

INFLUÊNCIA DE LIGANTES NATURAIS
NA EFICIÊNCIA DE RAÇÕES
PARA ALIMENTAÇÃO DE CAMARÃO
Macrobrachium rosenbergii.

06/93

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Tancos

Este exemplar corresponde a redação final da tese defendida por Maria Lucia Nunes e aprovada pela Comissão julgadora em 26.02.93.

Contreras

INFLUÊNCIA DE LIGANTES NATURAIS
NA EFICIÊNCIA DE RAÇÕES
PARA ALIMENTAÇÃO DE CAMARÃO
Macrobrachium rosenbergii.

MARIA LUCIA NUNES *Nunes*

Orientador:

Prof. Dr. EMILIO S. CONTRERAS-G. *Contreras*

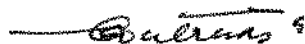
TESE APRESENTADA A FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS/UNICAMP,
PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTOR EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

CAMPINAS

1992

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

BANCA EXAMINADORA



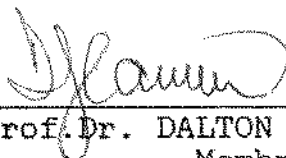
Prof. Dr. EMILIO S. CONTRERAS-GUZMAN
Orientador



Profa. Dra. DEBORA DE QUEIROZ TAVARES
Membro



Prof. Dr. MASAYOSHI OGAWA
Membro



Prof. Dr. DALTON JOSE CARNEIRO
Membro



Prof. Dr. YOON KIL CHANG
Membro

(Suplente)

Prof. Dr. ARNALDO YOSHITERU KUAYE
Membro

(Suplente)

Prof. Dr. PEDRO EDUARDO DE FELICIO
Membro

Campinas, 26 fevereiro de 1993

MENSAGEM

(A todos que de alguma maneira tornaram
possível a realização deste trabalho)

Que a estrada se abra a vossa frente,
Que o vento sopra levemente em vossas costas,
Que o sol brilhe morno e suavemente em vossa face,
Que a chuva caia de mansinho em vossos campos,
E até que nos encontremos outra vez,
Que Deus vos guarde nas palmas de suas mãos.

Prece Irlandeza (traduzida e adaptada).

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. EMILIO S. CONTRERAS-GUZMAN, pela orientação segura, amizade e exemplo de dedicação científica.

A CAPES - COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE ENSINO SUPERIOR, Ministério de Educação, através do Programa Institucional de Capacitação Docente - PICD da UFPB, pela concessão da bolsa.

Ao corpo docente e administrativo do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos, pelo apoio e incentivo constante na jornada empreendida.

Ao Prof. ANTONIO LUIZ DE ALBUQUERQUE GOMES, Chefe do Departamento de Tecnologia Química e de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba, pelo apoio e compreensão durante o meu afastamento.

A PURINA NUTRIMENTOS, pela doação das matérias-primas utilizadas na formulação das dietas

A MOGIANA ALIMENTOS, na pessoa do Diretor do Departamento de Aquicultura, Dr. Sílvio Romero de Carvalho Coelho por algumas informações prestadas no início deste trabalho.

A ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA DE ALIMENTOS (ABIA), pelo fornecimento das cópias desta tese.

A MULTIMIX-Produtos e Serviços Agropecuários Ltda, pela doação do premix vitamínico e mineral.

A TELMA SILVIA ASSAD SALLUM e CRISTIANE ALFREDO, da Secretaria de Pós-Graduação da FEA, pela amizade e eficiência quanto ao trâmite burocrático necessário para a defesa da tese.

A Dra. DILZA MARIA BASSI MANTOVANI, do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), pela colaboração nas análises dos minerais, por espectrofotometria de plasma.

Aos funcionários da Biblioteca da FEA e, em especial, à CREUSA KASUMI NOMURA pela correção das referências bibliográficas.

Aos amigos MARCIO FERRAZ CUNHA, NEURA BRAGAGNOLO e em especial, ao prof FRANCISCO ELMIRO DE SOUZA, pela valiosa colaboração quanto às análises estatísticas.

Aos meus amigos e colegas do Laboratório de Pescado, e em especial a ELISABETE MACEDO VIEGAS e SILNEI NUNES MARTINS, pelo apoio nos momentos difíceis.

As Técnicas e amigas dos Laboratórios de: Pescado, Tecnologia Geral, Tecnologia de Cereais e, também, aos funcionários do Departamento de Tecnologia da FEA pela colaboração sempre que necessária.

A MARJORIE e EDUARDO pela solidariedade, paciência, revisão e auxílio na montagem deste trabalho.

Ao MIRO e ISABEL DE FATIMA do Microcentro de computação da FEA pela incessante colaboração.

A GERMANA XAVIER LEAL, pelo desenho da FIGURA 1.

E a todos, que de alguma maneira tornaram possível a realização deste trabalho.

Meu carinho e gratidão

INDICE DE TABELAS

	Página
1 - Níveis de nutrientes dietéticos recomendados para espécies onívoras de camarão.	13
2 - Agentes ligantes utilizados em rações para camarão.	18
3 - Descrição das condições experimentais para otimização de alguns parâmetros do processamento de rações por extrusão.	41
4 - Descrição das condições experimentais para otimização da temperatura, diâmetro da matriz e concentração do ligante no processamento de rações por extrusão.	42
5 - Formulação das dietas experimentais.	46
6 - Dados da granulometria das partículas dos ingredientes das rações.	56
7 - Composição química dos ingredientes utilizados no desenvolvimento das rações.	57
8 - Influência da umidade, diâmetro da matriz, rotação da rosca e concentração do ligante nas propriedades físicas de rações extrusadas.	59
9 - Influência da Temperatura, diâmetro da matriz e da concentração do ligante nas propriedades físicas de rações extrusadas.	62
10 - Influência do tipo e concentração do ligante natural e do diâmetro da matriz nas propriedades físicas de rações extrusadas.	64

11 - Influência do teor de silagem como fonte de lipídios nas características físicas de rações obtidas por extrusão.	66
12 - Influência da farinha de peixe como fonte de minerais nas características físicas de rações obtidas por extrusão.	69
13 - Valores médios e desvio padrão da densidade relativa e taxa de expansão das dietas.	70
14 - Estabilidade e capacidade de absorção de água das dietas, em função dos ingredientes ligantes, para 6 e 24 horas de lixiviação.	72
15 - Influência dos diversos ligantes na estabilidade de dietas para camarão, avaliadas por vários autores.	74
16 - Tempo gasto na aproximação e início do consumo das dietas pelos camarões.	76
17 - Composição química das dietas para o bioensaio.	78
18 - Composição de aminoácidos das dietas.	80
19 - Teores de nutrientes solúveis das dietas em função do tempo de lixiviação (b.s.)	82
20 - Perdas percentuais de sólidos totais, carboidratos e aminoácidos livres solúveis em dietas de camarão submersas por 6 e 24 horas.	86
21 - Parâmetros de qualidade da água monitorados durante o experimento biológico.	88

22 - Resultados médios do: ensaio biológico com o camarão <i>M. rosenbergii</i> para um período de 20 e 40 dias.	80
23 - Valores médios de comprimento e peso do camarão <i>M. rosenbergii</i> em função do tempo de cultivo.	91
24 - Análise de variância dos resultados para o desempenho de produção dos camarões no ensaio biológico.	94

INDICE DE FIGURAS

	Página
1 - Aspectos da morfologia externa de <i>M. rosenbergii</i>	5
2- Fluxograma do processamento de farinha de camarão.	32
3 - Fluxograma do processamento de silagem de pescado.	33
4 - Fluxograma do processamento de farelo integral de mandioca - Ligante II.	34
5 - Fluxograma do processamento do ligante III.	35
6 - Fluxograma da desidratação simultânea do sangue bovino com farelo integral de mandioca - ligante IV	36
7 - Fluxograma da desidratação simultânea do sangue bovino com quirera de arroz - ligante V.	37
8 - Perda por lixiviação de carboidratos solúveis das dietas experimentais.	83
9 - Perda por lixiviação de aminoácidos totais livres das dietas experimentais.	85
10 - Variação percentual do comprimento e ganho de peso do camarão <i>M. rosenbergii</i> , durante o período de 40 dias.	92

SUMÁRIO

Página

AGRADECIMENTOS

ÍNDICE DE TABELAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO.	1
2. REVISAO DE LITERATURA	4
2.1. CONSIDERAÇÕES SOBRE O <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	4
2.1.1. Características biológicas	4
2.1.2. Sistemas de cultivo	6
2.1.3. Alimentação	7
2.1.4. Aspectos nutricionais	8
2.1.5. Produção e aspectos econômicos ...	14
2.2. USO DE LIGANTES EM RAÇÕES PARA CAMARÃO	16
2.2.1. Uso de aditivos ligantes	16
2.2.2. Uso de ingredientes com propriedades ligantes	19
2.2.2.1. Farelo integral de mandioca	20
2.2.2.2. Quirera de arroz	20
2.2.2.3. Sangue bovino	21
2.3. PROCESSAMENTO DE RAÇÕES PARA ANIMAIS AQUÁTICOS ...	24
2.3.1. Efeito da extrusão sobre as propriedades físico-químicas do amido e das proteínas	25
2.3.2. Efeito da extrusão sobre as características nutricionais das rações	28

3. MATERIAIS E MÉTODOS	29
------------------------------	----

PARTE I

3.1.PROCESSAMENTO E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DAS MATÉRIAS-PRIMAS E INGREDIENTES LIGANTES	29
3.1.1.MATERIAIS	29
3.1.1.1. Ingredientes comuns..	29
3.1.1.2. Ingredientes ligantes	29
3.1.1.3. Ligantes comerciais	30
3.1.1.4. Camarões	30
3.1.2.OBTENÇÃO E PROCESSAMENTO DAS MATÉRIAS-PRIMAS E DOS INGREDIENTES LIGANTES	30
3.1.3.ANÁLISES DAS MATÉRIAS-PRIMAS	31
3.1.3.1. Análise da granulometria das par- tículas	31
3.1.3.2. Composição Química das matérias-primas	31

PARTE II

3.2.TESTES PARA OTIMIZAÇÃO DOS PARAMETROS DE EXTRUSAO .	38
3.2.1.MATERIAIS	38
3.2.1.1. Matérias-primas para o estudo de oti- mização dos parâmetros	38
3.2.1.1. Equipamento de extrusão	38
3.2.2.MÉTODOS DE PROCESSAMENTO	39
3.2.2.1. Condicionamento das amostras	39
3.2.2.2. Otimização dos parâmetros de extrusão	40
3.2.2.3. Otimização do tipo e concentração dos ligantes.....	40

3.2.2.4. Influência do teor de silagem como fonte de lipídios na performance das dietas extrusadas	43
3.2.2.5. Influência do teor de farinha de peixe como fonte de minerais na performance das dietas extrusadas	43
3.2.2.6. Secagem e estocagem das dietas após extrusão	43
3.2.3.MÉTODOS DE ANÁLISES	44
3.2.3.1. Densidade aparente	44
3.2.3.2. Estabilidade	44

PARTE III

3.3.MÉTODOS DE PROCESSAMENTO E ANÁLISES DAS DIETAS PARA O BIOENSAIO COM CAMARÕES <i>M. rosenbergii</i>	45
3.3.1.MATÉRIAS-PRIMAS	45
3.3.2.MÉTODOS DE PROCESSAMENTO	45
3.3.2.1. Formulação das dietas.	45
3.3.2.2. Processamento das dietas para o bioensaio	45
3.3.3.ANÁLISES DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS DIETAS	47
3.3.3.1. Densidade relativa e taxa de expansão	47
3.3.3.2. Estabilidade nos tanques de cultivo.. ..	47
3.3.3.3. Índice de absorção de água	48
3.3.3.4. Atratividade das dietas	48
3.3.4.DETERMINAÇÕES QUÍMICAS	49
3.3.4.1. Composição química	49

3.3.4.2. Determinação do teor de aminoácidos nas dietas	49
3.3.4.3. Perdas de nutrientes solúveis	50
A) Determinação de carboidratos solúveis	51
B) Determinação de aminoácidos livres totais	51
3.3.5. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DAS DIETAS ...	52
3.3.6. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	53
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	54

PARTE I

4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DAS MATÉRIAS-PRIMAS E INGREDIENTES LIGANTES	54
4.1.1. GRANULOMETRIA DOS INGREDIENTES	54
4.1.2. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS INGREDIENTES.....	55

PARTE II

4.2. INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE EXTRUSÃO SOBRE A DENSIDADE E ESTABILIDADE EM ÁGUA DAS DIETAS PARA CAMARÃO.	58
4.2.1. INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE EXTRUSÃO	58
4.2.1.1. Influência do teor de umidade, diâmetro da matriz, rotação da rosca e concentração do ligante.....	58
4.2.1.2. Influência da temperatura, diâmetro da matriz e concentração do ligante	61.

4.2.2. INFLUÊNCIA DE ALGUNS INGREDIENTES NA DENSIDADE E ESTABILIDADE DE RAÇÕES EXTRUSADAS.	63
4.2.2.1. Influência do tipo e concentração do ligante	63
4.2.2.2. Influência do teor de silagem como fonte de lipídios na densidade e estabilidade de rações extrusadas.	65
4.2.2.3. Influência da farinha de peixe como fonte de minerais na densidade e estabilidade das dietas extrusadas ..	67

PARTE III

4.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E NUTRICIONAIS DAS DIETAS PARA O BIOENSAIO	70.
4.3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	70
4.3.1.1. Densidade Relativa e Expansão	70
4.3.1.2. Estabilidade das dietas em água	71
4.3.1.3. Capacidade de absorção de água das dietas	73
4.3.1.4. Atratividade das dietas	75
4.3.2. COMPONENTES QUÍMICOS DAS DIETAS PARA O BIOENSAIO	77
4.3.2.1. Composição química das dietas	77
4.3.2.2. Composição de aminoácidos das dietas .	79
4.3.2.3. Perda de nutrientes solúveis por lixiviação.	81
A) Perda de carboidratos solúveis....	81
B) Perda de aminoácidos totais livres.	81
4.3.3. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DAS DIETAS	88
4.3.3.1. Taxa de sobrevivência dos camarões..	88
4.3.3.2. Desempenho de produção dos camarões	89
A) Comprimento e ganho de peso	89
B) Conversão alimentar	94

5. CONCLUSOES	95
6.. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96

RESUMO

As dietas para cultivo de camarão exigem o uso de ligantes que mantenham a integridade das rações por períodos prolongados, que tenham boa digestibilidade e baixo custo, e que se adaptem às técnicas de preparo industrial de rações. Os alginatos são os ligantes mais usados, porém são caros e, visto que o custo de alimentação pode perfazer até 70% dos gastos com o cultivo, é conveniente buscar substitutos mais econômicos. No presente trabalho foram selecionados cinco produtos com propriedades ligantes, que foram incorporados em formulações de dietas para o camarão *Macrobrachium rosenbergii*. Os ligantes foram sangue bovino fresco (I), farelo integral de mandioca processado do tubérculo inteiro seco e moído (II), quirera de arroz (III), sangue bovino desidratado simultaneamente com farelo integral de mandioca (IV) e sangue bovino desidratado simultaneamente com quirera de arroz (V). Uma ração sem ligante, outra com alginato de sódio a 2,5% (VI) e outra com lignina-sulfonato de cálcio (VII) serviram como parâmetros de comparação. As dietas com os ligantes foram processadas por extrusão termoplástica avaliando-se a influência de vários parâmetros da operação nas propriedades físicas, químicas e nutricionais das rações. As melhores dietas foram obtidas com 30% de ligante, umidade inicial de 30%, temperaturas de 80/100/120°C para as três zonas do equipamento, rotação da rosca de 70 rpm, taxa de compressão de 4:1 e diâmetro da matriz de 2 mm. As dietas mais estáveis em água foram as correspondentes aos ligantes II, IV e V que resistiram 24 horas de imersão, perdendo apenas 6 a 20% do peso como material particulado. A ração com alginato perdeu 30% na forma de sólidos e a ração sem ligante se desintegrou completamente antes de 6 horas. Em todas as dietas, a lixiviação dos carboidratos solúveis e de aminoácidos livres foi rápida, e mais de 80% foi perdido às 6 horas de imersão. A presença de sangue parece ser o elemento chave que aumenta a resistência a desintegração, particularmente quando foi previamente desidratado com quirera de arroz (dieta V). A mistura de mandioca e sangue (ligante IV) produziu rações um pouco menos está-

veis, praticamente igual a mandioca pura (dieta II), embora as três dietas tenham sido mais estáveis que o controle ligado com alginato (dieta VI). Estas rações ou dietas além de uma ração comercial (RC1) foram testadas na alimentação de camarão *M. rosenbergii*, em tanques sob condições padronizadas de cultivo. Durante o período de 6 semanas foram registrados dados sobre a variação em tamanho, ganho de peso e conversão alimentar, dos camarões. A análise estatística não mostrou diferenças significativas entre as cinco dietas, para os parâmetros analisados, embora as médias de ganho de peso e de conversão tenham sido muito melhores nas dietas ligadas com sangue (IV e V), e o aumento em tamanho tenha sido maior na dieta ligada com farelo integral de mandioca (ligante II). Estes resultados mostram que é possível se obter dietas estáveis, sem precisar de ligantes purificados, apenas otimizando o desempenho de alguns ingredientes específicos. O produto da desidratação de sangue e quirera de arroz parece particularmente promissor.

ABSTRACT

Diets developed for shrimps need to contain appropriate binders which should satisfy various criteria. Among these, the important ones are the long period of stability, good digestibility, adaptability to the production technique, interaction with other ingredients of diet, low cost and constant availability. The common additives used as binders do not satisfy the major part of these qualities at the national level and hence there is a need to find their substitutes such as agroindustrial ingredients of low cost and availability. These substitutes besides being efficient as binder will also contribute for the supply of energy and protein nutrients. These measures favor the development of industries for rations besides reducing the cost of shrimp farming, due to the artificial feeding attaining even up to 70% of these activity. The performance of the raw material of traditional use or still under-utilised in the processing of diets for shrimp *M. rosenbergii* was evaluated with respect to their binding properties, and was compared with some commonly recommended additives. The influence of formulation parameters was observed in 5 types of binding ingredients and 2 types of additives: bovine blood (diet I); whole cassava flour (diet II); rice flour (diet III); whole cassava flour processed with bovine blood (diet IV); rice flour processed with bovine blood (diet V); sodium alginate with sodium hexametaphosphate (diet VI) and modified calcium lignin-sulfate. The diets were processed in an extruder of simple screw (Brabender). The best diets were processed in the following conditions: moisture content, 30%; temperature, 80/100/120°C, for the first, second and third zones, respectively; screw speed 70 rpm, die nozzle size, 2 mm and the screw compression ratio, 4:1. Three binding ingredients (II, IV e V) and one additive (VI) were selected for the development of isocaloric experimental diets to be tested biologically with shrimps, comparing them with those fed on commercial diet (RC1). Diets with higher stabilities in water were proces-

were processed with the binders II, IV and V, that lasted 24 hours losing only 6 to 24% of small particles, while diet VI, containing alginate, lost 30%. Diet with no binder, desintegrated completely before 6 hour. All diets released, approximately 80% of soluble carbohydrates and free amino acids during the first 6 hours of immersion in water. Inclusion of blood in the diets seems to be an important component to improve stability, especially when processed by dehydration with rice flour (binder V). Binder IV (cassava flour with blood) produced diets slightly less stable than binder V and very similar to binder II (cassava flour). However, all these diets showed better performance than the control (diet VI). Diets II, IV, V, VI and a commercial diet (RC1) were used for *M. rosenbergii*. grow-out tests for 6 weeks. During these period, there were no significant differences in lenght, weight gain and feed conversion ratio among the diets, nevertheless, the percent mean values of the diets IV and V for weight gain and feed conversion rations were higher. Diet IV showed the highest value for lenght. These results demonstrate that it is possible to obtain stable diets, without including purified binders, just maximizing the performance of some specific ingredients. The binder made of rice flour and blood seems to be particularly promising.

1. INTRODUÇÃO

Um dos pré-requisitos essenciais para o sucesso do cultivo de camarões refere-se a utilização de uma ração artificial econômica e eficiente, pois, em geral, os custos com a alimentação são responsáveis por 40 a 70% dos gastos operacionais de cultivo intensivo e semi-intensivo (TACON, 1988).

Face aos hábitos alimentares dos crustáceos aquáticos que tendem a se alimentar lenta e intermitentemente e manipular o seu alimento extensivamente, antes de ingerí-lo (HEINEM, 1981), a eficiência de uma ração, além de seu conteúdo em nutrientes depende também, de suas propriedades físicas e, especificamente, da sua estabilidade em água. Uma ração que se desintegra rapidamente não é aproveitada pelos camarões, podendo alterar a qualidade da água e comprometer a sobrevivência dos mesmos, os quais apresentam baixa resistência a águas poluídas.

As dietas para os diversos estágios do ciclo vital do camarão requerem características e fatores próprios nos quais o tipo de ligante é um dos mais importantes. No caso da larvicultura KANAZAWA et alii (1982) desenvolveram dietas na forma de micropartículas, utilizando carragenina como ligante o que facilitou os estudos acerca das exigências nutricionais. Dietas exclusivas para a engorda de camarões exigem o uso de ligantes que satisfaçam os seguintes critérios: período prolongado de estabilidade, boa digestibilidade pelo animal, adaptabilidade às técnicas de produção de rações, interação adequada com outros ingredientes da dieta, boa susceptibilidade ao ataque de microrganismos do intestino e do habitat do camarão, baixo custo e disponibilidade constante (MEYERS & ZEIN-ELDIN, 1973).

