAYASHI, T. Studies on flavors components in boiled crabs. I.- Amino acids and related compounds in the extracts. **Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.**, **44**:505-10, 1978.
- LEE, P. G.; BLAKE, N. J.; RODRICK, G. E. A quantitative analysis of digestive enzymes for the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. **Proc. World Maricult. Soc.**, **11**:392-402, 1980.
- LEINEN, R. Sodium regulation in a freshwater prawn. I.- Tissue electrolyte composition. **Comp. Biochem. Physiol.**, **73A**(2):315-19, 1982.
- LERAY, C. ; CHAPELLE, S. ; DUPORTAIL, G. ; FLORENZ, A. Changes in fluidity and 22:6w-3 content in phospholipids of trout intestinal brush-border membrane as related to environmental salinity. **Biochimica et Biophysica Acta**, **778**:233-38, 1984.
- LIAO, D. S. & SMITH, T. I. Testing consumer acceptability of culture prawn. **Infish Marketing Digest**, (1):30-3, 1983.

- LIN, C. F.; ASGHAR, A.; GRAY, J. I.; BUCKLEY, D. J. ; BOOREN, A. M.; CRACKEL, R. L.; FLEGAL, C. J. Effects of oxidised dietary oil and antioxidant supplementation on broiler growth and meat stability, **British Poultry Sci.**, **30**:855-64, 1989.
- LINDNER, R. ; ANGEL, S. ; WEINBERG, Z. G. ; GRANIT, R. Factors inducing mushiness in stored prawns. **Food Chem.** **29**:119-32, 1988.
- LINDNER, R. ; ANGEL, S. ; WEINBERG, Z. G. ; GRANIT, R. Study of the proteolytic activity of the hemopancreas of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, and its role in inducing mushiness in muscle tissue during post-mortem storage. **Food Chem.**, **32**:19-29. 1989.
- LOBÃO, V. L.; ROJAS, N. E. & BARROS, H. P. Rendimento e princípios químicos imediatos em carne de *Macrobrachium rosenbergii*. **B. Inst. Pesca.** **15**(1):81-7, 1988.
- LUND, D. B. Quantifying reactions influencing quality of foods: Texture, flavor and appearance. **J. Food Processing Preservation**, **6**:133-53, 1982.
- MAGA, J. A. Flavor potentiators. **CRC Critical Reviews Fd. Sci. Nutr.**, **18**(3):231-312, 1988.
- MACKIE, A. M. & MITCHELL, A. I. Identification of the gustatory feeding stimulants for fish - application in aquaculture. In: **Nutrition and Feeding in Fish**, ed., C. B. Cowey; A. M. Mackie and J. g. Bel. Academic Press, London, p. 177-189, 1985.

- MANIK, R.; ADISUKRESNO, A.; TIENSONGRUSMEE, B. The effect of high salinity on growth and survival of the giant tiger shrimp under cultivation in the earth pond. **Bull. Brackishwater Aqua. Dev. Cent.**, 5(1-2):351-61, 1979.
- MANTEL, L. H. & FARMER, L. L. Internal anatomy and physiological regulation. . In: **The Biology of Crustacea**. Bliss, D. E. ed., Academic Press, V. 5, 1983. 471p.
- MATSUMOTO, M. & YAMANAKA, H. Post-mortem biochemical changes in the muscle of kuruma prawn during storage and evaluation of the freshness. **Nippon Suisan Gakkaishi**, 56(7):1145-9, 1990a.
- MATSUMOTO, M. & YAMANAKA, H. Changes in contents of glycolytic metabolites and free amino acid in the muscle of kuruma prawn during storage. **Nippon Suisan Gakkaishi**, 56(9):1515-20, 1990b.
- MATSUSHIMA, O. & HAYASHI, Y. S. Metabolism of D- and L-Alanine and regulation of intracellular free amino acid levels during salinity stress in a brackish-water bivalve *Corbicula japonica*. **Com. Biochem. Physiol.**, 102A(3):465-71, 1992.
- MCCOID, V. ; MIGET, R. ; FINNE, G. Effect of environmental salinity on the free amino acid composition and concentration in *Penaeus* shrimp. **J. Food Sci.**, 49:327-30, 1984.
- McKAY, L. R. & GJERDE, B. The effect of salinity on growth of rainbow trout. **Aquaculture**, 49:325-31, 1985.

- MEYER, S. P. Squid protein and soy lecithin as beneficial additives in shrimp diets. **Infofish Int.**, (2):22, 1989.
- MEYER, S. P. Aquaculture feeds and chemoattractants. **Infofish Marketing Digest**, (1):35-7, 1987.
- MIYAGAWA, M.; NAKAMOTO, S.; YAMANE, K.; SHINPO, A.; UEZU, S.; YAHIKOZAWA, M.; KURAMUCHI, H.; UMEZU, M. Studies on organic constituents of the snow crab (*Chionoecetes opilio*). II.- Free amino acids in extracts. **Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.**, **45**(1):115-20, 1979.
- MIYAGAWA, M.; TABUCHI, Y.; YAMANE, K.; MATSUDA, H.; WATABE, S.; HASHIMOTO, K.; KATAKAI, R.; OTSUKA, Y. Changes in the free amino acid profile of snow crab *Chionoecetes opilio* muscle during storage in ice. **Agric. Biol. Chem.**, **54**(2):359-64, 1990.
- MIZUTA, S.; YOSHINAKA, R.; SATO, M.; SUZUKI, T.; ITHOH, Y.; SAKAGUCHI, M. Isolation and partial characterization of a new alpha component of collagen from muscle of kuruma prawn *Penaeus japonicus*. **Comp. Biochem. Physiol.**, **100B**(4):783-7, 1991.
- MOREIRA, G. S.; McNAMARA, J. C.; SHUMWAY, S. E.; MOREIRA, P. Osmoregulation and respiratory metabolism in brazilian *Macrobrachium*. **Comp. Biochem. Physiol.**, **74A**(1):57-62, 1983.

- MOREIRA, G. S.; NGAN, P. V.; MOREIRA, P. S.; SHUMWAY, S. E. The effect of salinity on the osmo-ionic regulation of *Macrobrachium carcinus*. **Comp. Biochem. Physiol.**, **91A(1)**:105-8, 1988.
- MORH, V. Controle of nutritional and sensory quality of cultured fish. In: **Proceeding of the International Symposium on Seafood Quality Determination**, Alaska, USA, 10-14 november, 1986, ed., Donald E. Kramer & Jonh Liston. Publish. by Elsevier Science Publishing Company Inc., New York, USA. 667p.
- MORIS, R. J.; LOCKWOOD, P. M.; DAWSON, M. E. An effect of acclimation salinity on the fatty acid composition of the gill phospholipids and water flux of the amphipod crustacean *Gammarus duebeni*. **Com. Biochem. Physiol.**, **72A(3)**:497-503, 1982.
- MORISHITA, T.; UNO, K.; ARAKI, T.; TAKAHASHI, T. Comparison of the amounts of extractive nitrogenous constituents in the meats of cultured red sea bream of different localities and culture methods, and those of wild fish. **Nippon Suisan Gakkaishi**, **55(9)**:1565-73, 1989.
- MORISHITA, T.; UNO, K.; MATSUMOTO, Y. TAKAHASHI, T. Comparison of the proximate compositions in cultured red sea bream differing the localities and culture methods, and the wild fish. **Nippon Suisan Gakkaishi**, **54(11)**:1965-70, 1988.