Entre os aditivos ligantes mais pesquisados estão: alginatos, carragenina, agar, gomas guar, locusta e arábica; gelatina e quitosana (BALAZS et alii, 1973; FORSTER, 1972; FORSTER, 1975; FARMANFARMAIAN, et alii, 1982; HEINEM, 1981; MACHADO, 1984;

MEYER & ZEIN-ELDIN, 1973; MURAI et alii, 1981; PASCUAL et alii, 1978 e PASCUAL & SUMALANGKAY, 1981). Entretanto, observa-se que estas substâncias satisfazem apenas parte dos critérios estabelecidos por MEYERS & ZEIN-ELDIN (1973), já que ao serem utilizados em experimentos em larga escala, estes produtos podem apresentar muitas limitações quanto ao custo, baixa disponibilidade, em algumas regiões, e dificuldades para serem incorporados e distribuídos homogeneamente com outros ingredientes em detrimento de sua performance como ligante.

Uma das maiores limitações para o desenvolvimento de uma estratégia nacional de elaboração de rações para aquicultura, tem sido a imitação dos sistemas de arraaçoamento da Europa, América do Norte e Extremo Oriente (TACON, 1988). Segundo este autor, é imperativo que se encontrem soluções próprias para resolver os problemas latino-americanos, devendo-se dar ênfase à utilização de ingredientes agro-industriais regionais para desenvolver alimentos de desempenho e custo atraentes para fabricantes e usuários de rações (TACON, 1988).

Deste modo, é de vital importância substituir os ligantes comerciais por produtos agro-industriais de custo menor e disponibilidade efetiva, e que além de suas propriedades funcionais contribuam com nutrientes energético/protéicos.

Face ao exposto, este trabalho aborda algumas opções tecnológicas originais, como a preparação de produtos processados de maneira simples que, quando incorporados às rações, funcionam como ligantes. Estes produtos são obtidos de materiais amiláceos de baixo custo, cujas propriedades ligantes são favorecidas pela desidratação simultânea com sangue bovino.

Propomos com isto, abrir espaços para soluções tecnológicas e nutricionais mais criativas que beneficiariam a atividade de cultivo e diminuiriam os problemas de sub-utilização de resíduos sólidos e líquidos da indústria de alimentos.

Os objetivos específicos desta proposta são os seguintes:

- a) Desenvolver os produtos farelo integral de mandioca puro ou em mistura com sangue bovino, e quirera de arroz desidratada simultaneamente com sangue bovino, com vistas à sua utilização como aglutinantes em rações, bem como processar também alguns ingredientes comuns das rações, não disponíveis no mercado, tais como: farinha de resíduos de camarão e silagem de pescado.
- b) Avaliar a influência da umidade, rotação da rosca, diâmetro da matriz, temperatura, tipo e concentração dos ligantes e de outros ingredientes na densidade e estabilidade em água das rações extrusadas, de modo a otimizar os parâmetros de extrusão e definir a formulação mais adequada.
- c) Desenvolver dietas isocalóricas com ingredientes básicos semelhantes, e com os ligantes naturais selecionados, e analisá-las quanto à estabilidade em água (resistência à desintegração), absorção de água, lixiviabilidade de solutos, composição química percentual, composição de aminoácidos e quanto às características nutricionais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2. 1. CONSIDERAÇÕES SOBRE O *Macrobrachium rosenbergii*

2.1.1. Características biológicas

O *Macrobrachium rosenbergii* é uma espécie de camarão de água doce, natural da Malásia, que vive nos dois hemisférios, em regiões tropicais e subtropicais. Atinge o tamanho adulto em água doce, mas reproduz-se em água salobra.

Zoologicamente, esta espécie é assim classificada: Filo-Artrópoda; Subfilo - Crustacea; Classe -Malacostraca; Subclasse - Eumalacostraca; Superordem - Eucarida; Ordem - Decápoda; Subordem - Pleocyemata; Infraordem - Caridea; Superfamília - Palaemonoidea; Família- Palaemonidae; Subfamília - Palaemoninae e Gênero - *Macrobrachium* (CAVALCANTI, 1990). Morfologicamente, caracteriza-se por apresentar o rostro longo e curvado para cima, dotado de uma crista basal com 8 a 14 dentes na sua margem inferior. O carpo do segundo par de pereiópodos é distintamente mais comprido que o mero e a extremidade distal do telson ultrapassa a extremidade dos espinhos posteriores do mesmo (VALENTI, 1990). Conforme pode ser observado na FIGURA 1. De uma centena de espécies desta família, o *M. rosenbergii* é a mais favorável para o cultivo, por apresentar tamanho grande (35g e 14 cm em 7-8 meses),comportamento não agressivo, rápida taxa de crescimento, grande tolerância as variações ambientais e considerável valor comercial (COELHO et alii, 1982).

No Brasil, esta espécie foi introduzida a partir de 1977 e é conhecida como "gigante da Malásia", "pitu havaiano" ou simplesmente "camarão de água doce".

cefalotórax

abdômem

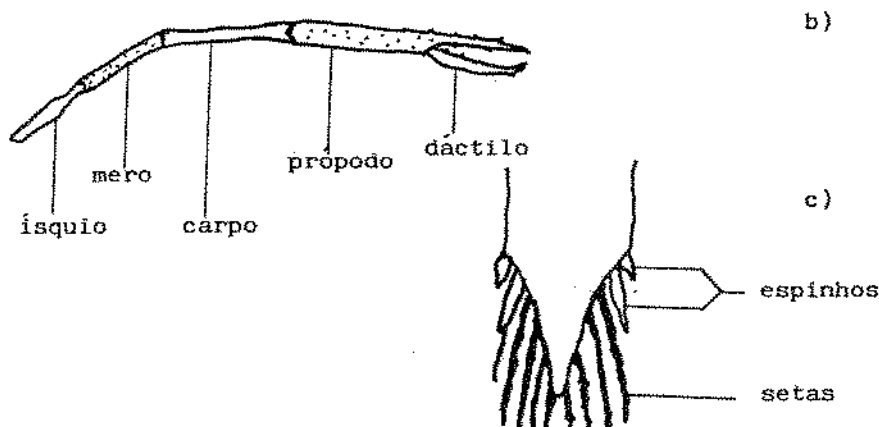
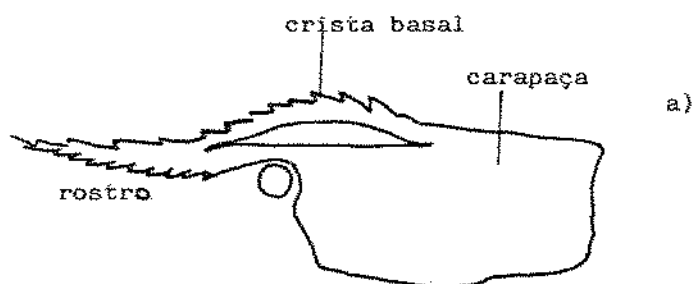
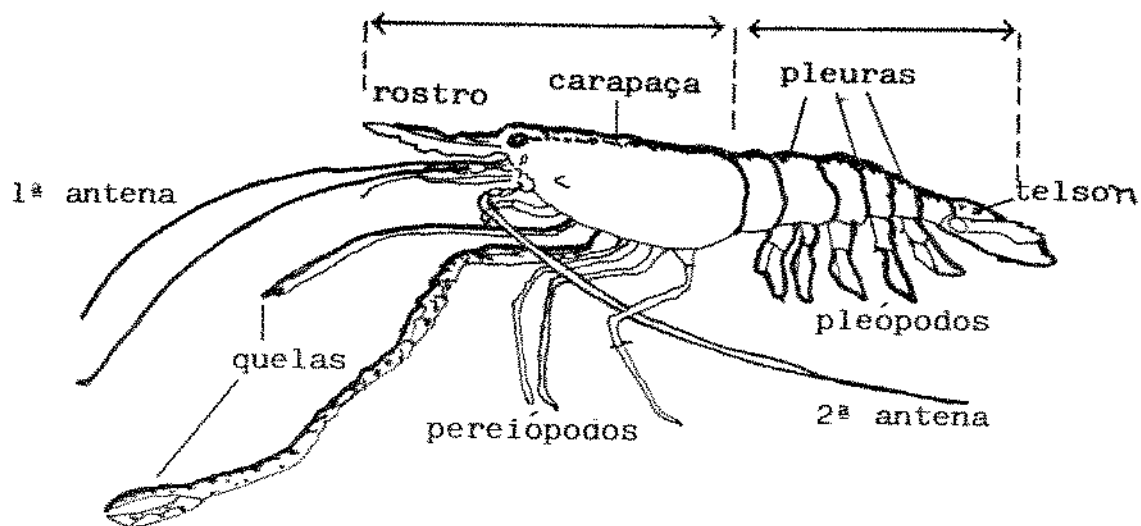


FIGURA 1 - Aspectos da morfologia externa de *M. rosenbergii*.
(a) - carapaça; (b) segundo pereiópodo esquerdo de um macho; (c) extremidade do telson.

FONTE: VALENTI (1990)

Esta espécie habita a zona bentônica, é territorial e tem hábitos noturnos. Prefere água neutra ou ligeiramente alcalina (pH 6,5 a 9,5) e com dureza moderada (110 mg/L de CaCO_3). Pode suportar concentrações reduzida de oxigênio dissolvido na água (1,0 mg/L) e temperaturas mínimas ao redor de 14°C, embora a temperatura ótima situe-se entre 25 a 30°C (LING, 1969; NEW & SINGHOLKA, 1982; MALECHA, 1980; VASQUES & ROUSE, 1987).

A maturidade sexual é atingida a partir dos seis meses. A relação de crescimento entre fêmeas e machos juvenis é a mesma. Ao chegarem, entretanto, a um peso de 60g e 18 cm de comprimento, o crescimento das fêmeas é reduzido, atingindo em média 22 cm e 120 g, enquanto os machos continuam a crescer atingindo além de 200g (COELHO et alii, 1982).

2.1.2. Sistemas de cultivo

O cultivo de camarões pode ser extensivo e em cativeiro (semi-intensivo e intensivo). O cultivo semi-intensivo vem despertando grande interesse no setor empresarial e pesqueiro do país, por permitir boa produtividade e facilidade de implantação.

A exploração de camarões em cativeiro compreende duas fases distintas: produção de pós-larva, conhecida com larvicultura e a criação propriamente dita, conhecida como recria ou engorda, a qual é desenvolvida em viveiros. Existem os viveiros berçários e os definitivos. O tamanho ideal dos viveiros berçários é de 100 a 500 m². Em geral os viveiros de engorda são de construção simples, constando apenas de áreas circundadas por taludes construídos com material do próprio local, providos de comportas e servidos por canais de abastecimento, e de drenagem, por onde fluem as águas oriundas de centrais de bombeamento. A área dos viveiros definitivos varia de 0,2 a 0,5 ha e a profundidade de 0,9 m aproximadamente (VALENTI, 1988).

A densidade de povoamento dos viveiros é bastante variável. Para os viveiros berçários em geral a densidade situa-se entre 70 a 100 pós-larvas/m², embora encontre-se na literatura desde 25 até 300 indivíduos/m² (RA'ANAN & COHEN, 1983). Os viveiros de engorda tem sido povoados com 2 a 22 camarões/m². Em geral, em regiões tropicais, é possível se usar maiores densidades. Em experimentos realizados no Estado de São Paulo, VALENTI (1989) encontrou que densidades populacionais próximas a 8 camarões/m² maximizam a produção mas reduzem o lucro. Este seria maximizado com densidades próximas a 4 animais/m².

Em regime de cultivo intensivo, com densidade de 8 a 10 exemplares/m², a produtividade tem variado de 2,4 a 4,8 t/ha/ano para 1 ou 2 ciclos de cultivo, respectivamente, mas é possível com um bom manejo se obter até 3 ciclos de cultivo e portanto melhor produtividade (COELHO et alii, 1982).

2.1.3. Alimentação

O *M. rosenbergii* é uma espécie onívora. Alimenta-se de insetos e vermes aquáticos, pequenos moluscos e crustáceos, carne fresca e deteriorada de peixes e outros animais, grãos, sementes, nozes, frutos, algas e folhas tenras. Quando faminto, pode até demonstrar canibalismo (CARVALHO, 1990). O alimento é detectado pelo sentido químico e tátil. Ao procurar um alimento, os filamentos da antena e antênula varrem ativamente o local. Após identificados, os alimentos são apreendidos com as quelas do primeiro ou segundo par de pereiópodos, levados à boca, e rapidamente triturados (LING, 1969).

Em regime de cultivo intensivo, a alimentação consta de alimento natural produzido na água, complementado com ração. Deste modo o desenvolvimento de uma ração de baixo custo e nutricionalmente adequada é essencial para o sucesso de cultivo de camarões.

A quantidade de ração fornecida, diariamente, em regime de cultivos isolados, corresponde a 5% dos biomassa dos camarões. Alguns autores sugerem 5 kg/ha/dia de ração no início e 25 kg/ha/dia quando o viveiro apresenta produção constante. É geralmente sugerido que a ração seja distribuída no final da tarde, hora em que os camarões estão mais famintos.

2.1.4. Aspectos nutricionais

Os níveis de nutrientes dietéticos recomendados por TACON (1987), para espécies onívoras de camarão, em seus vários estágios de vida (larval, pós-larval, juvenil, engorda e matrizes) podem ser observados na TABELA 1. No entanto, observa-se que algumas espécies apresentam requerimentos específicos, para alguns nutrientes, os quais serão discutidos a seguir.

a) Proteína: A inclusão de diversas fontes de proteína em rações para camarão tem sido bastante investigada (MILLIKIN et alii, 1980; MANIK, 1976; CLIFFORD & BRICK, 1978) em função do alto custo deste componente em relação aos outros nutrientes.

Os camarões digerem bem farinhas de camarão e de peixe, sendo estas recomendadas como as melhores fontes de proteína dietética (FORSTER, 1975). A média de assimilação das mesmas situa-se em 89%, aproximadamente, para a espécie *P.serratus*.

A farinha de soja em concentrações de 0, 14, 28, 42, 56 e 70% foi avaliada por LIM & DOMINY (1990) substituindo 0, 20, 40, 60, 80 e 100% de proteínas de origem animal (53% de farinha de anchova, 32% de farinha de camarão e 15% de farinha de lula), em dietas para juvenis (*Penaeus vannamei*). O ganho de peso dos camarões diminuíram significativamente, quando os níveis de farinha de soja dietética aumentaram para 42% ou acima. Para estes autores, a quantidade de alimento consumido começa a dimi-

nuir quando o nível de farinha de soja excede 14% na dieta, pois afeta a palatabilidade. Desde que esta possa ser melhorada na dieta, níveis maiores de farinha de soja poderiam ser utilizados. Apesar do seu baixo conteúdo em aminoácidos básicos e metionina, mesmo quando usada como a única fonte de proteína dietética, a farinha de soja mostrou-se mais adequada para animais mais velhos do que para os mais jovens (NEW, 1976).

O nível ótimo de proteína dietética para camarões juvenis, de várias espécies, situa-se entre 27 e 35% porém, para juvenis de *M. rosenbergii* este nível parece ser ainda mais alto. (BALAZS et alii. 1978; NEW, 1976; D'ABRAMO, 1989). Entretanto, resultados satisfatórios de dietas com níveis de 14 e 15% têm sido encontrados, desde que os níveis de aminoácidos essenciais estejam efetivamente balanceados. Parece ser recomendável que se utilize uma ração de 35 a 40% de proteína para camarões juvenis podendo utilizar rações com um teor menor na fase de engorda. Para que haja maior eficiência da utilização da proteína dietética, CLIFFORD & BRICK (1978) sugerem uma taxa de gordura:carboidrato de 1:3 ou 1:4, pois taxas de 1:1 ou 1:2 resultam em excessiva mobilização da proteína para propósitos catabólicos, o que deve ser evitado, considerando-se que é este o nutriente que mais eleva os custos da ração. O crescimento ótimo do *M. rosenbergii* é alcançado a uma taxa de proteína para energia de 97,4 mg de proteína/kcal (NEW, 1990).

Para os camarões *Penaeideos* são considerados dez aminoácidos como essenciais: arginina, metionina, valina, treonina, isoleucina, leucina, lisina, histidina, fenilalanina e triptofano. A tirosina também é considerada essencial caso a fenilalanina não esteja presente (KANAZAWA & TESHIMA, 1981). Entretanto, observa-se que os requerimentos para aminoácidos variam com a espécie e com a idade do animal. Para a espécie *M. rosenbergii* FARMANFARMAIAN & LAUTERIO (1980) observaram que os aminoácidos lisina, arginina, triptofano, leucina e isoleucina suplementados em dietas repeletizadas, proporcionaram melhor cresci-

mento e conversão alimentar, sendo o PER fortemente estimulado pela lisina. WATANABE (1975) citado por STAHL & AHEARN (1978) concluiu que para a espécie *M. rosenbergii* os aminoácidos isoleucina, leucina, fenilalanina, metionina, valina, tirosina, arginina e histidina são indispensáveis, enquanto ácido glutâmico, prolina, ácido aspártico, cistina, glicina, alanina, serina e a lisina foram considerados dispensáveis. No entanto, STAHL & AHEARN (1978), estudando dietas purificadas para estabelecer os requerimentos para alguns aminoácidos, concluíram que a lisina, arginina, metionina e triptofano foram considerados dispensáveis, quando omitidos individualmente de dietas para o crescimento de *M. rosenbergii* juvenis, sugerindo que a macro e microbiota dos viveiros pode suprir a necessidade destes aminoácidos.

b) Lipídios: Os lipídios são fonte de energia e nutrientes essenciais ao crescimento, reprodução e manutenção dos processos fisiológicos dos camarões. Taxas ideais de lipídios totais ainda não foram definidas. Conforme D'ABRAMO (1989), o nível de lipídio dietético pode ser tão baixo quanto 2%, desde que energia suficiente seja disponível e que os requerimentos para ácidos graxos poli-insaturados sejam satisfeitos. O ácido linolênico parece ser importante em dietas quer para camarões marinhos, quer para camarões de água doce. Uma taxa correta de ácidos graxos $\omega 3:\omega 6$ na dieta pode ser mais importante do que o nível ideal de cada um deles. FENUCCI et alii (1981) encontraram resultados excelentes com rações para camarão contendo 14,5% de ácido linoléico, porém os melhores resultados foram obtidos com uma taxa de 1,8:1 correspondente a proporção de ácido linolênico ($\omega 3$):ácido linoléico ($\omega 6$). A importância destes ácidos graxos em nutrição de camarão também foi observada por COLVIN (1976) e KANAZAWA et alii (1977a) e KANAZAWA et alii (1977b).

O óleo de cabeça de camarão é excelente fonte de ácido linolênico com a vantagem adicional de apresentar carotenóides cujas perdas são menores durante o processamento do que aqueles da farinha de camarão. Os camarões alimentados com óleo

de cabeça de camarão apresentaram maior pigmentação do que aqueles alimentados com uma dieta controle (NEW, 1976).

Os camarões são incapazes de sintetizar esteróis a partir de acetato e requerem para este fim uma fonte dietética de colesterol ou de seus precursores. Esteróis de fontes fúngicas ou de fitoplâncton podem ser utilizados em vários graus. A literatura cita 0,5% como o nível ótimo dietético para colesterol. Altas taxas de inclusão do mesmo na dieta apesar de favorecer as ecdises, diminuem as taxas de sobrevivência e de crescimento dos camarões. (NEW, 1976).

Nos últimos tempos, atenção especial vem sendo dada aos fosfolipídios na preparação de ração para camarões, uma vez que eles têm sido eficientes na maturação de reprodutores e na sobrevivência e crescimento das pós-larvas.

c) Carboidratos: Amidos de cereais, dextrinas e glicogênio são geralmente bem digeridos por camarões, os quais, através das bactérias associadas às suas guelras, assimilam quitina e em menor extensão a celulose. Uma fonte adequada de carboidratos para síntese de quitina pode dispensar o uso das cadeias carbônicas dos aminoácidos dietéticos para este propósito (NEW, 1976). FORSTER (1975) encontrou que amido de trigo, glicogênio e dextrina, em níveis dietéticos de 47,5% foram completamente assimilados por *P. serratus*, enquanto o amido de batata teve 90,6% de assimilação.

A essencialidade da glucosamina em dietas para camarões o parece ser conflitante. A glicose pura proporciona uma excelente fonte de energia, mas glicose de polissacarídeos digeríveis é mais rapidamente assimilada pelos tecidos. O amido além de apresentar efeitos benéficos sobre a estabilidade física da dieta em água, tem proporcionado melhor crescimento para os camarões do que a glicose (NEW, 1976).

d) Fibra: Estudos têm sido realizados para determinar a capacidade digestiva do *M. rosenbergii* em função do teor de fibra na dieta. Ao contrário do efeito negativo da fibra dietética sobre o crescimento e sobrevivência do caranguejo azul *Callinectes sapidus* (BIDDLE et alii, 1978), dietas contendo até 30% de fibra dietética não afetaram o crescimento de *M. rosenbergii* juvenis com 0,08 g. O aumento no teor de fibra da dieta teve efeitos benéficos sobre o ganho de peso para espécimens maiores. Maior concentração da fibra dietética diminuiu a assimilação do carbono orgânico total e aumentou a assimilação do nitrogênio (FAIR, et alii, 1980).

e) Minerais: Pouco se sabe sobre os requerimentos minerais em dietas para camarões. Acredita-se que os crustáceos absorvem os minerais de que necessitam diretamente da água em que vivem (COELHO, 1988). Premix mineral semelhante ao utilizado em dietas para outros animais, são usados sem entrar no mérito da necessidade de minerais específicos para camarão. Alguns pesquisadores têm sugerido o uso de rações com uma proporção de cálcio:fósforo de 1,3:1. Quando esta taxa é de 2:1 tem sido reportado inibição do crescimento e da taxa de pigmentação (NEW, 1976).

f) Vitaminas: A vitamina A, provavelmente, não é essencial em dietas que contenham seus precursores, β -caroteno, astaxantina e cantaxantina que tem papel importante na pigmentação da carne do camarão. Entretanto, uma taxa de mortalidade de 100% foi reportada para pós-larvas de camarão alimentadas com rações livres de vitamina A (COELHO, 1988). A taxa de sobrevivência também foi bastante afetada quando elas se alimentaram com dietas deficientes em tocoferol (vitamina E), calciferol (vitamina D) e vitamina C. Sabe-se que a vitamina C acelera o crescimento dos camarões, mas não se sabe dos requerimentos quali e quantitativos para outras vitaminas. Os experimentos com outros crustáceos têm mostrado que as vitaminas do grupo B, vitamina C e E são requeridas. Existem algumas evidências de que a vitamina K pode ser pre-

TABELA 1 - Níveis de nutrientes dietéticos recomendados para espécies onívoras de camarão.