- MORRIS, S.; TAYLOR, A. C.; BRIDGES, C. R. Response of haemolymph oxygen affinity to simultaneous salinity and oxygen estress en the intertidal prawn, *Palaemon elegans*. **Comp. Biochem. Physiol.**, **90A(1)**:31-9, 1988.
- MURAI, T. & OGATA, H. Changes in free amino acid levels in various tissues of common carp in response to insulin injection followed by force-feeding an amino acid diet. **J. Nutr.**, **120**:711-8, 1990.
- NAKAMURA, K. & ISHIKAWA, S. Changes in freshness of kuruma prawn muscle during chill-storage. **Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.**, **120**:69-72, 1986.
- NELSON, S. G. & KROPP, R. K. Ammonia excretion and nitrogen assimilation by the tropical freshwater prawn *Macrobrachium lar*. **Com. Biochem. Physiol.**, **81A(3)**:699-704, 1985.
- NELSON, S. G.; ARMSTRONG, D. A.; KNIGHT, A. W.; LI, H. W. The effects of temperature and salinity on the metabolic rate of juvenile *Macrobrachium rosenbergii*. **Comp. Biochem. Physiol.**, **56A**:533-7, 1977.
- NETTLETON, J. A. & EXLER, J. Nutrients in wild and farmed fish and shellfish. **J. Food Sci.**, **57(2)**:257-60, 1992.
- NEW, M. B. A review of dietary studies with shrimp and prawn. **Aquaculture**, **9**:101-44, 1976.

- NEW, M. B. Freshwater prawn culture: a review. **Aquaculture**, **88**:99-143, 1990.
- NEW, M. B. & SINGHOLKA. Cultivo del camarón de agua dulce. Manual para el cultivo de *Macrobrachium rosenbergii*. **FAO Doc. Téc. Pesca (225)**:118p, 1984.
- NIJITA, A. ; TOGIYAMA, T. ; ADACHI, A. Cephalic-phase insulin release induced by taste stimulus of monosodium glutamate. **Physiology & Behavior**, **48**:905-908, 1990.
- NIP, W. K. & MOY, J. H. Effect of thawing and subsequent chilling on the quality of prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. **J. Food Processing Preservation**, **5**:207-13, 1981.
- NIP, W. K. & MOY, J. H. Microstructural changes of ice-chilled and cooked freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. **J. Food Sci.**, **53**(2):319-22, 1988.
- NIP, W. K.; MOY, J. H.; TZANG, Y. Y. Effect of purging on quality changes of ice-chilled freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. **J. Food Technol.**, **20**:9-15, 1985.
- NIP, W. K.; ZEIDAN, H. M.; MOY, J. H. Amino acids profile of insoluble collagen isolated from flesh water prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. **J. Food Sci.**, **46**: 1633-34, 1981.
- OGATA, H. & MURAI, T. Effects of ammonium chloride administration on ammonia and free amino acid levels in

- erythrocytes and plasma of carp. **Nippon Suisan Gakkaishi**, **53**(7):1257-60, 1987.
- OHSIMA, T.; YOKOYAMA, T.; WADA, S.; LEE, E.; KOIZUMI, C. Studies on precursors of the odor evolved from cooked squid mantle flesh. **Nippon Suisan Gakkaishi**, **57**(9):1743-52, 1991.
- OHWADA, T. & SAGISAKA, S. The differential roles of K⁺, proline and betaine in osmoregulation of *Escherichia coli*. **Agric. Biol. Chem.**, **52**(2):313-9, 1988.
- O'LEARY, C. D. & MATTHEWS, A. D. Lipid class distribution and fatty acid composition of wild and farmed prawn, *Penaeus monodon*. **Aquaculture**, **89**:65-81, 1990.
- PAPADOPOULOS, L. S. & FINNE, G. Effect of gradual and acute changes in salinity on the moisture, salt and free amino acid content in the tail muscle of brown shrimp *Penaeus aztecus*. **J. Agric. Food Chem.** **33**:1174-8, 1985a
- PAPADOPOULOS, L. S. & FINNE, G. Texture evaluation of *Macrobrachium rosenbergii*. **Proc. 10th Ann. Trop. Subtrop. Fish Conf. Americas.** **11**:187-91, 1985b.
- PAPADOPOULOS, L. S. & FINNE, G. Effect of environmental salinity on sensory characteristics of *Penaeus* shrimp. **J. Food Sci.**, **51**(3):812-4, 1986.
- PAPADOPOULOS, L. S.; SMITH, S. B.; WHEELER, T. L.; FINNE, G. Muscle ultrastructural changes in freshwater prawn,

- Macrobrachium rosenbergii* during iced storage. **J. Food Sci.**, **54**(5):1125-8, 1989.
- PEARSON, D. Laboratory techniques in food analysis, London, John Willey & Sons, 1973.
- PEARSON, A. M.; WOLZAK, A. M.; GRAY, J. I. Possible role of muscle proteins in flavor and tenderness of meat. **J. Food Biochem.**, **7**:189-210, 1983.
- PEARSON, W. H.; SUGARMAN, P. C.; WOODRUFF, D. L. Thresholds for detection and feeding behavior in the dungeness crab, *Cancer magister*. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, **39**:65-78, 1979.
- PEEBLES, B. Molting and mortality in *Macrobrachium rosenbergii*. **Proc. World Maricul. Soc.**, **9**:39-46, 1978.
- PEQUEUX, A. & CHAPELLE, S. (Na⁺ + K⁺)-ATPase activity and phospholipids in two euryhaline crabs as related to changes in the environmental salinity. **Mar. Biol. Letters**, **3**:43-52, 1982.
- PERDUE, J. A. & NAKAMURA, R. The effect of salinity on the growth of *Macrobrachium rosenbergii*. **Proc. World Maricul. Soc.**, **7**:647-54, 1976.
- PERRY, W. G. & TARVER, J. W. Malaysian prawn culture in brackish water ponds in louisiana. **J. World Maricul. Soc.**, **12**(2):214-22, 1981.

- PLAKAS, S. M.; KATAYAMA, T.; TANAKA, Y.; DESHIMARU, O.
Changes in the levels of circulating plasma free amino acids of carp (*Cyprinus carpio*) after feeding a protein an amino acid diet of similar composition. **Aquaculture**, **21**:307-22, 1980.
- POPPER, D. M. & DAVISON, R. An experiment in rearing freshwater prawn in brackishwater. In.: INTERNATIONAL CONFERENCE ON FRESHWATER PRAWN FARMING, Bangkok, Thailand, 1980. p.173. **Giant prawn farming**, selecte papers. ed. by M. B. New. Amsterdam, Elsevier, 1982.
- PREMARATNE, R. J.; NIP, W. K.; MOY, J. H. Characterization of proteolytic and collagenolytic psychrotrophic bacteria of ice-stored freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. **Mar. Fish. Review**. **48**(2):44-7, 1986.
- PROENÇA, C. E. An evaluation of feeding attractants for ongrowing *Macrobrachium rosenbergii*. Thesis of Master, University of Stirling. Stirling, Scotland, 1990.
- QINGYN, W. Shrimp culture in China. **INFOFISH Int.**, (4):50-3, 1992.
- RA'ANAN, Z.; ISSAR, G.; FRERI, A.; RODRIGUES, R. Effect of winter on growth of the prawn *Macrobrachium rosenbergii* in a commercial farm in the tropics. **Bamidgeh**, **42**(1):22-30, 1990.
- RANGASWAMY, J. R. ; SURYANARAYANA, S. V. ; LAHIRY, N. L. Free amino acid pattern in Indian Shrimp (*Metapenaeus dohsonii*). **J. Agric. Food Chem.** **18**(2):298-300), 1970.