Nutrientes (%)	Fases do camarão				
	Larval	Pós-larval	Juvenil	Engorda	Matrizes
Lipídios totais					
(% min.)	14,00	12,00	11,00	10,00	10,00
marinho:vegetal	5:1	5:1	5:1	5:1	5:1
colesterol	2,00	1,50	1,00	1,00	2,00
Proteína Bruta					
(% min.)	55,00	45,00	40,00	35,00	45,00
Aminoácidos					
(% min.)					
- Arginina	2,98	2,44	2,17	1,90	2,44
- Histidina	0,85	0,69	0,62	0,54	0,69
- Isoleucina	1,31	1,07	0,95	0,83	1,07
- Leucina	2,69	2,20	1,96	1,71	2,20
- Lisina	2,83	2,31	2,06	1,80	2,31
- Metionina	1,04	0,85	0,76	0,66	0,85
- Cistina	0,52	0,42	0,36	0,33	0,42
- Fenilalanina	1,48	1,21	1,08	0,94	1,21
- Tirosina	1,50	1,23	1,09	0,96	1,23
- Treonina	1,85	1,51	1,34	1,18	1,51
- Triptofano	0,52	0,42	0,38	0,33	0,42
- Valina	1,64	1,34	1,19	1,04	1,34
Carboidrato					
(% max.)	15,00	25,00	30,00	35,00	25,00
Fibra Bruta (% max.)	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Principais minerais					
- Ca (% max.)	3,00	2,50	2,50	2,00	2,50
- P disp. (% min.)	1,80	1,40	1,20	1,20	1,40
- Mg (% min.)	0,18	0,13	0,10	0,08	0,13
- K (% min)	1,10	0,90	0,80	0,70	0,90

FONTE: TACON (1987)

2.1.5. Produção e aspectos econômicos do camarão de água-doce

Na década de 80, a produção mundial de camarões esteve, praticamente estabilizada ao redor de 1,7 milhões de toneladas/ano, em razão da acentuada redução no volume de captura. Em 1989, conforme estimativas da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (ANÔNIMO, 1990), a produção alcançou 2 milhões de toneladas, sendo que 26,25% ou 525 mil toneladas foram produzidas em cativeiro. Neste ano, o comércio internacional de várias espécies de camarões girou em torno de 600 mil toneladas, movimentando US\$ 3,5 bilhões. O Brasil participou deste mercado com 13 mil toneladas, gerando uma receita de 100 milhões de dólares, enquanto a China exportou 165 mil toneladas gerando receitas de US\$ 1 bilhão, aproximadamente.

No Brasil, até 1990, existiam cerca de 20 fazendas de camarões marinhos em plena atividade, correspondendo a 3 mil hectares de viveiros. Além destas, há seis grandes fazendas com área superior a 10 hectares, onde são cultivados camarões de água doce. Estes camarões constituem-se em produto bastante conhecido e apreciado no mercado americano, especialmente no estado da Califórnia, cujo consumo anual é superior a 51 mil toneladas, em quase sua totalidade importados do Havaí a um preço de US\$ 5,50 por libra (ANÔNIMO 1990).

Os principais produtores mundiais de camarão de viveiro pertencem na sua maioria ao continente asiático. Notadamente Taiwan, Japão e Tailândia vêm aprimorando o cultivo dos mesmos, que com o uso de práticas semi-intensivas e intensivas atingiu uma produtividade acima de 10 t/ha/ano. Na América Latina, destaca-se o Equador, hoje o maior produtor mundial, com cerca de 100.000 hectares de viveiros, o que gera uma receita anual de 350 milhões de dólares (COELHO, 1988).

O Brasil apresenta um grande potencial como produtor de camarão de água doce, pois já tem tecnologia desenvolvida e ótimas condições climáticas, as quais permitem obter de 0,8 a 2,8 safras anuais, de acordo com a região e o manejo adotado. Em regime de cultivo semi-intensivo, com densidades de 8 a 10 exemplares/m², a produtividade tem variado de 2,4 a 4,8 t/ha/ano para 1 ou 2 ciclos de cultivo, respectivamente. Além do mais, é uma atividade na qual produtores podem ingressar com um capital de US\$ 20 mil em uma área de 1,2 hectares, até US\$ 1,82 milhões para uma área de 140 hectares (COELHO et alii, 1982).

Existem poucas informações sobre os aspectos econômicos do cultivo de camarões aqui no Brasil, porém segundo COELHO et alii (1982), uma análise das fazendas de cultivo de *M. rosenbergii* existentes no Havaí, permite extrair certas conclusões, que se aplicam, em linhas gerais, ao Brasil.

No Havaí, conforme os autores supracitados, os sistemas de comercialização e o destino dos camarões variam em função do tamanho das fazendas. São consideradas fazendas "muito pequenas" aquelas com cerca de 0,2 ha de viveiros e com uma produção média de 30 a 70 kg de camarão/mês, a qual é destinada ao comércio em pequena escala e consumo doméstico. As fazendas "pequenas" com cerca de 1 ha de viveiros e produção de 200 a 300 kg de camarão/mês, comercializa diretamente com os consumidores. Quando a fazenda apresenta 2,5 ha de viveiros é considerada de "porte médio" e produz 500 a 700 kg de camarões, os quais são comercializados junto aos distribuidores. As fazendas consideradas "grandes" e "muito grandes" apresentam mais de 6 ou até 40 ha de viveiros e produzem de 1.500 a 10.000 kg de camarão/mês, respectivamente. Em geral, a produção destas é destinada às indústrias e à exportação (COELHO et al., 1982).

2.2. USO DE LIGANTES EM RAÇÕES PARA CAMARÃO

2.2.1. Uso de aditivos ligantes

Os ligantes podem ser definidos como substâncias usadas no processo de manufatura de ração para animais aquáticos, objetivando a aglutinação dos ingredientes individuais em partículas ou formatos, conferindo certo grau de estabilidade quando submerso. A estabilidade do pellet pode ser definida como a resistência a desintegração, de modo que ocorra um mínimo de perda de partículas finas e solutos lixiviados no período de imersão e durante a manipulação pelo animal no processo de ingestão.

As dietas para camarão exigem o uso de ligantes que satisfaçam os seguintes critérios: período de estabilidade apropriado; alta digestibilidade pelo animal; adaptabilidade às técnicas de produção em larga escala; mínima interação com outros ingredientes da dieta; alta susceptibilidade ao ataque pelos microrganismos do intestino e do habitat do camarão, disponibilidade e baixo custo (MEYERS & ZEIN-ELDIN, 1973).

Inúmeros estudos vêm sendo realizados quanto à eficiência de alguns ligantes na formulação de rações para camarão. HEINEM (1981) testou as propriedades de 11 agentes ligantes em dietas para camarão *M. rosenbergii*, enquanto FORSTER (1975) testou em camarões *Palaemon serratus*, *Pandalus platyceros*, *Penaeus monodon*, e *Macrobrachium rosenbergii* oito tipos de ligantes, em diferentes formas de rações gelatinosas, pastosas e secas, as quais continham 75, 50 e 5% de umidade, respectivamente (TABELA 2). As concentrações destes ligantes variaram de 1 a 5%.

Os ligantes mais citados na literatura podem ser assim classificados: substâncias de origem marinha (alginatos, agar e carragenina); substâncias de vegetais terrestre (pectinas, amidos, e as gomas arábica, karaya, tragacante, guar e locusta) e

substâncias de origem animal (gelatina e quitosana).

Para HEINEM (1981), somente o agar e os alginatos conferem às dietas boa estabilidade durante 24 horas. Outros ligantes podem dar resultados satisfatórios, porém, em altas concentrações ou com outros métodos de utilização.

Inquestionavelmente, os alginatos parecem constituir os agentes ligantes mais eficientes, por poderem ser usados em dietas úmidas ou secas. Eles atuam formando géis ou soluções de alta viscosidade ao reagirem com íons de metais polivalentes, exceto com magnésio (MEYERS et alii, 1972; ANDREW & MacLEAD, 1970). Quando o teor de cálcio solúvel é alto, como é o caso de rações com altos teores de farinha ou solúvel de peixe, a geleificação ocorre tão rapidamente que a posterior extrusão produz a ruptura do gel. A formação prematura do gel pode ser prevenida pela adição de um agente sequestrante, tal como o hexametáfosfato de sódio. Os alginatos de sódio têm sido usados, em dietas para camarão, em concentrações de 0,5 a 2,5% com um máximo de 1,5% de hexametáfosfato de sódio (MEYERS & ZEIN-ELDIN, 1973; MEYERS et alii, 1972). O colágeno (SICK & ANDREWS, 1973) e a goma guar devem ser usados em concentrações acima de 5% (FORSTER, 1972) para produzir pellets com estabilidade adequada, embora ainda inferior a obtida com alginatos.

Os alginatos parecem não ter efeito adverso sobre o crescimento de pós-larvas de *M. rosenbergii* (HEINEM, 1981). Conforme FORSTER (1972) os tipos de ligantes têm pouca influência sobre o crescimento de camarões, sendo este afetado mais pela forma da dieta. As dietas gelatinosas foram melhores que as pastosas e estas melhores que os pellets secos. Segundo FORSTER (1975) nenhum tipo de ligante afetou, seriamente, a eficiência de assimilação.

TABELA 2 - Agentes ligantes utilizados em rações para camarão.

Agentes ligantes	Concentração e Descrição (%)	Referências
Amido de milho	(3.0) marca comercial	(1)
Carboximetil celulose	(3.0) alta viscosidade(Sigma)	"
Quitosana(*)	(3.0) HMV alta viscosidade	"
Quitosana	(3.0) LV baixa viscosidade	"
Colágeno	(3.0) produto comercial	"
Goma guar	(3.0) produto Sigma	"
Carragenina	(3.0) Viscarin	"
GFS	(3.0) mistura de gomas xantana, locusta e guar (MERCK)	"
Agar	(3.0) Difco laboratory	"
Alginato de sódio(**)	(2.0) Kelvis (Kelco)	"
Alginato de sódio (*)	(1.0) Marca KELKO	"
	(2.0) "	"
	(3.0) "	"
Agar (a)	(1.5) marca comercial	(2)
Carbopol 934 b	(2,5) carboxivinil polímero	"
XB-23 (b)	(2.5) marca comercial	"
Carboximetilcelulose (b)	(2,5) alta viscosidade	"
Goma guar (b)	(2.5) goma natural de semente	"
XB-23(***) (c)	(1.0) marca comercial	"
Caseína (c)	(4.0) marca comercial	"
Alcool polivinílico	(2.0) 97% hidrolizado	"
Ester de manucol (c)	(0,5) éster glicol propileno	"

(*) Quitosana - quitina deacilada de carapaça de crustáceos.

(**) Com os alginatos, também foi utilizado hexametáfosfato de sódio, marca Sigma, como um agente sequestrante.

(***)heteropolissacarídeo aniônico de carboidrato fermentado por *Xantomonas campestris*

a - ração gelatinosa; b - ração pastosa; c - ração seca

Referências: (1) HEINEM (1981); (2) FORSTER (1975).

SICK & BEATY (1975) relataram que o *M. rosenbergii* juvenil alimentado com uma dieta básica de farinha de soja ligada com 5% de colágeno não apresentou ganho de peso, em um período de 8 semanas. No mesmo período, camarões juvenis alimentados com dietas de farinha de soja ligadas com 10, 20 e 30% de amido de milho comum apresentaram 600, 415 e 583%, respectivamente. Entretanto, animais alimentados com a mesma dieta ligada com amido de "amaizo" (variedade de milho com alto teor de amilose) tiveram 1.158% de crescimento. Os mesmos autores observaram que a carboximetilcelulose tem efeito adverso no crescimento dos camarões.

2.2.2. Uso de ingredientes com propriedades ligantes

Inúmeras são as possibilidades de utilização de ingredientes naturais com propriedades ligantes, em rações para camarão, de modo a reduzir os custos de produção. Entretanto, muitas vezes, estes ingredientes são usados apenas como nutrientes sem maximizar suas propriedades ligantes, uma vez que ainda se utilizam aditivos nas dietas. LIM & DOMINY (1990) mesmo usando concentrações altas de amido de milho ainda usaram alginato como aglutinante na dieta.

COLVIN (1976) formulou diversas dietas para camarão utilizando amido de batata entre 12,6 a 60,2% e farinha de milho em concentrações de 37,5% a 41,0% como fontes energéticas e ainda usou 2,0% de álcool polivinílico como ligante.

HEINEM (1981) utilizou amido de milho, SICK & ANDREWS, 1973) e SICK & BEATY (1975) utilizaram colágeno e amido de milho para efeito comparativo com outros aditivos. MANIK (1976) usou amido de mandioca como aglutinante de dietas peletizadas, em concentrações de 5 a 13%. KOEHNTOPP & RODRIGUES (1988) compararam o desempenho como ligante do "polvilho de mandioca", "maizena", "creme de milho" e "farinha de trigo" com um tipo de alginato odontológico, como referência.

Constata-se que nestes estudos usaram-se sempre amidos puros quando seria conveniente utilizar sub-produtos da indústria de alimentos ou matéria-prima sem refino, que oferece maior vantagem quanto ao custo e disponibilidade. Observa-se que nenhuma dieta foi processada por extrusão termoplástica e sim por peletização, ou extrusão em moinho elétrico.

2.2.2.1. Farelo integral de mandioca

Segundo o Padrão "ANFAR (1985) constante do Manual de Matérias-primas para alimentação animal, farelo de mandioca é o resíduo seco e moído obtido da extração do amido da mandioca (*Manihot* sp), enquanto o farelo integral de mandioca é o produto obtido por meio de secagem e posterior moagem do tubérculo da mandioca, cujas especificações são: umidade, 12%; proteína bruta (mín), 3%; fibra bruta (máx), 3 %; amido (mín), 70 % e matéria mineral (máx), 4 %. Os lipídios perfazem apenas 0,5%.

Como se pode observar, o amido é o componente de maior teor no farelo integral de mandioca e o responsável por suas propriedades aglutinantes.

2.2.2.2. Quirera de arroz.

Dentre os sub-produtos do beneficiamento do arroz, tem-se a casca, o farelo, o farelo extrafino e a quirera. Esta, corresponde a 5% do total do arroz beneficiado, sendo utilizada pelas cervejarias como fonte de carboidratos e também pela indústria animal (SILVA, 1984).

O teor das proteínas do arroz quando comparado com outros cereais, é inferior (7,1 a 13,1 % para arroz integral e 6,5 a 13,3% para arroz polido). No entanto, suas proteínas possuem um melhor balanço de aminoácidos essenciais, principalmente com relação ao teor de lisina, que é maior do que nos demais cereais (ADAIR, 1972).

O principal carboidrato presente no grão de arroz é o amido, o qual se encontra principalmente no endosperma do arroz integral e constitui mais de 90% do peso do arroz polido. A composição de carboidratos do arroz integral é de 84% de amido; 1,2 de pentosanas; 0,7% de açúcares e 0,9% de fibra bruta. Para o arroz polido encontramos 88 a 90% de amido; 0,3 a 0,6% de pentosanas; 0 a 0,6% de açúcares e 0,2 a 0,5% de fibra bruta (ADAIR, 1972).

O quirera de de arroz não tem sido pesquisada como aglutinante em rações para peixes e camarões. O seu uso tem sido, essencialmente, como fonte energética.

2.2.2.3.Sangue bovino

O sangue é uma solução coloidal constituída de um alto teor de proteínas diversas (albuminas, lipoproteínas, imunoglobulinas, fibrinogênio, transferrina e outras), enzimas, células, sais, lípidios, compostos nitrogenados de baixo peso molecular, glicose e vitaminas mantidos em suspensão.

A fração protéica do sangue, a qual pode corresponder até 18% de sua composição, é considerada de razoável qualidade, e apresenta uma composição em aminoácidos próxima à da carne bovina. O sangue é rico em lisina, porém deficiente em isoleucina e metionina. Suas proteínas têm propriedades funcionais de retenção de água, solubilidade, emulsificação e geleificação de alto potencial para um sistema alimentar.

O sangue tem tido pouca aceitação como ingrediente de produtos alimentícios em função de sua cor, da necessidade de se utilizar coleta higiênica e inspeção sanitária rigorosa e acima de tudo dos cuidados contra deterioração química, enzimática e microbiológica a que facilmente está exposto. As instalações modernas de abate permitem coletas de 10 a 12 litros de sangue

por bovino e 2,5 a 3,5 litros por suíno o que representa, no Brasil, próximo de 100 milhões de litros de sangue por ano ou 18 mil toneladas de proteína. CONTRERAS- GUZMAN (1984) visando estimular o aproveitamento do sangue integral do abate de bovinos, através de tecnologia simples, desenvolveu um produto desidratado utilizando proteína texturizada de soja (PTS) como suporte para o sangue bovino.

O sangue bovino tem aplicações na indústria química, farmacêutica e na nutrição animal. Mesmo assim, o aproveitamento do mesmo sob a forma de farinha de sangue ainda é subestimado pelos abatedouros frigoríficos, uma vez que exige um grande investimento e altos custos operacionais. Além do mais, o produto obtido é de baixa qualidade protéica e perde as suas propriedades funcionais.

A farinha de sangue tem sido incorporada, com bons resultados, em dietas para "catfish" (HASTINGS & DUPREE, 1969; WINFREE & STICKNEY, 1984), tilápia (HASTINGS, 1973) e truta (ORME, 1976). Entretanto, a utilização de farinha de sangue como substituto parcial da farinha de peixe em dietas para *Penaeus calliforniensis*, ao nível de 5 a 10%, mostrou redução no crescimento deste camarão (BRAND & COLVIN, 1977). A farinha de sangue também se mostrou inferior em dietas para *Penaeus paulensis*, quando ela substituiu as farinha de peixe, camarão, mariscos, soja e farelo de arroz (MARCHIORI et alii, 1982).

A fim de verificar o efeito da farinha de sangue no crescimento de camarão marinho *Penaeus vannamei*, DOMINY & AKO (1988) estudaram quatro tipos de farinhas de sangue: seca em tambor; acidulada, seca ao sol; acidulada, seca ao sol com adição de metionina e acidulada, seca ao sol com metionina ligada covalentemente. Os autores não encontraram diferenças significativas em ganho de peso (0,62-0,75g/semana), taxa de sobrevivência (96,8 - 100%), ou na taxa de conversão alimentar (1,6 - 2,0) durante os 42 dias de experimento.

MARTINS & CONTRERAS GUZMAN (1992), objetivando o aproveitamento do sangue integral, com um mínimo de perda do seu valor nutritivo e com baixo custo operacional, desenvolveram um processo que consistia na desidratação do sangue com quirera de arroz. O produto foi usado como ingrediente de ração para tambaqui, em substituição de 20% de proteína animal, não afetando o crescimento dos peixes em relação ao controle sem sangue.

Até o presente momento, não foi ainda verificado o efeito da adição de farinha de sangue ou de outro produto a base deste em dietas para o *M. rosenbergii*, seja do ponto de vista nutricional, seja em função das propriedades funcionais de suas proteínas.

2.3. PROCESSAMENTO DE RAÇÕES PARA ANIMAIS AQUÁTICOS

Peletização e extrusão são os dois métodos mais comuns de processamento para dietas secas e envolvem o uso de calor, umidade e pressão. Rações para camarão, vêm sendo produzidas em peletizadoras ou simplesmente em máquinas de moer carne.

A extrusão do tipo alta temperatura e curto tempo (HTST), é largamente utilizada para o desenvolvimento de produtos expandidos, pela indústria de ração animal. Embora a peletização seja bastante utilizada na produção de dietas não expandidas, o equipamento de extrusão também oferece condições para produzir este tipo de dietas e inúmeras possibilidades para modificar fisicamente os ingredientes sob parâmetros padronizados, tornando este processo também viável para o processamento de rações para camarão, as quais precisam ser suficientemente densas para submergir.

O processo de extrusão vem sendo utilizado na indústria de alimentos desde 1935, quando foi aplicado pela primeira vez na produção de pastas alimentícias (CAMARGO, 1988). No final dos anos 40, os extrusores foram usados para pré-cozinhar misturas de cereais e sementes oleaginosas, para alimentação animal com palatabilidade e digestibilidade melhoradas (WILLIAMS, 1986). Deste modo, o cozimento por extrusão tem se tornado, nos últimos anos um dos processos mais populares desenvolvidos pela indústria de alimentos e rações.

Nos últimos anos, o cultivo comercial de peixes e crustáceos para o consumo humano tem aumentado rapidamente, abrindo novas oportunidades para a indústria de rações (WILLIAMS, 1986), que vem utilizando o processo de extrusão em substituição ao de peletização que além de sua flexibilidade em preparar os mais diversos tipos de rações, tem ainda a vantagem de melhorar a digestibilidade, a disponibilidade dos nutrientes, a palatabili-

dade contribuindo para destruir os fatores antinutricionais e os microrganismos patogênicos.

O princípio básico da extrusão é converter um material sólido a um estado fluido pela aplicação de umidade e calor e então pressioná-lo através de uma matriz para formar um produto com características físicas e geométricas pré-determinadas (CHIANG & JOHNSON, 1977).