- RASEKH, J.; KRAMER, J.; FINCH, R. Objective evaluation of canned tuna sensory quality, **J. Food Sci.**, **35**:417-20, 1970.
- RATNAYAKE, W. M.; ACKMAN, R. G.; HULAN, H. W. Effect of redfish meal enriched diets on the taste and n-3 PUFA of 42-day-old broiler chickens, **J. Sci. Food Agric.**, **49**:58-74, 1989.
- REDDY, S. K.; NIP, W. K.; TANG, C. S. Changes in fatty acid and sensory quality of fresh water prawn *Macrobrachium rosenbergii* stored under frozen conditions. **J. Food Sci.**, **46**:353-6, 1981.
- REDMAYNE, P. C. World aquaculture development. **Food Technol.**, **43**(11):80-1, 1989.
- REED, L. & D ABRAMO, L. R. A standard reference diet for crustacean nutrition research. III. Effects on weight gain and amino acid composition of whole body and tail muscle of juvenile prawns *Macrobrachium rosenbergii*. **J. World Aquacul. Soc.**, **20**(3):107-13, 1989.
- REIGH, R. C. & STICKNEY, R. R. Effects of purified dietary fatty acids on the fatty acid composition of fresh water shrimp *Macrobrachium rosenbergii*. **Aquaculture**, **77**:157-74, 1989.
- RITTSCHOF, D. & BUSWELL, C. U. Stimulation of feeding behavior in three species of fiddler crabs by hexose sugars. **Chem. Sense**, **14**(1):121-30, 1989.

- ROBERTS, K. J. & BAUER, L. L. Costs and returns for *Macrobrachium rosenbergii* grow-out in South Caroline, U.S.A., **Aquaculture**, **15**:383-90, 1978.
- ROBERTSON, J. D.; COWEY, C. B.; The free amino acids in muscle of three marine invertebrates *Nephrops norvegicus*, *Limulus polyphemus* and *Eledone cirrhosa*. **Comp. Biochem. Physiol.**, **101A**(3):545-8, 1992.
- ROBINSON, G. D. Water fluxes and urine production in blue crabs (*Callinectes sapidus*) as a function of environmental salinity. **Comp. Biochem. Physiol.**, **71A**:407-12, 1982.
- RORIVE, G. & GILLES, R. Intracellular inorganic osmotic effectors. In: **Mechanisms of osmoregulation in animals. Maintenance of cell volume**. Rainmond Gilles, ed. John Wiley & Sons, 667p. 1979.
- ROSENBERRY, B. Word shrimp farming. **Aquaculture Digest**, **14**(2):1-25, 1989.
- ROSENBERRY, B. Worl shrimp farming. **Aquaculture Digest**, Nov.: 1-35, 1992.
- ROWLAND, B.; FINNE, G.; TILLMAN, R. A morphological study of muscle proteolysis in the tails of *Macrobrachium rosenbergii*. **Proc. 7th Ann. Trop. & Subtrop. Fish. Tech. Conf. Americas**, Texas, USA, 1982.

- SAGISAKA, S.; OHWADA, T.; ARAKI, T. The amino acids and inorganic ions in osmoregulatory responses of *Plantago japonica*. **Agric. Biol. Chem.**, **52**(2):321-8, 1988.
- SAKAGUSHI, M. & MURATA, M. Seasonal variations of free amino acids in oyster whole body and adductor muscle. **Nippon Suisan Gakkaishi**, **55**(11):2037-41, 1989.
- SALMAN, N. A. & EDDY, F. B. Increased sea-water adaptability of non-smolting rainbow trout by salt feeding. **Aquaculture**: **86**:259-70, 1990.
- SANTOS, C. A. dos. FAO, Roma, 12/12/89. Comunicação pessoal.
- SCHROEDER, G. L. Sources of fish and prawn growth in polyculture ponds as indicated by C analysis. **Aquaculture**. **35**:29-42, 1983.
- SECRETARIA DA COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR, (SECIRM), Brasília. Carcinocultura no Brasil. Brasília, 1988. (Não publicado).
- SHABAN, O.; OCHIAI, Y.; WATABE, S.; HASHIMOTO, K. Quality changes in kuruma prawn during frozen and ice storage. **Nippon Suisan Gakkaishi**, **53**(2):291-6, 1987.
- SHAMSHAD, S. I.; NISA, K. U.; RIAZ, M.; ZUBERI, R.; QADRI, R. B. Shelf life of shrimp (*Penaeus merguensis*) stored at different temperature. **J. Food Sci.**, **55**(5):1201-5, 1990.