EL-DASH (1982) define a extrusão dos alimentos como um processo contínuo no qual o trabalho mecânico é combinado com calor para gelatinizar amido, desnaturar proteínas, plasticizando e reestruturando o material a fim de criar novas texturas e formatos. Uma outra definição seria a de que a extrusão é um processo de tratamento térmico do tipo HTST, onde por combinação de calor, umidade e trabalho mecânico promove profundas modificações nas matérias-primas, dando-lhes novas formas, estruturas e novas características funcionais e nutricionais.

A literatura sobre alimentos processados por extrusão é ampla, porém, sobre rações para camarão pode ser considerada ainda relativamente inexistente.

2.3.1. Efeito da extrusão sobre as propriedades físico-químicas do amido e das proteínas.

O grau de gelatinização do amido, desnaturação da proteína e outras transformações estruturais dependem do tipo de matéria-prima usada e das condições do processo (LINKO et alii, 1981). Os principais parâmetros que influenciam o processo de extrusão são: temperatura e umidade, os quais afetam as mudanças físicas e químicas do amido e da proteína (EL-DASH, 1982). O amido cozido forma um gel e liga os ingredientes da ração. O grau de cozimento, portanto tem uma enorme influência nas propriedades das rações extrusadas.

No estado crú, os amidos de cereais são finas partículas, insolúveis em água, as quais atuam como pó quando misturadas em água. Quando aquecidos, os grânulos iniciam intumescimento e as moléculas de amido se rompem produzindo pastas viscosas que, ao se resfriarem formam géis. Isto ocorre completamente no decorrer do processo de extrusão. O amido forma um gel com propriedades ligantes. Algumas proteínas também formam géis similares quando cozidas, embora o cozimento prolongado possa reverter o gel ao seu estado sólido ordinário (WILLIAMS, 1986).

São várias as propriedades desejadas em uma ração animal que estão relacionadas com o cozimento do amido:

- a) A ração animal deve ser digerível o que exige que o amido seja cozido além do estágio de ruptura do grânulo.
- b) O produto extrusado deve estar aglutinado.
- c) As partículas devem poder absorver água e ainda manter a sua forma e conforme desejado, flutuar ou submergir.

Um extrusor pode ser operado para produzir um cozimento que torne o amido um gel com alta afinidade para absorver água. O grau de cozimento é normalmente alcançado no extrusor em condições moderadas de temperatura (115 a 137°C) e altos níveis de umidade de 27 a 33% (WILLIAMS, 1986). Nestas condições pode-se obter rações com densidade suficiente para submergir.

Um extrusor também pode ser operado sob condições de forte cozimento de modo que algumas moléculas de amido sofram hidrólise gerando dextrinas. O amido parcialmente dextrinizado ainda forma um gel, mas não absorve tanta água quanto o amido não dextrinizado e é parcialmente solúvel em água fria. Alimentos para peixes, aglutinados pela mistura de amido e dextrina, têm propriedades diferentes daqueles que são ligados apenas pelo amido sozinho. As operações em altas temperaturas e baixos níveis de umidade aumentam o nível de dextrina. A uma temperatura de 176,5°C e um nível de umidade de 20-23%, por exemplo, uma quan-

tidade significativa de amido é convertido em dextrina (WILIAMS, 1986.)

As proteínas são desnaturadas pelo efeito do calor e pressão dentro do extrusor. À medida que a temperatura e a umidade aumentam, as proteínas perdem sua estrutura globular tridimensional nativa, com o desenrolamento das cadeias, as quais, posteriormente, se reorientam através das ligações de hidrogênio e dissulfeto, formando uma matriz protéica que pode se combinar à matriz de amido. A perda da estrutura terciária e quaternária e o posterior rearranjo das ligações possibilita a plastificação e formação da textura desejada (LINKO et alii, 1981).

As características ligantes da farinha de trigo "durum" são bem conhecidas na manufatura de produtos secos de pasta como o macarrão. A alta percentagem da proteína do glúten neste trigo atua como um adesivo, sendo responsável pela habilidade destes produtos reterem a forma e integridade após extensivos períodos de imersão em água e por isto foi utilizado por BALAZS et alii (1973) na obtenção de dietas para crustáceos. A proteína do glúten forma uma matriz que liga outras substâncias. O teor de umidade da pasta é de fundamental importância, pois excesso de água diminui a abrasão e a extensão da gelatinização e água insuficiente não permite que o amido se intumescça e impede a gelatinização. É necessário, portanto que condições corretas de extrusão sejam estabelecidas para que partículas altamente compactadas e densas sejam obtidas.

Na literatura encontra-se uma série de informações sobre a texturização de proteínas de soja por extrusão e em menor proporção de outras proteínas, no entanto não foram encontradas informações sobre a utilização de proteína do sangue como agente ligante em dietas processadas por extrusão.

2.3.2.Efeito da extrusão sobre as características nutricionais das rações.

Temperaturas e pressões mais altas no processo de extrusão podem induzir reações do tipo Maillard, que destruindo aminoácidos podem reduzir a utilização das proteínas das dietas em proporção maior que a do processo de peletização. Estes fenômenos afetam também a estabilidade do ácido ascórbico (HILTON et alii, 1981).

Rações extrusadas a altas temperaturas (135 - 150°C) têm apresentado maior disponibilidade de carboidratos. Entretanto, em rações para trutas isto pode favorecer o aumento do teor de glicogênio no fígado e pode injuriar o funcionamento do mesmo, uma vez que estes peixes não assimilam bem os carboidratos (HILTON et alii. 1981).

Até o presente momento, no entanto, não se tem encontrado na literatura dados comparativos entre os processos de peletização e extrusão quanto à ração para camarão. É provável que as limitações encontradas para trutas com rações extrusadas não sejam as mesmas, visto que camarões digerem bem os carboidratos.

3. MATERIAIS E METODOS

O presente trabalho foi desenvolvido em três partes. Cada parte detalha, separadamente, as matérias-primas, determinações analíticas e processamentos inerentes à mesma.

PARTE I

3.1. PROCESSAMENTO E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DAS MATÉRIAS-PRIMAS E INGREDIENTES LIGANTES

3.1.1. MATERIAIS

3.1.1.1. Ingredientes comuns

- ração comercial para peixe (mistura básica)
- farinha de camarão
- farinha de peixe
- farelo de soja
- farelo de trigo
- milho moído
- silagem de peixe
- óleo de palma
- lecitina
- complexo vitamínico e mineral

3.1.1.2. Ingredientes ligantes

- sangue bovino (Ligante I)
- farelo integral de mandioca (Ligante II)
- quirera de arroz (Ligante III)
- farelo integral de mandioca com adição de sangue bovino (Ligante IV)
- quirera de arroz com adição de sangue bovino (Ligante V).

3.1.1.3. Ligantes comerciais

- lignina-sulfonato de cálcio (Ligante VI)
- alginato de sódio com hexametáfosfato de sódio (Ligante VII)

3.1.1.4. Camarões

Utilizou-se camarões juvenis da espécie *M. rosenbergii* adquiridos na Fazenda São Gerardo (Sertãozinho /SP), durante o mês de abril. Estes foram transportados em sacos plásticos com 1/3 de água e 2/3 de oxigênio, até a planta piloto de pescado da FEA/UNICAMP, onde foram realizados os experimentos biológicos.

3.1.2. OBTENÇÃO E PROCESSAMENTO DAS MATÉRIAS-PRIMAS E DOS INGREDIENTES LIGANTES.

A maior parte das matérias-primas, tais como: farinha de peixe, farelo de soja, farelo de trigo, milho moído, lecitina, a ração peletizada para peixe, óleo de palma, premix vitamínico e mineral e os aditivos ligantes: lignina-sulfonato de cálcio modificada e o alginato de sódio foram obtidos de indústrias relacionadas com processamento de rações. O sangue bovino foi coletado no "frigorífico Piracicabano" e mantido a -20°C até ser utilizado. A farinha de camarão, silagem de peixe e os ingredientes ligantes: farelo integral de mandioca, quirera de arroz, sangue bovino desidratado com farelo integral de mandioca e sangue bovino desidratado simultaneamente com quirera de arroz foram processados em laboratório, conforme os fluxogramas das FIGURAS 2, 3, 4, 5, 6 e 7, respectivamente.

3.1.3. ANÁLISES DAS MATÉRIAS-PRIMAS

3.1.3.1. Análise da granulometria das partículas

Todas as matérias-primas, com exceção da silagem, que é líquida, sofreram uma moagem em moinho de martelo (marca Tigre) provido de peneira de 0,84 mm determinando-se posteriormente a granulometria em aparelho produtest. Na peneira superior do aparelho, dotado de mais 6 peneiras foram colocadas 500 g de amostra e agitadas por 10 minutos. O material retido em cada peneira foi expresso como percentagem do material inicial.

3.1.3.2. Composição química das matérias-primas

- Umidade: secagem em estufa a 105°C, até peso constante (AOAC, 1975)
- Proteína: método "semimicroKjeldahl" (AOAC, 1975), usando 6,25 como fator de conversão.
- Cinzas: incineração em forno mufla a 550°C durante 5 horas (AOAC, 1975).
- Lipídios: BLIGH & DYER (1959).
- Fibra bruta: Conforme KAMER & GINKEL (1952),
- Carboidratos: Determinado por diferença dos teores de umidade, proteína, lipídios, cinzas e fibra.

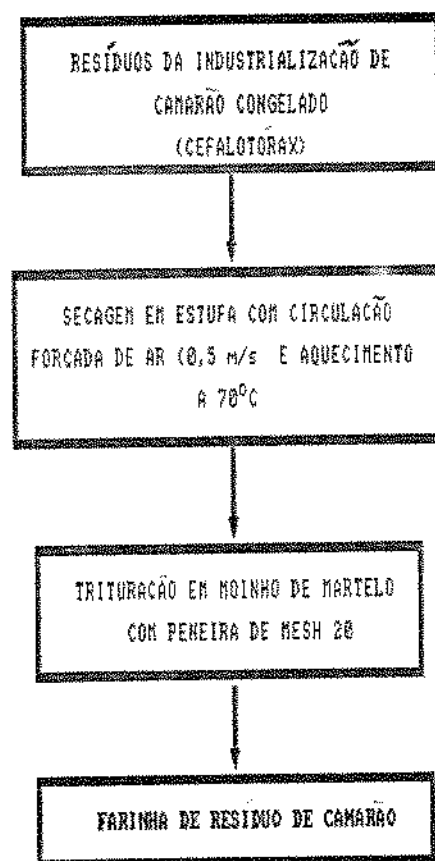


FIGURA 2 - Fluxograma do processamento de farinha de camarão.

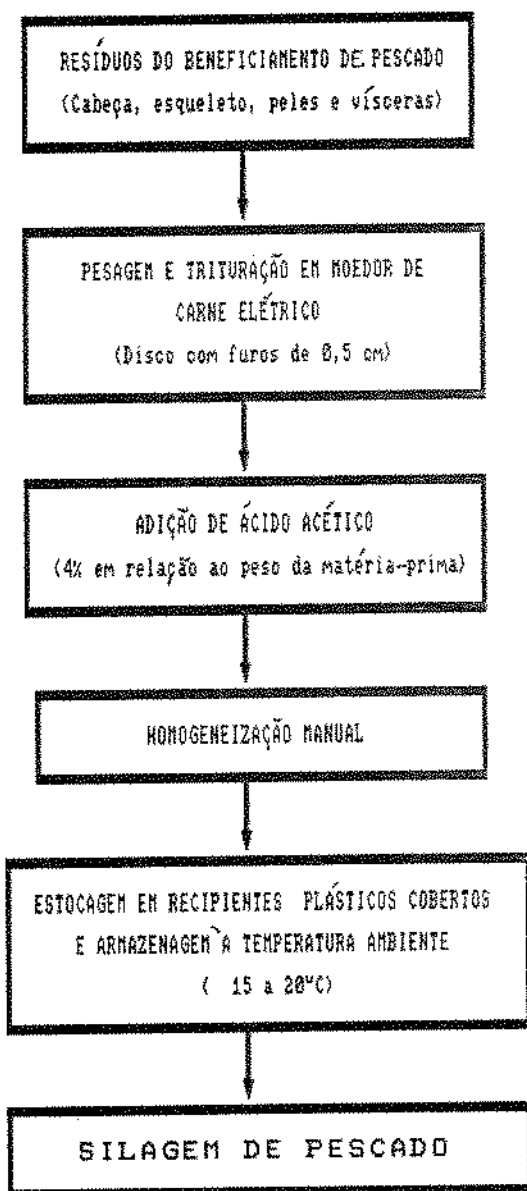


FIGURA 3 - Fluxograma do processamento de silagem de pescado.

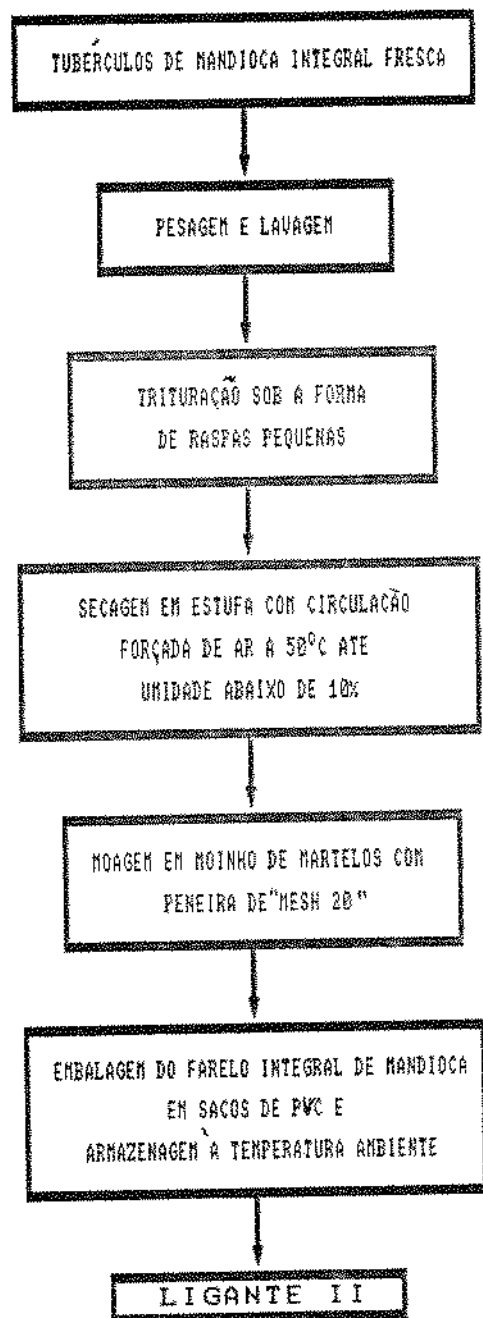


FIGURA 4 - Fluxograma do processamento de farelo integral de mandioca - Ligante II.

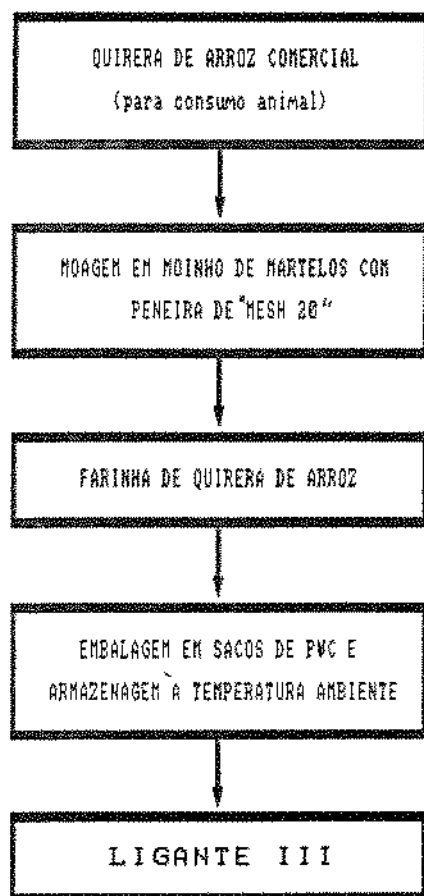


FIGURA 5 - Fluxograma do processamento do Ligante III.

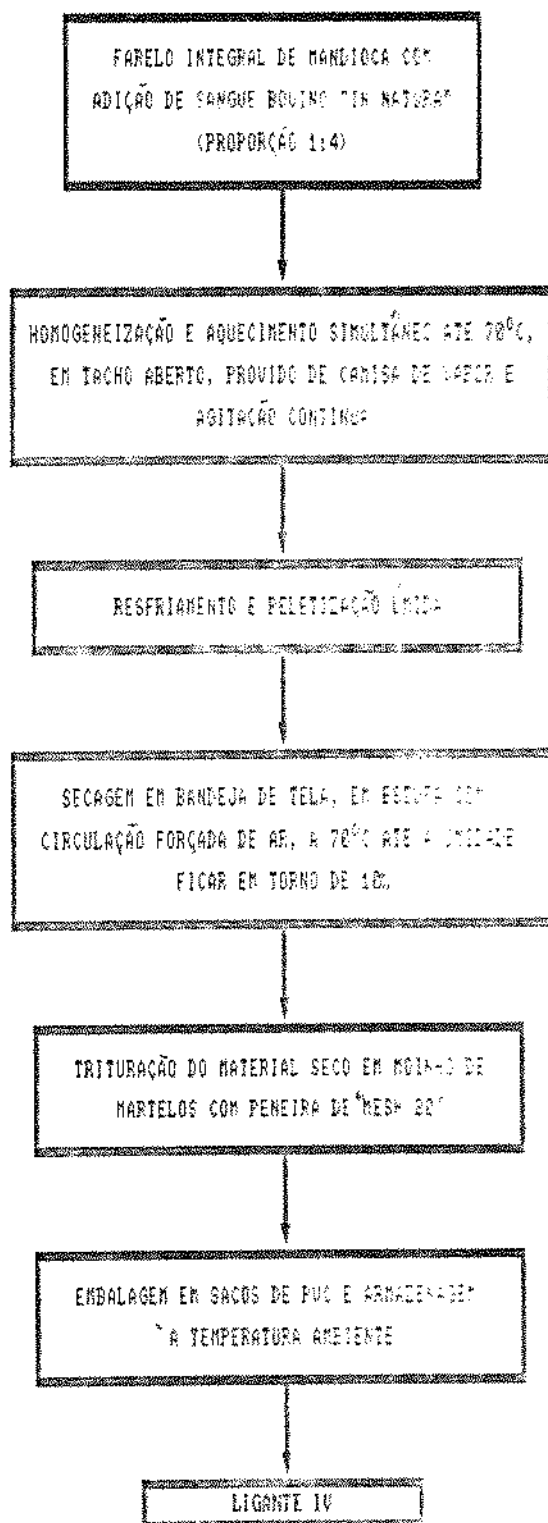


FIGURA 6 - Fluxograma da desidratação simultânea do sangue bovino com farelo integral de mandioca - Ligante IV

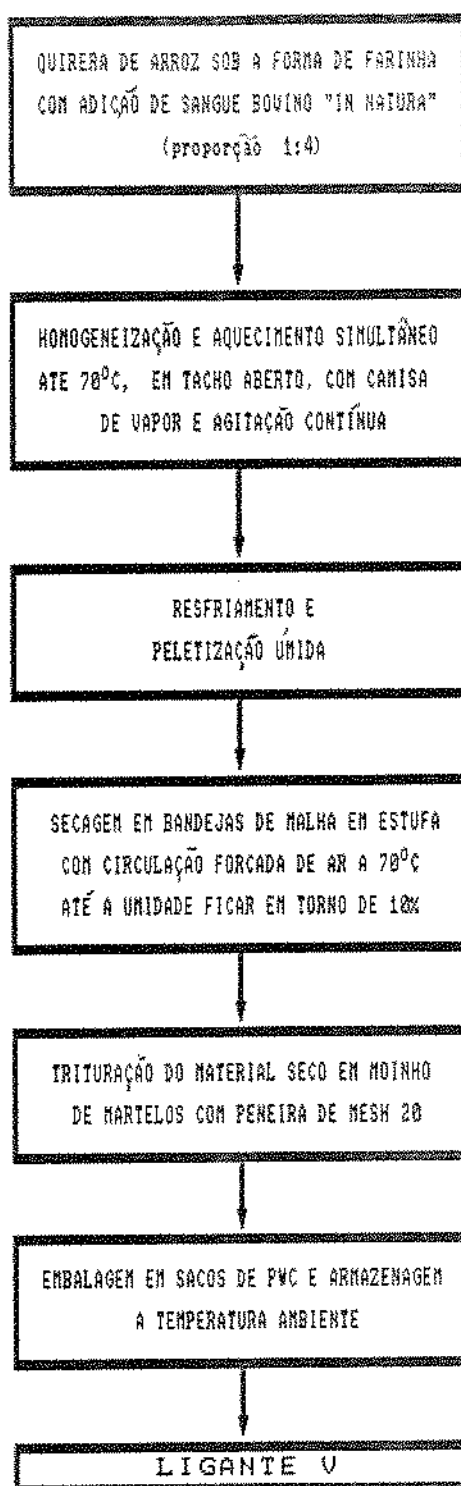


FIGURA 7 - Fluxograma da desidratação simultânea do sangue bovino com quirera de arroz - Ligante V .

PARTE II

3.2. TESTES PARA OTIMIZAÇÃO DOS PARAMETROS DE EXTRUSÃO

Para o desenvolvimento de rações por extrusão, foram otimizados os seguintes parâmetros: teor de umidade da mistura, diâmetro da matriz, rotação da rosca, temperatura de extrusão, tipo e concentração do ligante, e teores de lipídios e minerais.

3.2.1. MATERIAIS

3.2.1.1. Matérias-primas para o estudo de otimização dos parâmetros.

Por tratar-se de ensaios para otimização dos parâmetros, utilizou-se uma ração comercial para peixes adquirida sob a forma peletizada. A ração foi triturada em moinho de martelos com peneira de 0.84 mm (mesh 20) e serviu como uma mistura básica, à qual foram incorporados os ligantes.

A utilização desta ração pronta para os estudos preliminares apresentava as seguintes vantagens:

(1) A sua formulação continha a maior parte dos ingredientes, comumente, utilizados em rações para camarão.