- SHANG, Y. C. Marine shrimp farming in PR China. **Infofish International**, (2):16-7, 1989.
- SHANG, Y. C. & FUJIMURA, T. The production economics of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* farming in Hawaii. **Aquaculture**, 11:99-110, 1977.
- SHEPHEARD, P. Chemoreception in the antennule of the lobster, *Homarus americanus*. **Mar. Behav. Physiol.**, 2:261-73, 1974.
- SHIRAI, T.; FUKU, S.; YAMAGUCHI, K. KONOSU, S. Nucleotides, quaternary ammonium bases, and related compounds in the raw and heated muscles of salmon. **Nippon Suisan Gakkaishi**, 54(7):1199-207, 1988
- SIKORSKI, Z. E. & SCOTT, D. N. The role of collagen in the quality and processing of fish. **CRC Crit. Rev. Food Sci. Nut.**, 20(4):301-43, 1984.
- SINGH, T. The isosmotic concept in relation to the aquaculture of the giant prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. **Aquaculture**, 20:251-6, 1980.
- SMITH, L. S. Introduction to fish physiology. 1982. ed. T F H Publication Inc., New York, 352p.
- SMITH, T. I. ; SANDIFER, P. A. ; JENKINS, W. E. Growth and survival of prawns, *Macrobrachium rosenbergii*, pond reared at different salinities. In.: INTERNATIONAL CONFERENCE ON FRESHWATER PRAWN FARMING, Bangkok, Thailand, 1980.

p.191-202. **Giant prawn farming, selecte papers.** ed. by M. B. New. Amsterdam, Elsevier, 1982.

SMITH, T. I.; WALTZ, W.; SANDIFER, P. A. Processing yields for malaysian prawns and the implications. **Proc. World Maricul. Soc.**, **11**:557-69,1980.

SMITH, R. R.; KINCAID, H. L.; REGENSTEIN, J. M.; RUNSEY, G. L. Growth, carcass composition, and taste of rainbow trout of different strains fed diets containing primarily plant or animal protein. **Aquaculture**, **70**:309-21, 1988.

SOUZA, S. C. & MOREIRA, G. S. Salinity effects on the neuroendocrine control of respiratory metabolism in *Macrobrachium olfersii*. **Comp. Biochem. Physiol.**, **87A**(2):399-403, 1987.

SPAARGAREN, D. H. & HAEFNER, P. A. The effect of environmental osmotic conditions on blood and tissue glucose levels in the brown shrimp, *Crangon crangon*. **Comp. Biochem. Physiol.**, **87A**(4):1045-50, 1987.

SPAARGAREN, D. H.; RICHARD, P.; CECCALDI, H. J. Excretion of nitrogenous products by *Penaeus japonicus* in relation to environmental osmotic conditions. **Comp. Biochem. Physiol.**, **72A**(4):673-8, 1982.

STAHL, M. S. The role of natural productivity and applied feeds in the growth of *Macrobrachium rosenbergii*. **Aquaculture**. **10**:92-109, 1979.