(2) Aparentemente não continha adição de ligante, visto que se desintegrava rapidamente quando imersa em água.

3.2.1.2. Equipamento de extrusão

A extrusão das dietas foi realizada em extrusor de rosca única, marca Brabender, com as seguintes características:

- Alimentador, localizado na parte inicial e superior da camisa, e constituído de um cone metálico com parafuso vertical, de velocidade variável para permitir um fluxo constante de material.

- A camisa com ranhuras internas apresenta três zonas distintas, aquecidas por um sistema de indução elétrica. O controle de temperatura é feito através de termopares localizados nas diferentes zonas e ligados a um registrador. O aumento da temperatura provocado pelo atrito é controlado através da circulação de água fria na primeira zona e de ar comprimido na segunda e terceira zonas.

3.2.2. METODOS DE PROCESSAMENTO

3.2.2.1. Condicionamento das amostras

Os ingredientes ligantes em várias concentrações foram adicionados à "mistura base" (item 3.2.1.1.) e uniformemente misturados por 10 minutos em um misturador. Adicionou-se, lentamente, a quantidade de água necessária para que a mistura atingisse o nível de água desejado e homogeneizou-se a 100 rpm durante 10 minutos. A mistura úmida foi colocada em sacos plásticos e conservada em refrigerador por uma noite.

A quantidade de água a ser adicionada a mistura foi calculada pela seguinte fórmula:

$$Q = \frac{100 - U_i}{100 - U_d} - 1 \times \text{Peso da amostra (g)}$$

onde:

- Q = quantidade de água em mL
- U_i = umidade inicial da mistura
- U_d = umidade desejada da mistura

3.2.2.2. Otimização dos parâmetros de extrusão.

A extrusão de cada amostra só foi iniciada quando as diferentes zonas do extrusor atingiram as temperaturas desejadas. A amostra condicionada foi colocada no alimentador, até o nível de 30%, aproximadamente, da altura do mesmo, a fim de se manter a uniformidade de alimentação. A velocidade de alimentação, previamente determinada em testes de vazão, manteve-se a uma vazão de 70g de material por minuto. A coleta da amostra extrusada teve início após a estabilidade do torque do equipamento.

Na otimização dos parâmetros de extrusão as dietas foram formuladas e extrusadas conforme as especificações constantes das TABELAS 3 e 4.

3.2.2.3. Otimização do tipo e concentração dos ligantes.

Parâmetros Fixos:

Taxa de compressão da rosca, 4:1; rotação da rosca, 70 rpm ; umidade da mistura condicionada, 30%; temperatura de extrusão, 80/100/120°C.

Parâmetros Variáveis:

Nestes experimentos foram utilizados sete tipos de ligantes, dos quais os cinco primeiros (I, II, III, IV e V) são ingredientes naturais; o ligante VI é um aglutinante comercial (alginato de sódio) e o ligante VII é um aglutinante comercial à base de lignina-sulfonato de cálcio, conforme especificações do fabricante. Foi incluída também uma formulação sem ligante para verificar até que ponto os ingredientes restantes apresentavam alguma propriedade de aglutinação.

As concentrações dos ligantes de I a V variaram entre 10 a 40%. Para os ligantes comerciais utilizou-se uma concentração de 2,5%, conforme recomendação dos fabricantes.

TABELA 3 - Descrição das condições experimentais para otimização de alguns parâmetros do processamento de rações por extrusão (*)

Rações	Umidade (%)	Diâmetro da matriz (mm)	Rotação da rosca (rpm)	Concentração do ligante (%)
1	18	4	80	20
2	22	4	"	"
3	26	4	"	"
4	26	3	"	"
5	30	4	"	"
6	30	3	"	"
7	30	2	"	"
8	26	4	"	40
9	30	4	"	"
10	26	3	"	"
11	30	3	"	"
5	30	4	"	20
6	30	3	"	"
7	30	2	"	"
12	30	3	70	"
13	30	2	70	"
14	30	3	70	40
15	30	2	"	"

(*) Parâmetros fixos utilizados:

Temperatura de extrusão - 80/100/120°C

Taxa de compressão da rosca - 4:1

Tipo de ligante - Farelo integral de mandioca (II)

TABELA 4 - Descrição das condições experimentais para otimização da temperatura, diâmetro da matriz e concentração do ligante no processamento de rações por extrusão (*).

Rações	Temperatura (°C)	Diâmetro da Matriz (mm)	Concentração do ligante (%)
16	100/120/150	3	20
17	100/120/150	2	20
18	80/100/120	3	20
19	80/100/120	2	20
20	100/120/150	3	40
21	100/120/150	2	40
22	80/100/120	3	40
23	80/100/120	2	40

(*) Parâmetros fixos utilizados.

Umidade (30%)

Taxa de compressão da rosca (4:1)

Rotação da rosca (70 rpm)

Tipo de ligante (farelo integral de mandioca)

3.2.2.4. Influência do teor de silagem como fonte de lipídios na performance das dietas extrusadas.

Parâmetros Fixos:

Taxa de compressão da rosca, 4:1; velocidade da rosca, 70 rpm; umidade da mistura condicionada, 30%; temperatura de extrusão, 80/100/120°C.

Parâmetros Variáveis:

Teor de lipídios em base seca, 6,23 a 17,08%; tipos de ligantes, II e VI; diâmetro da matriz, 2 e 3 mm.

3.2.2.5. Influência do teor de farinha de peixe como fonte de minerais na performance das dietas extrusadas.

Parâmetros fixos

Taxa de compressão da rosca, 4:1; velocidade da rosca, 70 rpm; umidade da mistura, 30%; temperatura de extrusão, 80/100/120°C.

Parâmetros variáveis

Teor de minerais em base seca, 9,81 a 17,72% e tipos de ligantes, II e VI e diâmetro da matriz, 2 e 3 mm.

3.2.2.6. Secagem e estocagem das dietas após extrusão

A secagem das dietas extrusadas foi realizada em estufa com circulação forçada de ar a 60°C até atingirem teor de umidade abaixo ou igual a 12% de umidade. Após resfriamento, foram embaladas em sacos plásticos e estocadas à temperatura ambiente.

3.2.3. MÉTODOS DE ANÁLISES

Todas as dietas desenvolvidas para otimização dos parâmetros de extrusão (itens 3.2.2.2. a 3.2.2.5.) foram avaliadas quanto à densidade aparente e estabilidade em água.

3.2.3.1. Densidade aparente

Os pellets foram avaliados quanto a sua densidade aparente (aptidão para flutuar ou submergir) de acordo com os seguintes critérios:

Inadequada (-): "pellets" porosos com densidade baixa que permaneciam flutuando por período prolongado.

Adequada (+): "pellets" com leve porosidade, mas com densidade suficiente para submergir embora possam flutuar nos primeiros minutos de imersão.

Excelente (++) : "pellets" bem compactados e com densidade suficiente para rápida submersão.

3.2.3.2. Estabilidade

A estabilidade foi avaliada qualitativamente, dentre os 80 tratamentos, apenas para selecionar aqueles que ofereciam melhores perspectivas.

Para cada dieta, 3 pellets de 1 cm de comprimento foram colocados em becker, contendo 100 mL de água, à temperatura ambiente, com agitação manual, em intervalos de 1 hora, durante as primeiras 6 horas. A manutenção da forma e resistência do "pellet" à desintegração, a uma leve pressão dos dedos, foram avaliada nos intervalos de 3, 6, 12 e 24 horas.

PARTE III

3.3. MÉTODOS DE PROCESSAMENTO E ANÁLISES DAS DIETAS PARA O BIOENSAIO COM CAMARÕES *M. rosenbergii*

3.3.1. MATERIAS-PRIMAS

As matérias-primas e ingredientes ligantes constam do item 3.1. e estão discriminados na TABELA 5.

3.3.2. MÉTODOS DE PROCESSAMENTO

3.3.2.1. Formulação das dietas

formulou-se quatro dietas isocalóricas (II, IV, V e VI), com valores de energia digestível situando-se em torno de 3.200 kcal/kg (NRC, 1977; HIGUERA, 1987) utilizando-se os ingredientes comuns constantes no item 3.1.1.1. e os respectivos ligantes (II, IV, V e VI) todos pré-selecionados no item 3.2.2.3. As concentrações destes ligantes e dos demais ingredientes constam da TABELA 5. Para efeito comparativo das dietas utilizou-se uma ração comercial (Dieta RC1).

3.3.2.2. Processamento das dietas para o bioensaio.

As dietas para o bioensaio, ou dietas experimentais, foram processadas nas condições de extrusão otimizadas no item 3.2.2.2, que foram: umidade inicial, 30%; temperatura de extrusão, 80/100/120°C; velocidade da rosca, 70 rpm; taxa de compressão da rosca, 4:1 e diâmetro da matriz, 2 mm. A secagem destas dietas se processou de forma idêntica ao item 3.2.2.6.

TABELA 5 - Formulação das dietas experimentais (%)

Ingredientes	DIETAS			
	II	IV	V	VI
COMUNS				
01.Farinha de camarão	10,0	10,0	10,0	10,0
02.Farelo de soja	18,0	5,0	15,0	12,0
03.Farelo de trigo	4,0	12,0	5,0	25,0
04.Milho moído	2,5	7,5	4,5	13,5
05.Silagem de pescado	12,0	12,0	12,0	12,0
06.Farinha de peixe	20,0	20,0	20,0	20,0
07.Lecitina de soja	1,0	1,0	1,0	1,0
08.Premix mineral	0,1	0,1	0,1	0,1
09.Premix vitamínico	0,4	0,4	0,4	0,4
10.Oleo de dendê	2,0	2,0	2,0	2,0
LIGANTES				
11.Farelo de mandioca (II)	30,0	-	-	-
12.Far.de mandioca com sangue bovino (IV)	-	30,0	-	-
13.Quirera de arroz com sangue bovino (V)	-	-	30,0	-
14.Alginato de sódio e hexametafosfato de sódio	-	-	-	2,5 1,5

3.3.3. ANÁLISES DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS DIETAS

3.3.3.1. Densidade Relativa e Taxa de Expansão

A densidade relativa das dietas foi avaliada pelo deslocamento de um solvente apolar que não interagisse com a estrutura do "pellet". Após vários testes preliminares foi escolhido o heptano para esta finalidade. Em um balão volumétrico de 25 mL foram pesadas entre 1,5 a 2,0 g de amostra extrusada cortada em pedaços de 1 cm de comprimento. Os balões foram completados até a sua marca com heptano, adicionado através de uma bureta de 25 mL, à temperatura ambiente. O volume excedente de heptano foi registrado e usado para o cálculo de densidade relativa. As determinações foram feitas em triplicatas.

$$\text{Densidade relativa} = \frac{\text{peso da amostra (g)}}{\text{mL de heptano excedente}}$$

$$\text{Taxa de expansão} = \frac{\text{diâmetro médio do produto extrusado}}{\text{diâmetro da matriz}}$$

3.3.3.2. Estabilidade nos tanques de cultivo

Esta determinação foi realizada nos próprios tanques de cultivo, simulando as condições usadas para crescimento dos camarões, porém na ausência dos mesmos, de modo a evitar o manuseio pelos animais.

Para cada dieta foram pesados 10 pellets e colocados em uma cestinha, de malha de nylon de 1 mm de abertura, previamente tarada. Em seguida, foram fechadas com grampos, novamente pesadas e submersas nos tanques de cultivo dos camarões,

com fluxo de água de 0,8 L/min e à temperatura de 26°C. Os tempos de imersão foram de 3, 6, 12 e 24 horas. Após cada intervalo, as amostras foram retiradas dos tanques, drenadas por 30 minutos, pesadas (peso A) e então secas em estufa a 80°C até peso constante. Em seguida, as amostras foram resfriadas em dessecador e novamente (peso B).

Os resultados foram expressos como percentagem de sólidos (b.s.) retidos após lixiviação (peso B) em relação ao peso de sólidos iniciais para cada intervalo de imersão.

3.3.3.3. Índice de absorção de água

O índice de absorção de água foi calculado usando-se o peso do material hidratado e drenado do item acima (peso A). A diferença entre o peso hidratado e o peso inicial dos pellets foi considerada como de água absorvida. Os dados foram expressos em g de água absorvida por 1g de sólidos(b.s.). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

3.3.3.4. Atratividade das rações

Nesta determinação foi cronometrado o tempo transcorrido entre o fornecimento da ração e o instante em que os camarões se acercavam e apreendiam a mesma, iniciando assim a alimentação. Estas observações foram realizadas em aquário e nos tanques de cultivo sempre no período da tarde, hora em que os camarões estavam mais famintos.

3.3.4. DETERMINAÇÕES QUÍMICAS

3.3.4.1. Composição química

As análises químicas efetuadas nas dietas experimentais foram as mesmas constantes do item 3.1.3.2. acrescidas das análises dos minerais cálcio, fósforo, magnésio e potássio avaliados por espectrofotometria de plasma.

3.3.4.2. Determinação do teor de aminoácidos nas dietas

Para a análise de aminoácidos, as dietas foram finalmente trituras e pesadas em torno de 90 mg, pois as amostras deveriam ficar na faixa de 5 a 50 mg de proteína. Em seguida, foram colocadas em tubo de ensaio de 30 ml com rosca e adicionou-se, com agitação, HCl 6 N até o tubo ficar completamente cheio. O tubo vedado com fita de teflon e hermeticamente tampado foi colocado em estufa por 22 horas a 110°C. Após este período de hidrólise a amostra foi deixada resfriar à temperatura ambiente e filtrada em filtro de placa porosa, lavando-se bem o tubo e a tampa com água destilada, usando trompa de vácuo. O volume do extrato foi ajustado para 100 mL e daí retirou-se uma alíquota de 20 mL, evaporando-se à temperatura entre 50 - 60°C, em evaporador rotativo, à vácuo adaptado a um condensador com líquido refrigerante circulante. Após secagem, o balão foi lavado com 10 mL de água destilada e evaporado novamente. Repetiu-se esta operação e recuperou-se o conteúdo em 5 mL de tampão citrato pH 2.2. Este extrato foi colocado em tubo de ensaio com tampa de rosca e guardado em refrigerador até ser utilizado. Alíquotas de 50 uL foram analisadas no analisador de aminoácidos Beckman de acordo com instruções do fabricante (Beckman Instruments, 1977).

3.3.4.3. Perdas de nutrientes solúveis

Foram realizadas determinações de carboidratos totais e de aminoácidos livres totais nos intervalos de 0, 2, 6 e 24 horas de lixiviação.

Extração dos solutos das dietas a "0" hora:

Pesou-se 1 g de ração, finamente triturada, e adicionou-se 100 mL de água destilada. Agitou-se em liquidificador por 2 min e deixou-se em repouso por 15 min e centrifugou-se a 6.000 rpm durante 5 minutos. Após filtração, foram medidos 4 mL num becker pequeno e colocados para secar, em estufa a 80°C. A amostra foi recuperada em 2 mL de água destilada e após dissolução retirou-se 0,5 mL diluindo-se para 5 mL, com água destilada (extrato I).

Extração dos solutos nas amostras lixiviadas:

Em cestinhas de nylon com malha de 1 mm de diâmetro foram colocados 40 a 50 pellets de cada dieta e deixados imersos nos tanques de cultivo. Após os respectivos intervalos de lixiviação as cestinhas foram retiradas sendo os pellets rehidratados e lixiviados divididos em dois lotes: um foi pesado para determinação de umidade e do outro pesou-se 1,0 g, aproximadamente, e adicionou-se 50 mL de água destilada, seguida de agitação em liquidificador, centrifugação, e filtração. Deste extrato, secou-se uma alíquota de 4 mL em estufa a 80°C, recuperando-o em 2 mL de água destilada. Daí retirou-se 0,5 mL e adicionou-se 4,5 mL de água destilada (extrato II).

A) Determinação de carboidratos solúveis

Para esta determinação tomou-se 1 mL do extrato I e II aos quais se adicionou 3 mL de antrona 0,2% em ácido sulfúrico. O teor de carboidratos foi dosado conforme o método de KABAT & MAYER (1964) com leitura em espectrofotômetro a 620 nm. Utilizou-se um padrão de glicose de 20 ug e a seguinte fórmula para os cálculos.

$$\% \text{ de Carboidratos solúveis} = \frac{\text{D.O.} \times 62.5 \times 5 \times 4 \times V \times 100}{\text{peso da amostra (mg)}}$$

onde:

D.O. = Densidade ótica

V = Volume do extrato

B) Determinação de aminoácidos livres totais

Dos extratos I e II, retirou-se 2 mL e adicionou-se 8 mL de etanol absoluto. Misturou-se bem, deixou-se em repouso por 30 min e filtrou-se.

A determinação química dos aminoácidos livres totais foi realizada conforme o método de formação de complexos com ácido trinitrobenzeno sulfônico(TNBS), de acordo com ADLER-NISSEN (1979). Uma alíquota de 1 mL do extrato de cada amostra foi adicionado a 4 mL de tampão borato 0,5M pH 9,8 (61,23g de ácido bórico + 20,0g de NaOH, completando o volume para 100 mL) e 1 mL de TNBS (solução a 0,2% em HCl 0,1N).

Foi feito um branco com 1 mL de etanol a 80%, 4 mL de tampão borato e 1 mL de TNBS.

O padrão foi feito com 1 mL de glicina em etanol a 80% (contendo 35,71 ug/mL), 4 mL de tampão borato e 1mL de TNBS.

Após 120 minutos à temperatura ambiente e no escuro adicionou-se 1 mL de ácido clorídrico 2,5N à mistura e a solução amarela foi lida em espectrofotômetro a 420 nm. Os aminoácidos totais podem ser expressos como N-alfa-amino ou como mg de glicina.

3.3.5. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DAS DIETAS

Os exemplares de camarão *M. rosenbergii* de peso e comprimento total médio entre 4,49g e 6,16cm, respectivamente, foram distribuídos, aleatoriamente, em 12 tanques de concreto de 150 L. Cada tanque recebeu quatro espécimens de camarão correspondendo a uma densidade de estocagem de 8 animais/m². A aeração foi realizada pelo abastecimento contínuo de água doce (abastecimento municipal), a uma vazão de 0,8 L/min, o que correspondia a uma renovação total do volume de água do tanque a cada 3 horas, ou seja, 8 vezes ao dia. Os tanques eram sifonados em proporção equivalente a 1/3 de suas capacidades, a cada 2-3 dias para retirada das fezes e de alimentos não consumidos pelos camarões. A temperatura da água era medida duas vezes ao dia e os dados de pH e teor de oxigênio da água foram monitorados, esporadicamente, durante o experimento.

Com duração de seis semanas os cada experimento foi realizado em duplicata, ou seja, dois tanques para cada dieta.

Todos os animais receberam, inicialmente, ração comercial, para adaptação, durante 10 dias e em seguida iniciou-se os experimentos com as dietas II, IV, V e VI e com ração comercial (Dieta RC1).

Os camarões foram alimentados sempre no final da tarde na proporção de 5% de sua biomassa. A cada 20 dias foram registrados: comprimento total (da extremidade do rostrum até a extremidade do télson), conforme MANIK (1976), ganho de peso, conversão e taxa de sobrevivência, de acordo com as fórmulas abaixo:

$$1) \text{ Comprimento (\%)} = \frac{\text{tamanho final} - \text{tamanho inicial}}{\text{tamanho inicial}} \times 100$$

$$2) \text{ Ganho de peso (\%)} = \frac{\text{peso final} - \text{peso inicial}}{\text{peso inicial}} \times 100$$

$$3) \text{ Conversão alimentar} = \frac{\text{peso da ração fornecida (b.s.)}}{\text{ganho de peso}}$$

3.3.6. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (GOMES, 1978) constando de 5 tratamentos e 8 repetições.

As variáveis comprimento, ganho de peso e conversão alimentar foram estatisticamente avaliadas através da análise de variância para experimentos inteiramente casualizados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

PARTE I

4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DAS MATÉRIAS-PRIMAS E INGREDIENTES LIGANTES.

4.1.1. GRANULOMETRIA DOS INGREDIENTES

A TABELA 6 mostra a granulometria dos ingredientes utilizados na presente pesquisa. De modo geral, esta situou-se dentro recomendações da literatura e das especificações do padrão ANFAR (1985), as quais estabelecem que apenas 1 a 5% das partículas dos ingredientes podem ficar retidos em peneira de 2 mm. Os farelos de trigo e de soja, por suas estruturas laminadas, apresentaram granulometria grosseira, em relação aos demais ingredientes pois, 73,78 e 70,14%, respectivamente, ficaram retidas nas peneiras com malha de 0,84 mm (mesh 20). Partículas com este tamanho existiam nos outros ingredientes em percentagem abaixo de 4%. Com exceção dos farelos de trigo e de soja, os ingredientes apresentaram maior percentual de partículas entre 0,59 e 0,15 mm. As granulometrias mais finas e relativamente uniformes foram apresentadas pelas farinhas de peixe e de camarão e pelo farelo integral de mandioca, sendo os dois últimos produtos preparados por nós no laboratório.

Conforme BOTTING (1991), rações extrusadas devem ser processadas com partículas entre 250 micrometros, quando destinadas para larvas de peixes e camarões a 800 micrometros quando destinadas a peixes e camarões maiores. Para este autor isto melhora o desempenho do produto e também reduz os gastos com energia e trabalho do extrusor. Na realidade, a granulometria dos ingredientes é um fator importante, dependendo do tipo de extrusor e do produto desejado, pois ela determina as propriedades texturais das rações afetando não só a estabilidade em água como

também a aceitabilidade contínua da dieta pelo animal (MEYERS & ZEIN-ELDIN, 1973). Para este autor, partículas finas são necessárias, principalmente em rações ligadas por amido, uma vez que, partículas muito grandes apresentam a possibilidade do seu interior não ser uniformemente cozido, tendo a desvantagem de provocarem pontos de quebra nos "pellets". Isto faz aumentar a quantidade de perdas durante o manejo e reduz a estabilidade das rações em água. No presente trabalho, apesar da heterogeneidade da granulometria dos ingredientes, as rações processadas por extrusão mostraram um bom desempenho físico e nutricional. Este fato talvez encontre explicações, ao se considerar a afirmação de MACBAIN (1978), de que pode-se obter melhor capacidade de produção e melhor qualidade dos "pellets" usando-se misturas de vários tamanhos de partículas, uma vez que a variedade granulométrica é mais eficaz do que um só tamanho de partícula.

4.1.2. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS INGREDIENTES

A composição química dos ingredientes consta da TABELA 7. De modo geral, todos situaram-se dentro dos valores encontrados na literatura, com exceção da farinha de peixe que apresentou teor de proteína de 47,21%, bem abaixo do mínimo recomendado (58%), e com um teor de cinzas de 30,34%, que é inaceitável, o qual caracteriza uma farinha feita, praticamente, de ossos e resíduos sem massa muscular.

TABELA 6 - Dados da granulometria das partículas dos ingredientes das rações (%).

		Quantidade de partículas retidas nas peneiras(%)						
		Peneiras						
	Mesh	20	30	45	60	80	100	FUNDO
Ingredientes	Tyler	20	28	42	60	80	100	FUNDO
	mm	0,84	0,59	0,35	0,25	0,18	0,15	FUNDO
Ração comercial		14,80	33,30	24,40	8,60	7,90	6,80	4,20
Farelo de soja		70,14	11,80	0,38	6,56	1,26	5,60	4,14
Farelo de trigo		73,78	6,98	9,62	2,72	3,26	3,14	0,38
Milho moído		3,44	24,32	44,66	10,92	11,26	4,37	1,12
Far. de Camarão		1,38	11,78	37,68	21,22	18,62	8,16	1,28
Far. de peixe		1,94	14,82	20,44	12,58	17,40	12,20	20,62
LIGANTE II		2,74	18,78	18,10	7,56	5,34	5,56	41,66
LIGANTE IV		0,86	26,80	30,84	11,98	10,98	6,94	11,60
LIGANTE V		0,58	33,08	33,26	10,66	9,34	4,98	8,26
LIGANTE VI (*)								
LIGANTE VII (**)								

(*) granulometria de fabricação correspondente a 550 micrometros ou tyler 30.

(**) não especificado.

TABELA 7 - Composição química dos ingredientes utilizados no desenvolvimento das rações (%)

Ingredientes	Umidade	Proteína	Lipídios	Cinzas	Fibra	HC (*)
Ingredientes para o estudo dos parâmetros críticos						
Ração comercial	7,00	36,00	8,97	12,00	6,31	20,00
Ligante I	79,34	18,18	0,18	0,99	0,02	-
Ligante II	6,15	4,31	0,51	2,06	4,79	82,18
Ligante III	12,42	7,71	1,52	0,74	0,13	77,48
Ligante IV	10,01	47,31	1,45	2,86	2,45	35,92
Ligante V	9,64	50,01	1,56	2,49	0,60	35,70
Ligante VI **	-	-	-	-	-	-
Ligante VII **	-	-	-	-	-	-
Silagem	57,07	18,55	20,81	2,03	-	-
Far. de peixe	8,52	47,24	5,82	30,34	8,06	-
Ingredientes para formulação das dietas para o bioensaio						
COMUNS						
Farelo de soja	11,76	47,46	1,23	5,96	5,48	20,11
Farelo de Trigo	11,98	16,45	4,28	3,43	8,78	55,08
Milho moído	12,47	8,11	4,59	1,18	2,02	71,63
Far. de camarão	8,54	47,46	8,84	21,43	12,99	-
Far. de peixe	8,52	47,24	5,82	30,34	8,06	-
Silagem de peixe	77,72	14,38	4,16	3,71	-	-
Oleo de dende (**)						
Lecitina (**)						
LIGANTES						
Ligante II	6,15	4,31	0,51	2,06	4,79	82,18
Ligante IV	10,01	47,31	1,45	2,86	2,45	35,92
Ligante V	9,64	50,01	1,56	2,49	0,60	35,70
Ligante VI **	-	-	-	-	-	-

HC(*): Carboidratos calculados por diferença; (**): não analisado

PARTE II

4.2. INFLUENCIA DOS PARAMETROS DE EXTRUSAO SOBRE A DENSIDADE E ESTABILIDADE EM AGUA DAS DIETAS PARA CAMARAO.

4.2.1. INFLUENCIA DOS PARAMETROS DE EXTRUSAO

4.2.1.1. Efeito do teor de umidade, diâmetro da matriz, rotação da rosca e concentração do ligante.

A TABELA 8 mostra a influência do teor de umidade, bem como da velocidade da rosca, do diâmetro da matriz e da concentração do ligante, nas propriedades físicas das dietas formuladas com farelo integral de mandioca (Ligante II) em concentrações de 20 e 40%.

De modo geral, observou-se que a dieta formulada com 18% de umidade, na faixa de temperatura utilizada, não pode ser extrusada por falta de umidade suficiente para haver gelatinização do amido e consequentemente aglutinação da mistura. Aumentando-se o teor de umidade da mistura para 22 e 26%, as características das dietas, foram bem melhoradas, embora ainda não suficientemente satisfatórias, principalmente quanto à estabilidade, quer variando-se o diâmetro da matriz e/ou a concentração do ligante. Resultados satisfatórios, a nível de densidade aparente e estabilidade do "pellet", foram conseguidos com um teor de umidade de 30%, corroborando com a teoria de WILLIAMS (1986) de que ao se extrusar rações com altos níveis de umidade (30%), elas tendem a apresentar uma camada dura ao redor da superfície e serem suficientemente densas para submergir.

TABELA 8 - Influência da umidade, diâmetro da matriz, rotação da rosca e concentração do ligante nas propriedades físicas de rações extrusadas.

Rações	Umidade (%)	Matriz (mm)	Rot.Rosca (rpm)	Conc.do ligante	Avaliação da ração	
					Densidade aparente	Estabilidade (h)
1	18	4	80	20	-	0
2	22	4	"	"	-	0
3	26	4	"	"	-	0
4	26	3	"	"	-	1
5	30	4	"	"	++	> 6
6	30	3	"	"	++	> 12
7	30	2	"	"	++	> 12
8	26	4	"	40	++	< 3
9	30	4	"	"	++	< 12
10	26	3	"	"	++	< 3
11	30	3	"	"	++	> 12
5	30	4	80	20	++	> 6
6	30	3	"	"	++	> 12
7	30	2	"	"	++	> 12
12	30	3	70	"	++	> 24
13	30	2	"	"	++	> 24
14	30	3	70	40	++	> 24
15	30	2	"	"	++	> 24

(*) Condições de extrusão: temperatura de extrusão, 80/100/120°C
taxa de compressão da rosca, 4:1; tipo de ligante - farelo
integral de mandioca.

Densidade: (-) inadequada; (++) excelente.

De acordo com os resultados obtidos no presente experimento, o teor de umidade da mistura foi fixado em 30% para padronização dos outros parâmetros.

Quanto ao diâmetro da matriz, observou-se que para os pellets de 4 mm, quando o teor de água da mistura situou-se abaixo de 26%, houve influência negativa na densidade aparente e estabilidade das rações. No entanto, quando a umidade da mistura foi de 30%, os pellets de 4 mm de diâmetro apresentaram menor estabilidade do que os pellets de 3 e 2 mm, comportamento este ainda mais pronunciado quando se aumentou a concentração do ligante de 20 para 40% e mantendo-se a rotação da rosca em 80 rpm. Entretanto para umidade de 30% e rotação da rosca de 70 rpm, as características físicas das dietas apresentaram-se excelentes não se observando diferenças entre as mesmas em função do diâmetro do pellet.

Independentemente da concentração do ligante, diminuição na rotação da rosca de 80 para 70 rpm, apesar da pequena variação, teve muita influência na estabilidade dos pellets a qual, aumentou de 12 para 24 horas. Apesar da redução da rotação da rosca diminuir o atrito mecânico é possível que tenha havido maior gelatinização do amido em função do aumento do tempo de residência do material, fato este também observado por CHIANG & JOHNSON (1977), quando estudaram a gelatinização do amido durante a extrusão de farinha de trigo.

4.2.1.2. Influência da temperatura, diâmetro da matriz e concentração do ligante

Conforme pode ser observado na TABELA 9, a temperatura nas duas faixas testadas não afetou a estabilidade dos "pellets", porém comprometeu a densidade dos mesmos. Os pellets, produzidos na faixa de temperatura de 80/100/120°C, apresentaram maior densidade do que os processados na faixa de temperatura de 100/120/150°C. É provável que tenha havido leve expansão, pois flutuavam no início, porém submergiam após algum tempo (1 a 2 horas aproximadamente). A densidade dos pellets, nesta faixa de temperatura foi bastante influenciada pela quantidade do ingrediente ligante. Quando a concentração do ligante aumentou de 20 para 40% na formulação a densidade dos pellets foi ainda mais afetada. Entretanto, para as dietas processadas à temperatura de 80/100/120°C, os resultados foram satisfatórios, independentemente do diâmetro da matriz de 2 e 3 mm e/ou da concentração do ligante.

TABELA 9 - Influência da Temperatura, diâmetro da matriz e da concentração do ligante nas propriedades físicas de rações extrusadas (*).

Rações TESTES	Temperatura (°C)	Diâmetro da matriz (mm)	Conc.do ligante (%)	Avaliações físicas.	
				Densidade aparente	Estabilidade (h)
16	100/120/150	3	20	±	> 24
17	100/120/150	2	"	±	> 24
18	80/100/120	3	"	++	> 24
19	80/100/120	2	"	++	> 24
20	100/120/150	3	40	-	> 24
21	100/120/150	2	"	-	> 24
22	80/100/120	3	"	++	> 24
23	80/100/120	2	"	++	> 24

(*) Condições de extrusão:

umidade, 30%; taxa de compressão da rosca, 4:1; rotação da rosca, 70 rpm; tipo de ligante, farelo integral de mandioca.

Densidade: (-) inadequada; (±) adequada; (++) excelente.

4.2.2. INFLUÊNCIA DE ALGUNS INGREDIENTES NA DENSIDADE E ESTABILIDADE DE RAÇÕES EXTRUSADAS.

4.2.2.1. Influência do tipo e concentração do ligante

Os resultados deste experimento são mostrados na TABELA 10. Como era de se esperar, a formulação sem nenhum ligante (contrôle sem ligante) não apresentou estabilidade, demonstrando que o efeito de aglutinação e manutenção da forma após hidratação, realmente, é atributo do agente ligante.

O Ligante I (sangue bovino líquido) proporcionou pellets com boas características e se houvesse disponibilidade permanente também seria uma boa opção. O sangue líquido pode ser preservado sem refrigeração por uma semana ou mais, por redução do pH para 4,0, preferentemente com ácido fórmico ou acético. Certamente, a utilização do sangue desidratado é muito mais prática sempre que as proteínas não tenham sido desnaturadas completamente.

Os Ligantes III (quirera de arroz moída) e o Ligante VII (lignina-sulfonato de cálcio) não apresentaram estabilidade satisfatória.

Resultados efetivos foram conseguidos com os ligantes farelo integral de mandioca (Ligante II), sangue bovino desidratado com farelo integral de mandioca (Ligante IV) e sangue bovino desidratado com quirera de arroz (Ligante V), para todas as concentrações testadas. Vale ressaltar que os testes com quirera de arroz pura (Ligante III) não foram satisfatórios, de modo que o bom desempenho do Ligante V deve ser atribuído à presença do sangue. Além do mais, existe a possibilidade de que a pré-coção e secagem com sangue tenha gelatinizado o amido de arroz de maneira preliminar, desenvolvendo nele propriedades funcionais que não chegam a se formar nas condições de extrusão da quirera pura.

TABELA 10 - Influência do tipo e concentração do ligante natural e do diâmetro da matriz nas propriedades físicas de rações extrusadas (*).

Rações	Ligante		Diâmetro da matriz (mm)	Características da ração	
	tipo	(%)		Densidade aparente	Estabilidade (h)
24	I	30	3	++	24
25	I	30	2	++	24
26	II	10	3	++	> 24
27	II	10	2	++	> 24
28	II	20	3	++	> 24
29	II	20	2	++	> 24
30	II	30	3	++	> 24
31	II	30	2	++	> 24
32	II	40	3	++	> 24
33	II	40	2	++	> 24
35	III	30	3	++	< 3
36	III	30	2	++	< 3
37	IV	30	3	++	> 24
38	IV	30	2	++	> 24
39	V	10	3	++	> 24
40	V	10	2	++	> 24
41	V	20	3	++	> 24
42	V	20	2	++	> 24
43	V	30	2	++	> 24
44	V	30	2	++	> 24
45	V	40	3	++	> 24
46	V	40	2	++	> 24
C-47	sem ligante		2	-	0
C-48	VI	2,5	2	++	24
C-49	VII	2,5	2	++	< 6

(*)Condições de extrusão: temperatura de extrusão, 80/100/120°C; taxa de compressão da rosca, 1:4; rotação da rosca, 70 rpm; (-)densidade inadequada; (++)densidade excelente.

O ligante comercial alginato de sódio com hexametafosfato de sódio (Ligante VI) apresentou bons resultados, embora inferiores aos Ligantes II, IV e V. Uma das possíveis razões deste fato pode estar relacionada com a grande dificuldade de dissolve-lo e incorporá-lo, homogeneamente, aos ingredientes secos. Por outro lado vale ressaltar que os alginatos vêm sendo empregados em rações para camarão em processos tradicionais de peletização ou extrusão em moedor elétrico de carne. No processo HTST em que fortes reações ocorrem é possível que interações com outros compostos alterem as suas propriedades.

4.2.2.2. Influência do teor de silagem como fonte de lipídios, na densidade e estabilidade de rações extrusadas.

O aumento do teor de lipídios nas dietas, nesta etapa do experimento, foi conseguido aumentando-se a concentração de silagem de peixe, que tem 20,81% de gordura. Deste modo, a composição e propriedades das dietas são maximizadas sem a introdução de ingredientes pouco disponíveis no Brasil, como é o caso de óleo de peixe. Os teores de lipídios nas dietas variaram entre 6,23 a 17,08%, em base seca.

Conforme pode ser observado na TABELA 11, observa-se que, independentemente da concentração do ligante, dietas com até 10 % de lipídios, além de facilitar o processo de extrusão, apresentaram aspecto mais compactado e superfície brilhante. Apresentaram também densidade "excelente" e estabilidade superior a 24 horas. Porém, ao se elevar o teor de lipídios acima de 11%, as dietas não compactavam, com redução na estabilidade. Quando o teor de lipídios foi superior a 16 %, mesmo aumentando-se a concentração do aglutinante de 20 para 30%, a mistura não aglutinava e os pellets mostravam-se fragmentados e escuros.

TABELA 11 - Influência do teor de silagem como fonte de lipídios nas características físicas de rações obtidas por extrusão (*).

Rações	Ligante tipo	Diâmetro (%)	Teores da matriz (%)	de:		Avaliação das rações	
				Lipídios (%)	Silagem (%)	Densid. aparente	Estabili- dade (h)
50	II	20	3	9.72	20	++	> 24
51	II	30	3	6.23	20	++	> 24
52	II	20	3	12.76	30	±	< 6
53	II	30	3	11.95	30	±	< 6
54	II	20	3	17.08	40	-	0
55	II	30	3	16.02	40	-	0
56	II	20	2	9.72	20	++	> 24
57	II	30	2	6.23	20	++	> 24
58	II	20	2	12,76	30	±	< 6
59	II	30	2	11,95	30	++	< 12
60	II	20	2	17,08	40	-	0
61	II	30	2	16,02	40	-	0
62	V	20	3	9.97	20	++	> 24
63	V	20	2	9.97	20	++	> 24
C - 4	sem ligante		3	10.02	-	-	0
C - 65	VI	2	2	9,48	-	++	< 24

(*)Condições de extrusão: temperatura de extrusão, 80/100/120°C; taxa de compressão da rosca, 4:1; rotação da rosca, 70 rpm; matriz, 2 e 3 mm; umidade da mistura condicionada, 30% e os Ligantes: II(farelo integral de mandioca; V(quirera de arroz desidratada com sangue bovino; VI(alginato).

Densidade: (-) inadequada; (±) adequada; (++) excelente.

Obs: O teor de lipídios foi calculado em base seca.

HASTINGS (1973) afirma que altos teores de gordura afetam a gelatinização do amido, reduzindo a estabilidade das rações em água. Entretanto, o que é considerado alto por alguns autores é muito relativo em função do tipo e natureza dos ingredientes e, principalmente, do método de processamento conforme observado no trabalho de VENUGOPAL & KESHAVANATH (1984).

O controle (C-64), com 10 % de lipídios e sem ligante não apresentou estabilidade, como era de se esperar. Entretanto, o controle no qual se usou o alginato como ligante, apresentou estabilidade inferior a das dietas com os Ligantes II, IV e V e contendo os mesmos toeres de lipídios, aproximadamente.

4.2.2.3. Influência da farinha de peixe como fonte de minerais na densidade e estabilidade das dietas extrusadas.

A possível interferência do teor de minerais no desempenho das dietas extrusadas pode ser observada na TABELA 12. O teor de minerais nestes tratamentos variou de 9,81 a 17,72% (b.s.), uma vez que grande parte das rações comerciais apresentam um teor de minerais dentro desta faixa. Vale ressaltar que dentro dos limites estudados o teor de sais minerais não afetou a capacidade de produção do extrusor, como aconteceu com a variação do teor de lipídios.

Não houve influência do diâmetro da matriz, para este experimento, visto que os pellets de 2 e 3 mm de diâmetro apresentaram ambos, independentemente do teor de minerais, estabilidade em água "excelente".

Deste experimento, observa-se que o aumento de minerais, via incremento de farinha de peixe nas formulações, favoreceu uma melhor compactação e aumentou a densidade das dietas.

Este fato é bem visível até nas amostras controles, nas quais o aumento do teor de minerais de 9,84 para 14,68 % melhorou consideravelmente a estrutura e estabilidade dos pellets. É difícil encontrar uma explicação para este fato, pois os minerais poderão influir na aparência (enchem os poros e asseguram a estrutura) porém sem modificar a estabilidade. Supondo-se que o teor elevado de minerais na farinha de peixe ($\pm 30\%$), tivesse íons solúveis (Ca^{++} , Na^+ , K^+ , Cl^-), poder-se-ia esperar alguma interação destes com o amido e a proteína, porém é quase certo que se trata de minerais do esqueleto, pois a farinha não é integral "Full meal". Neste tipo de farinha os solutos perdem-se em grande proporção na água de prensa. Outra explicação pode estar na participação das proteínas da farinha que são acrescentadas toda vez que se pretende aumentar os minerais. As proteínas, com certeza, estão completamente desnaturadas, porém, dada a má qualidade desta farinha, o teor de tecido conjuntivo deve ser elevado (peles, barbatanas, etc) e o colágeno é capaz de causar mudanças na funcionalidade dos "pellets".

TABELA 12 - Influência da farinha de peixe como fonte de minerais nas características físicas de rações obtidas por extrusão (*).

RAÇÕES	Ligantes		Diâmetro da matriz (mm)	Teores de:		Características	
	tipo	(%)		F.peixe (%)	Minerais (%)	Densid. aparente	Estabi- (h)
67	II	20	3	20	13,10	++	> 24
68	II	30	3	20	11,31	++	> 24
69	II	20	3	30	15,41	++	> 24
70	II	30	3	30	14,63	++	> 24
71	II	20	3	40	17,72	++	> 24
72	II	30	3	40	16,94	++	> 24
73	II	20	2	20	13,10	++	> 24
74	II	30	2	20	11,31	++	> 24
75	II	20	2	30	15,41	++	> 24
76	II	30	2	30	14,62	++	> 24
77	II	20	2	40	17,72	++	> 24
78	II	30	2	40	16,94	++	> 24
C-64	sem ligante		3	-	12.02	-	0
C-79	II	20	3	-	10,40	++	> 24
C-65	VI	2	2	-	9,84	++	24
C-66	VI	2	2	-	9.81	++	24
C-80	VI	2	2	20	14,68	++	> 24

(*)Condições de extrusão: umidade da mistura, 30%; temperatura de extrusão, 80/100/120°C; taxa de compressão da rosca, 1:4; rotação da rosca, 70 rpm; diâmetro da matriz, 2 e 3 mm; e Ligantes, II (farelo integral de mandioca); e VI (alginatô). densidade: (-) inadequada; (++) excelente.

PARTE 3

4.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E NUTRICIONAIS DAS DIETAS PARA O BIOENSAIO

4.3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

4.3.1.1. Densidade Relativa e Expansão

A TABELA 13 resume os resultados da densidade relativa e da taxa de expansão das dietas, cujo índice de correlação foi de - 0,917. LINKO et alii (1981), sugere o uso indistinto de um ou outro parâmetro. No caso de rações para camarão, considerando-se a natureza bentônica da espécie, a avaliação da densidade é uma medida mais usada do que a taxa de expansão, pois é preciso que os pellets afundem. Os valores de densidade relativa variaram entre $1,14 \pm 0,09$ a $1,32 \pm 0,06$ g/mL. A ração comercial apresentou densidade menor do que as demais dietas (1,04 g/mL), embora todas afundassem com bastante rapidez.