- STEINER, J. E. & HARPAZ, S. Behavior stereotypes of food acceptance and of the rejection of bitter food in the prawn *Macrobrachium rosenbergii*. **Chemical Sense**, **12**(1):89-97, 1987.
- STEPHENSON, M. J. & KNIGHT, A. W. The effect of temperature and salinity on oxygen consumption of post-larvae of *Macrobrachium rosenbergii*. **Comp. Biochem. Physiol.**, **67A**:699-703, 1980.
- STERN, S.; BORUT, A.; COHEN, D. Osmotic and ionic regulation of the prawn *Macrobrachium rosenbergii* adapted to varying salinities and ion concentrations. **Comp. Biochem. Physiol.**, **86A**(2):373-9, 1987.
- STOREY, R. & JONES, R. G. Quaternary ammonium compounds in plants in relation to salt resistance. **Phytochemistry**, **16**:447-53, 1977.
- SUYAMA, M.; HIRANO, T.; OKADA, N.; SHIBUYA, T. Quality of wild and cultured ayu. I.- On the proximate composition, free amino acids and related compounds. **Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.**, **43**(5):535-40, 1977.
- TACON, A. G. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp - A training manual. 2. Nutrient sources and composition. FAO-GCP/RLA/075/ITA, Fild Doc. 5E. 129p., 1987.
- TAKEUCHI, T.; KANG, S. J.; WATANABE, T. Effects of environmental salinity on lipid classes and fatty acid composition

- in gills of atlantic salmon. **Nippon Suisan Gakkaishi**, **55**(8):1395-405, 1989.
- TAN, C. H. & CHOONG, K. I. Effect of hyperosmotic stress on hemolymph protein, muscle ninhydrin-positive substances and free amino acids in *Macrobrachium rosenbergii*. **Comp. Biochem. Physiol.** **70A**:485-9, 1981.
- TAYLOR, A. C. & SPICER, J. I. Metabolic responses of the prawn *Palaemon alegans* and *P. serratus* to acute hypoxia and anoxia. **Mar. Biol.**, **95**:521-30, 1987.
- TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M. & BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos**. Ed. da UFSC, 180p, 1987.
- THOMASSEN, M. S. & ROSJO, C. Different fats in feed for salmon: Influence on sensory parameters, growth rate and fatty acids in muscle and heart. **Aquaculture**, **79**:129-35, 1989.
- THOMPSON, H. C. & THOMPSON, N. H. Isolation and amino acid composition of the collagem of white shrimp (*Penaeus setiferus*). **Comp. Biochem. Physiol.**, **27**:127, 1868.
- THOMSON, A. B.; MCGILL, A. S.; MURRAY, J.; HARDY, R.; HOWGATE, P. F. The analysis of a range of non-volatile constituents of cooked haddock (*Gadus aeglefinus*) and the influence of these on flavour. In: **Advance in Fish Science and Technology**, Ed. J. J. Connell. Fishing Books, Inc., Farnham, Surrey, England. 484p. 1980.

- TILLMAN, R. & FINNE, G. Texture analysis of tail meat for *Macrobrachium rosenbergii*. **Proc. 8th Ann. Trop. Subtrop. Fish Tech. Conf. Americas.** 9:260-9, 1983.
- TRAPIDO-ROSENTHAL, H. G.; GLEESON, R. A.; CARR, W. E. The efflux of amino acids from the olfactory organ of the spiny lobster: **Biochemical** measurements and physiological measurements and physiological effects. **Biol. Bull.**, 179:374-82, 1990.
- TUCKER, J. W.; LANDAU, M. P.; FAULKNER, B. E. Culinary value and composition of wild and captive common snook, *Centropomus undecimalis*. **Florida Sci.**, 48(4):196-200, 1985.
- UMEMOTO, S. Fundamentals of chemical experiments. In: Okada, M.; Hirao, S.; Noguchi, E.; Suzuki, T. & Yokosuki, M. eds., **Utilization of marine products**, p. 147-58. Overseas Technical Cooperation Agency, Tokyo, 1972.
- VALENTI, W. C. Cultivo de camarões de água doce. São Paulo, Nobel, 1985. 85p.
- VALENTI, W. C. Criação de camarões de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*). In: **Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Campinas, SP, 1990. p. 757-85.
- VALENTI, W. C. Freshwater prawn culture in Brazil. **World Aquaculture**, 24(1):30-4, 1993.