TABELA 13 - Valores médios e desvio padrão da densidade relativa e taxa de expansão das dietas

Dietas	Densidade relativa (g /mL)	Taxa de expansão
II	$1,14 \pm 0,09$	$1,05 \pm 0,07$
IV	$1,26 \pm 0,08$	$0,98 \pm 0,04$
V	$1,32 \pm 0,06$	$0,96 \pm 0,03$
VI	$1,25 \pm 0,08$	$0,94 \pm 0,02$
RC1	$1,04 \pm 0,01$	$1,22 \pm 0,01$

Índice de correlação $r = - 0,917$

4.3.1.2. Estabilidade das dietas em água

A TABELA 14 mostra os resultados de estabilidade das dietas, avaliada nos períodos de 6 e 24 horas. Através destes dados pode-se concluir que as dietas ligadas com os ingredientes naturais, farelo integral de mandioca (II), sangue bovino desidratado com farelo integral de mandioca (IV) e sangue bovino desidratado com quirera de arroz (V) tiveram melhor desempenho ou performance, uma vez que apresentaram uma estabilidade de 79,52; 84,28% e 80,90% de material retido em 24 horas de lixiviação contra 69,37 e 68,51 % da dieta ligada com aditivo (VI) e da dieta comercial (RC1), respectivamente.

A presença de sangue nos ligantes parece produzir uma aglutinação firme dos ingredientes da dieta, por manter parte das proteínas em estado solúvel a qual será insolubilizada, no processo de extrusão, após estruturar-se na massa de ingredientes. Conforme CONTRERAS-GUZMAN (1992)*, a solubilidade do sangue quando desidratado com carboidratos, em temperaturas próximas de 70°C, é surpreendentemente elevada, correspondendo a 60% do valor apresentado antes de processamento térmico.

Considerando que o camarão tem uma taxa de alimentação linear de no mínimo 18 horas, FARMANFARMAIAN et alii (1982) concluíram que é importante que as rações ou dietas apresentem estabilidade acima deste período. Por esta razão a estabilidade por 24 horas foi considerada relevante na seleção das dietas para o bioensaio.

(*) CONTRERAS-GUZMAN (1992) - Comunicação pessoal.

TABELA 14 - Estabilidade e capacidade de absorção de água das dietas, em função dos ingredientes ligantes para 6 e 24 h de lixiviação (*)

Dietas	Estabilidade (%)		Capacidade de absorção de água (ml/gr)	
	6 h	24 h	6 h	24 h
II	84,58 ± 0,73	79,52 ± 1,07	2,63 ± 0,35	3,54 ± 0,12
IV	86,00 ± 0,39	84,28 ± 0,34	2,66 ± 0,24	3,35 ± 0,33
V	88,62 ± 0,86	80,90 ± 0,46	3,11 ± 0,46	3,95 ± 0,11
VI	74,08 ± 0,07	69,37 ± 0,17	2,87 ± 0,51	3,42 ± 0,36
RC1	86,83 ± 0,46	68,54 ± 0,41	1,98 ± 0,23	3,29 ± 0,33

(*)Dados em base seca

A estabilidade das rações em água é avaliada por diferentes métodos o que muitas vezes torna difícil a comparação entre os resultados. Alguns autores a expressam apenas em relação ao período em horas em que os "pellets" mantêm-se íntegros em água. Outros, entretanto, fazem referência as perdas percentuais das partículas durante o período de imersão, enquanto outros a expressam como a percentagem de sólidos retidos nos vários intervalos de imersão em água analisados. Na TABELA 15 pode-se observar, além destas diferenças, que a estabilidade das rações em água é muito dependente do tipo e concentração do agente ligante.

Os alginatos, na concentração de 0,5% têm apresentando estabilidade variando de 64 a 74,1, no período de 16 horas de lixiviação (FORSTER, 1975), enquanto em concentrações de 3% KOENTOPP & RODRIGUES (1988) têm encontrados valores de 66% em 17 de horas de lixiviação, os quais são levemente inferiores aos encontrados no presente trabalho (TABELA 14). Observa-se, porém,

através dos dados da TABELA 15, que o polvilho de mandioca foi o ingrediente que proporcionou dietas com menor estabilidade, em todas as concentrações testadas. Em nosso experimento, entretanto, encontramos resultados muito superiores com este ligante (II), aos dados encontrados pelos autores supramencionados e por VENUGOPAL & KESHAVANATH (1984), correspondendo a 79,52% de retenção de material sólido, após 24 horas de imersão (TABELA 14). É provável que isto se deva a dois fatores: o primeiro, decorrente da maior concentração utilizada por nós (30%), e o segundo e talvez o mais importante, é o fato destes autores terem extrusado as dietas em moedor de carne e peletizadora, enquanto o processo por nós utilizado foi o de extrusão termoplástica que possibilita uma melhor gelatinização do amido e, portanto, melhor desenvolvimento de liga, coadjuvado com a maior compactação dos ingredientes.

4.3.1.3. Capacidade de absorção de água das dietas

Os resultados dos testes de avaliação da capacidade de absorção de água das dietas, obtidas com os diversos ligantes testados, constam da TABELA 14. A dieta V mostrou uma absorção maior nas primeiras 6 horas de imersão em água, e manteve-se alta até 24 horas. No entanto, após este período todas as dietas apresentaram valores próximos, variando apenas entre 3,9 e 3,3 mL de água/g de material seco.

O valor de absorção de água retrata o teor de água embebido nos interstícios e a água ligada nas proteínas e nos carboidratos, incluindo o alginato de sódio.

TABELA 15 - Influência dos diversos ligantes na estabilidade de dietas para camarão, avaliadas por vários autores.

Agentes ligantes	Concentração (%)	Estabilidade hora	(%)	Referências
Amido de milho	3,0	< 6	-	1
Carboximetil celulose	3,0	< 6	-	1
Quitosana	3,0	12	-	1
Colágeno	3,0	12	-	1
Goma guar	3,0	6	-	1
Carragininina	3,0	12	-	1
Agar	3,0	24	-	1
Alginato de sódio	1,0	24	-	1
"	2,0	24	-	1
"	3,0	24	-	1
Agar (a)	1,5	16	74,1	2
Caseína (c)	4,0	16	69,5	2
Alcool Polivinílico	2,0	16	78,5	2
Ester de manucol (c)	0,5	16	74,1	2
Carbopol 934 (b)	2,5	16	54,9	2
XB-23 (b)	2,5	16	87,2	2
Carboximetil celulose	2,5	16	72,4	2
Goma guar (b)	2,5	16	37,0	2
Farinha de trigo	0,5	13	62,0	3
"	3,0	14	60,0	3
"	5,0	22	82,0	3
"	7,0	14	62,0	3
"	10,0	21	74,0	3
Polvilho de mandioca	0,5	9	54,0	3
"	3,0	10	58,0	3
"	5,0	10	66,0	3
"	7,0	10	58,0	3
"	10,0	10	58,0	3
Maizena	0,5	24	96,0	3
"	3,0	24	94,0	3
"	5,0	18	66,0	3
"	7,0	16	68,0	3
"	10,0	15	66,0	3
Creme de milho	0,5	14	62,0	3
"	3,0	20	70,0	3
"	5,0	22	84,0	3
"	7,0	15	64,0	3
"	10,0	14	60,0	3
Alginato	0,5	14	64,0	3
"	3,0	17	66,0	3
"	5,0	24	72,0	3
"	7,0	18	68,0	3
"	10,0	14	60,0	3

FONTES: (1) HEINEM (1981); (2) FORSTER (1975); (3) KOEHNTOPP & RODRIGUES (1988).

a) ração gelatinosa; b) ração pastosa; c) ração seca.

4.3.1.4. Atratividade das Dietas

Observou-se, conforme os dados da TABELA 16, que a cor teve alguma influência sobre a atratividade das dietas, embora não tenha influenciado o nível de consumo das mesmas. A dieta II era a mais clara, enquanto as dietas IV e V, por conterem sangue bovino apresentavam-se bem escuras em relação às demais. Foi observado que, inicialmente, os camarões mostravam uma certa resistência a se aproximar das dietas escuras, embora passado um algum tempo eles as consumiam bem, fato este corroborado pelo melhor ganho de peso dos animais alimentados com as mesmas.

Sabe-se que dietas bem balanceadas podem ter menor desempenho nutricional se houver ausência de ingredientes atrativos, que estimulem uma resposta positiva por parte do animal, sendo, portanto, além do valor nutricional, a percepção do alimento e o estímulo ao seu consumo características indispensáveis na formulação de um alimento aquático (MEYERS, 1987). Os quimioatrativos, efetivamente reconhecidos e que vem sendo recomendados para a espécie *M. rosenbergii* são: taurina, betaina, glicina, arginina, isoleucina, adenosina-5 monofosfato e hidrocloreto de trimetilamina (HARPAZ et alii, 1987 citado por NEW, 1990 e por PROENÇA, 1990). Entretanto, MEYERS & HAGOOD, (1984) citado por NEW, (1990) afirmam que a cor também é de grande importância na aceitabilidade do produto. Porém, quanto a esta característica, apenas tem sido reportado que dietas floculadas levemente coloridas são mais facilmente apreendidas pelas larvas de camarões do que as dietas escuras. No presente trabalho, o estudo da atratividade das dietas foi realizado em caráter preliminar, de modo a verificar se algum dos ingredientes ligantes exercia influência sobre os camarões quanto a este atributo, pois não foi utilizado nenhum quimioatrativo específico nas dietas. Apenas os ingredientes básicos, farinha de camarão e silagem de peixe teriam componentes com propriedades estimulantes (aminas, aminoácidos).

cidos livres e solutos nitrogenados de baixo peso molecular) porém, foram incorporados nas mesmas concentrações em todos os tratamentos.

TABELA 16 - Tempo gasto na aproximação e início do consumo das dietas pelos camarões.

Dietas	Tempo (seg)	Observação (cor das dietas)
II	10	clara
IV	29	escura
V	27	escura
VI	25	levemente escura
VII	18	levemente escura

4.3.2. COMPONENTES QUÍMICOS DAS DIETAS PARA O BIOENSAIO

4.3.2.1. Composição química das dietas.

A TABELA 17 mostra a composição química centesimal, incluindo os minerais importantes das dietas para o bioensaio. O teor de proteína variou entre 30 e 35%, satisfazendo assim as recomendações de TACON (1987) e de NEW (1976) para camarões, em fase de engorda. TACON (1987) sugere que 1/3 das proteínas das dietas seja de origem animal. Nas dietas formuladas, esta proporção foi satisfeita através da farinha de peixe, farinha de camarão, silagem de pescado e sangue bovino. COLVIN (1976) recomenda uma proporção de 60% de farinha de peixe para 40% de farinha de camarão como uma combinação ótima para uma boa utilização da proteína pelos camarões. Esta proporção foi atendida, praticamente, ao se considerar o baixo teor de proteína da farinha de peixe utilizada e o teor relativamente elevado de proteínas da farinha de resíduos de camarão processada por nós (FIGURA 2 e TABELA 17).

Quanto ao teor de lipídios, na formulação das dietas, levou-se em consideração a faixa na qual houve influência positiva na estabilidade e densidade dos pellets processados por extrusão, previamente determinada na otimização dos parâmetros de formulação (item 4.2.2.2) que foi de 6 a 10% (b.s.). Por outro lado as recomendações de CLIFFORD & BRICK (1978) para se evitar uma proporção lipídios:carboidratos de 1:1 ou 1:2 também foram consideradas, uma vez que isto resulta em excessiva mobilização da proteína para processos catabólicos. A taxa recomendada por estes autores é de, no mínimo, 1:3 ou 1:4. As dietas experimentais apresentaram uma taxa entre 1:4 e 1:5.

TABELA 17 - Composição química das dietas para o bioensaio (%)

Componentes	Dietas experimentais				Dietas comerciais		
	II	IV	V	VI	RC1	RC2	RC3
Umidade	7,59	9,67	12,99	11,67	6,48	13,0	13,0
Proteína	30,66	32,47	34,62	31,46	34,75	30,0	25,0
Lipídios	7,14	6,68	6,55	8,07	9,51	4,0	4,0
Cinzas	11,57	12,58	10,38	12,56	13,59	12,0	13,0
Fibra	5,36	4,38	3,50	6,59	8,29	9,0	10,0
Carboidratos	37,68	34,04	31,96	29,65	27,38	32,0	35,0
Cálcio	3,59	2,34	3,91	3,98	2,45	3,5	3,0
Fósforo	1,76	0,64	2,31	3,70	0,49	1,1	1,0
Magnésio	0,33	0,23	0,30	0,39	0,25	-	-
Potássio	0,68	0,37	0,52	0,59	0,59	-	-

A proporção de Ca:P é um outro parâmetro que deve ser considerado na formulação de rações para camarão, sendo recomendadas por NEW (1976) taxas de 1,3 a 2,0:1, uma vez que taxas maiores podem inibir o crescimento e a pigmentação dos camarões. Nas dietas experimentais, esta taxa variou de 1:1 a 2,8:1, enquanto na ração comercial (RC1) foi de 5:1.

Para efeito comparativo, a TABELA 17 mostra ainda a composição química de algumas rações para camarão de água doce comercializadas no país, apresentando as mesmas elevada proporção destes minerais.

4.3.2.2. Composição de aminoácidos das dietas

A composição de aminoácidos das dietas para o bioensaio (II, IV, V e VI) e da ração comercial (RC1) aparecem na TABELA 18. Comparando-se os teores de aminoácidos essenciais destas dietas com os sugeridos por TACON (1987) observa-se que todas as dietas apresentaram teores iguais ou superiores aos recomendados por este autor, em relação aos aminoácidos treonina, valina, metionina, isoleucina, leucina, tirosina, fenilalanina e histidina e valores inferiores para a cistina. A dieta II mostrou-se levemente deficiente em lisina e arginina, enquanto a dieta IV em tirosina e arginina, e a dieta VI apenas em lisina. A dieta V mostrou um perfeito balanceamento de aminoácidos essenciais. Vale salientar que as dietas IV e V, ambas contendo sangue bovino, apresentaram uma relação isoleucina/leucina muito mais adequada que a do sangue puro, uma vez que este é deficiente em isoleucina. As proteínas do sangue têm uma relação em torno de 1:8, enquanto as dietas IV e V apresentaram uma relação de 1,06:2,52 e 1,73:2,62.

TABELA 18 - Composição de aminoácidos das dietas
(g de aminoácidos/100 g de amostra)

Aminoácidos	Dietas experimentais					(*)
	II	IV	V	VI	RC1	
Ac. Aspártico	2,75	2,90	3,64	3,10	3,36	-
Treonina	1,43	1,66	1,86	1,10	1,70	1,18
Serina	0,91	1,07	1,31	0,78	1,36	-
Ac. Glutâmico	6,21	5,32	5,89	6,10	5,40	-
Prolina	1,70	1,60	2,12	1,70	2,38	-
Glicina	0,30	2,20	0,27	2,24	2,30	-
Alanina	1,75	1,98	2,39	1,70	2,36	-
1/2 Cistina	0,22	0,26	0,22	0,18	0,30	0,42
Valina	1,25	1,74	1,23	1,38	1,96	1,04
Metionina	0,80	0,84	0,92	0,74	0,90	0,66
Isoleucina	1,30	1,06	1,73	1,18	1,60	0,83
Leucina	3,05	2,52	2,62	1,96	2,90	1,31
Tirosina	0,99	0,72	0,98	0,86	1,40	0,96
Fenilalanina	1,28	1,58	1,93	1,36	1,74	0,94
Lisina	2,54	1,94	2,42	1,58	1,80	1,80
Histidina	0,67	0,98	1,06	0,74	1,02	0,54
Arginina	0,20	1,74	2,28	1,80	2,20	1,90
Triptofano	-	-	-	-	-	0,33

Fonte: (*) TACON (1987): Valores para espécies onívoras de camarão.

4.3.2.3. Perda de nutrientes solúveis por lixiviação

A) Perda de Carboidratos solúveis

Os teores de carboidratos solúveis livres quantificados antes da imersão e nos intervalos de 2, 6 e 24 horas de lixiviação constam da TABELA 19. Nas dietas II e IV a maior parte do teor de carboidratos solúveis foi perdida nas primeiras 2 horas de imersão, enquanto nas demais dietas estas perdas foram mais gradativas. As perdas, no período de 24 horas, variaram de 64,87% para a dieta V a 84,65% para a dieta RC1 (FIGURA 8).

B) Perda de aminoácidos totais livres

Conforme os dados da TABELA 19, verifica-se que as dietas experimentais apresentaram altos teores de aminoácidos livres em relação à dieta comercial (RC1). Vale ressaltar que isto se deve à inclusão de silagem de peixe na formulação destas dietas, na proporção de 12%. Apesar desta proporção ser fixa em todas as formulações, observa-se que houve variação no teor dos aminoácidos livres. A dieta II, apesar de ter menor teor de proteína em relação às demais, foi a que apresentou o maior teor de aminoácidos livres a zero hora (2.124,49 mg/100g de amostra), enquanto a dieta comercial (RC1) apresentou o menor (585,78 mg/100g de amostra).

Quanto ao comportamento das diversas dietas, no que se refere às perdas de aminoácidos livres, observa-se que nas duas primeiras horas de lixiviação as dietas IV e V apresentaram perdas maiores, correspondendo a 89,13 e 91,1%, respectivamente, contra 51,34% da dieta ligada com alginato (VI). Após 6 horas de lixiviação as perdas representavam acima de 96% para as dietas II, IV e V, enquanto as dietas VI e VII apresentaram valores de 70,97 e 75,73%, respectivamente. Após 24 horas as perdas situa-

TABELA 19 - Teores de nutrientes solúveis das dietas em função do tempo de lixiviação (b.s.)

DIETAS	Tempo de lixiviação (horas)			
	0	2	6	24
Carboidratos solúveis (mg/100g)				
II	1.144	0,202	0,190	0,184
IV	0,768	0,179	0,168	0,161
V	0,834	0,523	0,360	0,293
VI	0,750	0,422	0,316	0,256
RC1	0,945	0,361	0,204	0,145
Aminoácidos livres (mg/100g)				
II	2.124,49	406,32	80,99	44,93
IV	1.844,62	200,52	46,76	0,00
V	1.668,66	147,55	56,10	0,00
VI	1.757,24	854,96	510,02	93,51
RC1	585,78	145,17	142,18	42,05

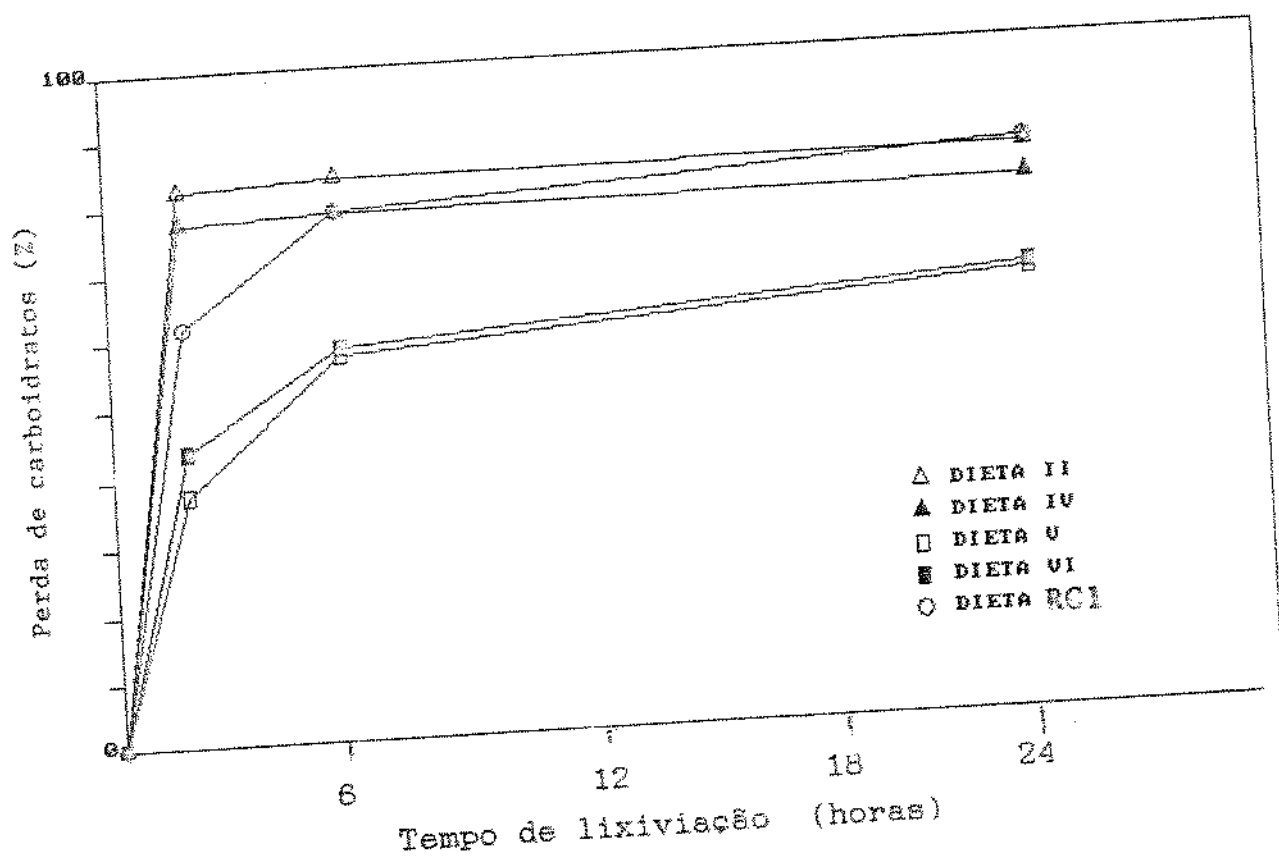


FIGURA 8 - Perda por lixiviação de carboidratos solúveis das dietas experimentais.

ram-se acima de 93% para todas dietas, atingindo 100% nas dietas ligadas com sangue bovino (IV e V), conforme pode ser observado na FIGURA 9. Entretanto, é válido ressaltar, que perdas de aminoácidos livres, principalmente, nos primeiros intervalos de lixiviação pode ser uma característica positiva na dieta, visto que alguns aminoácidos livres, e outras substâncias aminadas, solúveis em água são comprovados quimioatrativos para o camarão, uma vez que favorecem um reconhecimento e consumo mais rápido da dieta pelo animal.