- VARGAS-ALBORES, F. & OCHOA, J. L. Variation of Ph, osmolality, sodium and potassium concentrations in the haemolymph of sub-adult blue shrimp (*Penaeus stylirostris*) according to size. **Com. Biochem. Physiol.**, **102A(1)**:1-5, 1992.
- VENKATACHARI, S. A. Effect of salinity adaptation on nitrogen metabolism in the fresh water fish *Tilapia mosambica*. I.- Tissue protein and amino acid levels. **Mar.. Bio.**, **24(1)**: 1-5, 1974.
- VERNBERG, F. J. & SILVERTHORN, S. U. Temperature and osmoregulation in aquatic species. In: **Mechanisms of osmoregulation in animals. Maintenance of cell volume**. Rainmond Gilles, ed., John Wiley & Sons, 667p., 1979.
- VISLIE, T. On the role of taurina in the hypo-osmotic cell volume regulation in eel, *Anguilla anguilla* heart ventricle. **Marine Biol.**, **3**:53-63, 1982.
- WAJSBROT, N.; KROM, M. D.; GASITH, A.; SAMOCHA, T. Ammonia excretion of green tiger prawn *Penaeus semisulcatus* as a possible limit on the biomass density in shrimp ponds. **Bamidgeh**, **41(4)**:159-64, 1989.
- WANG, J. K. Weight and width relationship of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. **Aquacultural Engineering**, **4**:21-32, 1985.
- WATANABE, K. Osmotic and ionic regulation and gill $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ - ATPase activity in the japanese shore crab *Hemigrapsus sanguineus*. **Bull. Japan. Soc. Scien. Fish.**, **48(7)**:917-20, 1982.

- WATER, M. E. & HALE, M. B. Quality changes during iced storage of whole freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. **Proc. 6th Ann. Trop. Subtrop. Fish. Tech. Conf. Americas**. Texas, USA, 1981.
- WEBER, R. E. & MARREWIJK van, J. A. Free amino acids and isosmotic intracellular regulation in the shrimp, *Crangon crangon*. **Life Sciences**. **11(2):589-95**, 1972.
- WEINSTEIN, A.; VOIGT, R.; ATEMA, J. Spectral tuning of lobster olfactory cells and their response to defined mixtures and natural food extracts. **Chemical Sense**, **15(5):651**, 1990.
- WESSON, J. B.; LINDSAY, R. C.; STUIBER, D. A. Discrimination of fish and seafood quality consumer population, **J. Food Sci.**, **44:878-82**, 1979.
- YAMAGATA, M. ; HORIMOTO, K. ; NAGAOKA, C. Assessment of green tuna: Determining trimethylamine oxide and its distribution in tuna muscles. **J. Food Sci.**, **34:156-9**, 1969.
- YAMAGUCHI, T.; SATO, Y.; ITO, M.; MORITANI, N.; HATA, M. The lipid and fatty acid compositions in tissue of cultured and wild coho salmon *Oncorhynchus kisutch*. **Nippon Suisan Gakkaishi**, **54(9):1601-5**, 1988.
- YOKOYAMA, M. & NAKAZOE, J. Effects of dietary protein levels on free amino acid and glutathione contents in the tissues of rainbow trout. **Comp. Biochem. Physiol.**, **99A(1/2):203-6**, 1991.

ZANDERS, I. P. & RODRÍGUEZ, J. M. Effects of temperature and salinity stress on osmoionic regulation in adults and on oxygen consumption in larvae and adults of *Macrobrachium amazonicum*. **Com. Biochem. Physiol.**, 101A(3):505-9, 1992.

ZATTA, P. The relationship between plasma proteins and intracellular free amino acids during osmotic regulation in *Carcinus maema*. **J. Exp. Zool.**, 242:131-6, 1987.

ZURBURG, W. & ZWAAN, A. The role of amino acids in anaerobiosis and osmoregulation in bivalves. **J. Exp. Zool** 215:315-21, 1981.