A determinação utilizando antrona envolve todos os carboidratos solúveis: amido, dextrina, hemicelulose, açúcares livres, oligossacarídeos, etc. O acompanhamento da lixiviação de carboidratos e de aminoácidos livres pode ter mais importância como monitor da perda de solúveis do que pela redução do teor do carboidrato "per si". As perdas de qualquer origem são decorrentes da estrutura do pellet, da qual o ligante é parte fundamental. Uma certa perda é inevitável, pois o pellet deve ser intumescido para se tornar palatável e estimular o consumo via quimioatratividade. Porém, também é importante que a estrutura retenha por algum tempo as vitaminas, hormônios e outros fatores de crescimento de natureza solúvel.

A TABELA 20 mostra as perdas percentuais de sólidos totais, carboidratos solúveis e de aminoácidos livres, nas diferentes dietas. Observa-se que as menores perdas de sólidos totais foram para apresentadas pelas dietas ligadas com os ingredientes naturais, para o período de 24 h de lixiviação.

As dietas mostraram índices de correlação relativamente baixos, tanto com as perdas de sólidos totais quanto com a taxa de hidratação, para qualquer período de imersão, indicando que são fenômenos independentes. A perda de sólidos totais é resul-

TABELA 20 - Perdas percentuais de sólidos totais, carboidratos e aminoácidos livres solúveis em dietas de camarão submersas por 6 e 24 horas.

DIETAS	Sólidos totais (%)		Carboidratos solúveis e aminoácidos livres (%)	
	6h	24h	6h	24
II	15,37	20,65	91,73	93,02
IV	13,98	15,78	91,81	93,84
V	11,38	19,10	83,37	88,29
VI	25,92	30,53	67,05	86,06
RC1	13,17	31,49	77,38	87,78

tante da perda de sais minerais solúveis, materiais orgânicos solúveis e, principalmente, de material sólido desintegrado. Considerando apenas os valores médios de carboidratos e aminoácidos perdidos, as partículas sólidas perfizeram 87,81% em 6 horas e 91,11% em 24h.

A correlação entre as perdas de sólidos totais e grau de hidratação em qualquer período de imersão foi muito baixa o que sugere que a manutenção da integridade não tem relação direta com o grau de intumescimento. O índice de correlação foi 0,2 e -0,43 para o período de 6 e 24 horas, respectivamente.

É importante salientar que a determinação da estabilidade é o parâmetro que representa melhor o potencial de aproveitamento de dietas durante o período de imersão.

4.3.3. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DAS DIETAS

4.3.3.1. Taxa de sobrevivência dos camarões

Os parâmetros de qualidade da água monitorados durante o experimento biológico constam da TABELA 21 e situaram-se, de modo geral, dentro da faixa de aceitação recomendada para o cultivo do *M. rosenbergii*. Vale ressaltar que a temperatura, em alguns momentos, esteve bem próxima ao mínimo recomendado que é de 25°C. O teor de cloro situou-se em torno de 0,3 mg/L, uma vez que se utilizava água da rede municipal. Entretanto, não se encontrou na literatura valores mínimos recomendáveis de cloro para o cultivo desta espécie. Sabe-se apenas que as espécies de água doce são sensíveis a este elemento. Mesmo assim, para o período de 45 dias de observação, a percentagem de sobrevivência dos camarões foi considerada boa, uma vez que se situou entre 75% (Dieta VI) e 100% (Dietas II, V e RC1). A dieta IV apresentou valores de 87,5%. PINHEIRO et alii (1989) encontraram valores entre 31 a 54%, em 12 meses de cultivo. Segundo VALENTI (1990) em experimentos realizados com esta espécie, por diversos autores, no Brasil, EUA e Israel os valores de sobrevivência situam-se entre 35,0 a 87,5% para períodos de cultivo que vão de 3 a 6 meses.

TABELA 21- Parâmetros de qualidade da água monitorados durante o experimento biológico.

Parâmetros	Faixa de variação	Faixa de aceitação*
Temperatura (°C)	25,5 - 28,0	25,0 - 32,0
Oxigênio dissolvido (ppm)	3,0 - 5,0	> 2
pH	6,5 - 7,0	6,5 - 8,5
Cloro (mg/L)	0,3 - 1,0	-
Taxa de renovação da água	8	6,0 - 10,0

(*): VALENTI (1990); NEW & SINGHOLKA (1982).

4.3.3.2. Desempenho de produção dos camarões

A) Comprimento e ganho de peso

Os valores médios de comprimento e de peso corporal observados no crescimento dos camarões são apresentados na TABELA 22 e, em relação ao comprimento dos camarões, indicam que este parâmetro aumentou mais nos primeiros 20 dias do que no período posterior (21 a 40 dias), corroborando em termos gerais, com os dados encontrados por FARMANFARMAIAN et alii (1982) e por LING (1969), citado por MANIK (1976) conforme mostrado na TABELA 23). Estes dados mostram que camarões com 2 meses, medindo em torno de 6cm, coincidentemente próximo do tamanho médio inicial dos exemplares utilizados no presente trabalho, aumentaram 17%, aproximadamente, em 30 dias, atingindo 7cm. No presente experimento, os camarões aumentaram 21% em 20 dias, o que pode ser justificado pela presença de camarões maiores de 6cm e algumas condições diferentes de cultivo.

Para o período de 40 dias, o menor aumento em tamanho observado foi para a dieta V (40,90%) e o maior foi para a dieta II (46,51%), entretanto, a análise de variância pelo teste F não mostrou diferenças significativas entre as 5 dietas. De qualquer modo, o aumento do comprimento não implica, necessariamente, em aumento de músculo abdominal (parte comestível), por esta razão é bem mais conveniente a comparação das dietas através do parâmetro "ganho de peso".

Considerando a média dos cinco tratamentos (TABELA 22), o ganho de peso nos primeiros 20 dias situou-se próximo a 30%, aumentando praticamente 100% nos 20 dias restantes (21 a 40 dias), comportamento este diferente do aumento em comprimento. Embora a análise estatística não tenha mostrado diferen-

TABELA 22 - Resultados médios do ensaio biológico com o camarão *M. rosenbergii* para um período de 20 e 40 dias.

Dietas	20 dias			40 dias		
	Médias $\pm$ d.p.		c.v.	Médias $\pm$ d.p.		c.v.
Crescimento (%)						
II	40,06 $\pm$	7,29	18,2	46,51 $\pm$	6,35	37,7
IV	37,48 $\pm$	6,15	16,0	45,82 $\pm$	9,99	22,0
V	34,62 $\pm$	4,45	12,9	40,90 $\pm$	4,86	12,0
VI	34,09 $\pm$	4,26	12,0	41,57 $\pm$	8,98	22,0
RC1	35,05 $\pm$	6,10	17,0	44,99 $\pm$	4,04	9,0
Ganho de peso (%)						
II	25,90 $\pm$	10,64	40,0	50,04 $\pm$	15,95	32,0
IV	37,43 $\pm$	24,71	66,0	62,43 $\pm$	34,51	55,0
V	26,19 $\pm$	8,52	33,0	63,64 $\pm$	29,00	46,0
VI	35,06 $\pm$	15,36	44,0	59,93 $\pm$	14,50	24,0
RC1	24,56 $\pm$	11,41	46,0	53,00 $\pm$	16,79	32,0
Conversão alimentar						
II	4,07 $\pm$	2,13	52,0	4,46 $\pm$	0,97	22,0
IV	3,18 $\pm$	1,61	51,0	4,00 $\pm$	1,32	33,0
V	3,71 $\pm$	1,43	39,0	3,64 $\pm$	1,53	42,0
VI	2,68 $\pm$	1,19	44,0	3,66 $\pm$	0,82	22,0
RC1	4,06 $\pm$	1,86	44,0	4,38 $\pm$	1,65	38,0

d.p.: desvio padrão c.v.: coeficiente de variação

TABELA 23 - Valores médios de comprimento e peso do camarão *M. rosenbergii* em função do tempo de cultivo.

Tempo de cultivo	Comprimento(*) (cm)	Peso (g)
1 dia	2,5	0,5
1 mês	4,0	2,0
2 meses	6,0	5,0
3 meses	7,0	10,0
4 meses	11,0	35,0
5 meses	13,5	60,0
6 meses	14,5	90,0
7 meses	15,5	110,0

(*) Comprimento medido da órbita ocular ao fim do telson.

Fonte: LING (1967), citado por MANIK (1976).

ças significativas para o ganho de peso dos camarões entre as cinco dietas, conforme pode ser observado na TABELA 24 é conveniente salientar, que o tratamento II (ração ligada com farelo integral de mandioca e o VII (ração comercial) deram médias de ganho de peso, em percentagem, notoriamente, menores do que as dietas ligadas com sangue (IV e V) e com alginato (VI), conforme a TABELA 22 e FIGURA 10. Considerando-se que as dietas eram isocalóricas, pode-se atribuir estas diferenças percentuais ao tipo de ligante usado que continha sangue, uma vez que houve um aumento de 12 pontos percentuais de ganho de peso da dieta IV em relação à dieta II, cuja única diferença era a inclusão de sangue em sua composição.

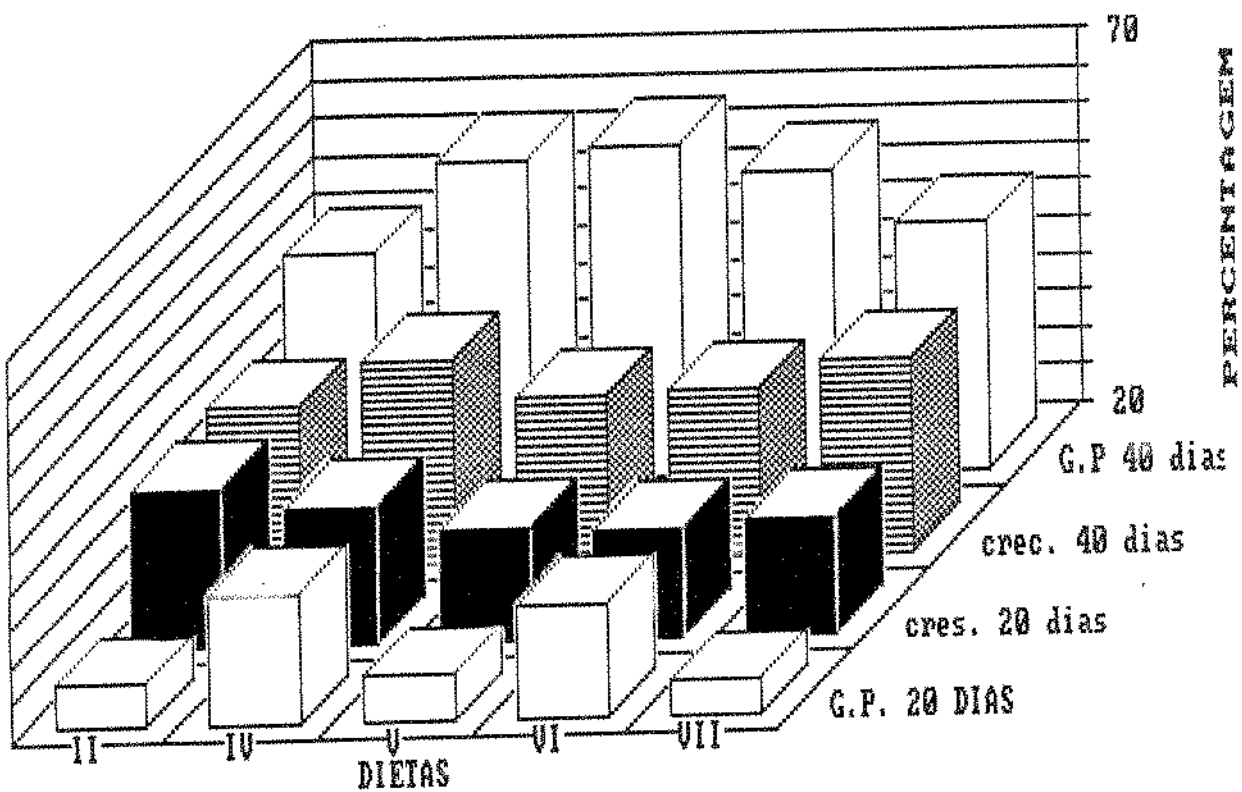


FIGURA 10 - Variação percentual do comprimento e ganho de peso do camarão *M. rosenbergii*, durante o período de 40 dias.

Supõe-se que a ausência da diferença significativa, entre os tratamentos, seja devida a grande variabilidade entre os indivíduos de cada tratamento como é mostrado através do coeficiente de variação.

O uso de farinha de sangue como substituto parcial de farinha de peixe em dietas para camarão por BRAND & COLVIN (1977) mostraram uma redução do crescimento de *P. californiensis* quando em níveis de inclusão de 5 a 10%. Isto também ocorreu quando a farinha de sangue substituiu as farinhas de peixe, de camarão, de soja, e de mariscos (MARCHIORI et alii, 1982). Entretanto, DOMINY & AKO (1988) trabalhando com camarões marinhos, observaram que a inclusão de farinha de sangue na dieta dos mesmos, produzia ganhos de peso semanais de 0,62 a 0,75g ou seja de 3,69 a 5,52g em 42 dias de experimento. Isto demonstra que os camarões maiores de 3g aproveitam bem a proteína do sangue. Os mesmos autores salientam que os trabalhos de BRAND & COLVIN (1977) e MARCHIORI et alii (1982) mostram que camarões menores de 5,5 a 18 mg, assimilam muito pobremente a farinha de sangue. Para aqueles autores as possíveis diferenças podem ser devidas a mudança dos requerimentos nutricionais dos camarões nas diferentes fases de crescimento ou mesmo a inabilidade dos mais jovens de digerir ou utilizar este ingrediente. Porém, conforme SMITH et alii (1985), parece que o aumento de peso de exemplares menores de *P. vannamei* é influenciado pelo teor de proteína da dieta, enquanto para os de tamanho maiores é influenciado pela fonte de proteína.

De qualquer modo, a influência da inclusão de sangue em dietas para camarão é muito contraditória e parece ser dependente da espécie e das fases de crescimento dos mesmos.

Para camarões de água doce, e em especial para a espécie, *M. rosenbergii*, não se encontrou na literatura, informações sobre a influência da farinha de sangue em suas dietas, sendo o presente trabalho, ao que parece a primeira contribuição.

TABELA 24 - Análise de variância dos resultados para o desempenho de produção dos camarões no ensaio biológico.

Causas de variação	G.L	Parâmetros de avaliação		
		Crescimento (cm)	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar
Valor de F para os tratamentos	4	0,73 ^{NS}	1,22 ^{NS}	0,42 ^{NS}
Coefficiente de variação		21,82	61,47	33,62

B) Conversão alimentar

As médias da conversão alimentar acompanharam o mesmo comportamento das médias de ganho de peso, isto é, as melhores conversões (valores menores) corresponderam às dietas IV, V e VI, porém, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os cinco tratamentos (TABELA 24). Os coeficientes de variação da conversão alimentar foram altos, com tendência a diminuir no decorrer do experimento.

Generalizando, é lícito concluir que os ligantes IV e V não causam efeito adverso no crescimento dos camarões, sendo comparáveis com o aglutinante tradicional- alginato (VI), e se julgados na base das médias, apresentam a tendência para ser mais eficientes do que o ligante II. Certamente não é possível concluir se o melhor desempenho das dietas IV e V, é devido a maior estabilidade das mesmas, fato este que as tornam disponível aos camarões por um período mais longo, ou devido à influência dos componentes químicos que sua utilização implica, porém os resultados indicam que a opção por ligantes alternativos é válida.

V. CONCLUSÕES

Os resultados com as dietas para camarão de água doce *M. rosenbergii*, permitem que sejam formuladas as seguintes conclusões:

1. Dietas densas e com boa estabilidade em água foram obtidas por extrusão, através da otimização dos seguintes parâmetros: umidade, 30%; temperatura de extrusão, 80/100/120°C; rotação da rosca, 70 rpm; diâmetro da matriz, 2 mm e taxa de compressão da rosca, 4:1. Os ligantes naturais apresentaram bons resultados na faixa de concentração de 10 a 30%. Variações no teor de minerais não influenciaram o desempenho das dietas, mas teores elevados de lipídios afetaram o desempenho das mesmas.
2. As dietas ligadas com os ingredientes naturais proporcionaram boa resistência à desintegração, perdendo apenas entre 6 a 20% de sólidos, enquanto a dieta ligada com alginato perdeu 30%, no período de 24 horas de lixiviação.
3. A lixiviação dos carboidratos solúveis e de aminoácidos livres totais foi rápida em todas as dietas, atingindo mais de 80% em 6 horas de submersão.
4. De modo geral, os melhores resultados para os parâmetros de produção foram proporcionados pelas dietas ligadas com sangue (IV e V) e a ligada com alginato (VI). Estas apresentaram melhor conversão alimentar e maior ganho de peso para o camarão *M. rosenbergii* em relação à dieta ligada com farelo integral de mandioca (II) e a ração comercial, embora este comportamento não tenha sido o mesmo em relação ao comprimento. No entanto, para todos os parâmetros, não foram observadas diferenças significativas entre as dietas.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ADAIR, C.R. Production and utilization of rice. In: Rice: Chemistry and Technology. St. Paul, Houston D.F., 1972. p. 7-74.
2. ADLER-NISSEN, J. Determination of the degree by hydrolysis of food protein hydrolysates by trinitrobenzenesulfonic Acid. J. Agric. Food Chem., 27 (6):1256-1262, 1979.
3. ANDREW, T.R. & MacLEAD, W.C. Application and control of the algin-calcium reaction. Food Prod. Dev., 4(5):99-104, 1970
4. ANFAR. Matérias-primas para a alimentação animal. padrão ANFAR. 4ed. São Paulo, Associação Nacional dos Fabricantes de Rações, 1985. 65 p.
5. ANONIMO. CRIAÇÃO DE CAMARÕES: produtores querem incentivo. Revista Nacional da Carne, (163): 64-64, 1990.
6. A.O.A.C. "Official methods of analysis. 11ed. Washington D.C., Association of Official Agricultural Chemists, 1975.
7. BALAZS, G.H.; ROSS, E.; BROOKS, C. C. Preliminary studies on the preparation and feeding of crustacean diets. Aquaculture, 2: 369 - 377, 1973.
8. BECKMAN INSTRUMENT INC. Amino Acid Analyser Instruction Manual, Palo-Alto, Spinco Division, 1977. (Beckman 118/119 BL, 118/119CL).
9. BIDDLE, G.N., MILLIKIN, R.R., FAIR, P.H.; FORTNER, A.R. The effects of dietary fiber on survival, growth and feed conversion of juvenile blue crabs (*Callinectes sapidus*). Proc. Tropical and Subtropical Fisheries Technological Conference of the Americas. 3: 285-296, 1978.

10. BOTTING, C.C. Extrusion technology in aquaculture feed processing. In: AQUACULTURE FEED PROCESSING AND NUTRITION WORKSHOP. Thailand, september 19-25/1991. Proceedings. Singapore, American Soybean Association, 1991. p.129 -137.
11. BLIGH, E.G. & DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol., 37(8): 911-917, 1959.
12. BRAND, C.W. & COLVIN, L.B. Compounded diets for early post - larval *Penaeus californiensis*. Proc. World. Maricul. Soc., 8:811-820, 1977.
13. CAMARGO, C. R. O. Cozimento por extrusão do amido e de produtos amiláceos. In: CAMARGO, C.R.O.; MANCILLA DIAZ, N.; HINOJOSA-GUTIERREZ, R.H. Tecnologia de extrusão: Produtos Texturizados e Expandidos. Campinas, Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia "André Toselo", 1988. parte 3. p. 1-40.
14. CARVALHO, J. "Engorda de camarão de água doce". Apostila de curso. ENCONTRO BRASILEIRO DE CRIADORES DE CAMARÃO DE ÁGUA DOCE. 1. João Pessoa, MCR Aquaculture, 1990. p.1-4.
15. CAVALCANTI, M.A.U. "Larvicultura da Camarões de Água Doce". Apostila do curso. ENCONTRO BRASILEIRO DE CRIADORES DE CAMARÃO DE ÁGUA-DOCE. 1. João Pessoa, MCR Aquacultura, 1990. p.2.
16. CHIANG, B.J. & JOHNSON, J.A. Gelatinization of starch in extruded products. Cereal Chem., 54 (3): 436-443, 1977.
17. CLIFFORD, R.C. & BRICK, R.W. Protein utilization in the fresh water shrimp *Macrobrachium rosenbergii*. Proc. World Maricul. Soc., 9:195-208, 1978.

- 18.COELHO, S.R.C. Nutrição de camarão. In: SIMPOSIO LATINO AMERICANO DE AQUICULTURA, 6 E SIMPOSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 5. Florianópolis, 1988. Anais. p.100-108.

- 19.COELHO, A. C.; PORTO, M. R.; SOARES, C. M. A. Biologia e cultivo de camarões de água doce. Recife, Unuversidade Federal de Pernambuco, 1982. Série Aquicultura N 1.

- 20.COLVIN, P. M. The effect of selected seed oil on the fatty acid composition and growth of *Penaeus indicus*. Aquaculture 8:81-89, 1976.

- 21.CONTRERAS GUZMAN, E. S. Desenvolvimento de novos produtos na base de plasma bovino. In: REUNIAO DO CONSORCIO DE INSTITUIÇÕES BRASILEIRAS NA AREA DE NUTRIÇÃO, 5. Anais. Campinas, CIBRAN, 1984. p.16-18. .

- 22.D'ABRAMO, L. Feed formulation and feeding strategies for monoculture of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. SIMPOSIO BRASILEIRO SOBRE CULTIVO DE CAMARAO, 3. Resumo/ Abstracts. João Pessoa, MCR Aquaculture, 1989. p.4..

- 23.DOMINY, W.G. & AKO,H. The utilization of blood meal as a protein ingredient in the diet of the marine shrimp *Penaeus vannamei*. Aquaculture, 70:289-299, 1988.

- 24.EL-DASH, A. A. Application and control of thermoplastic extrusion of cereals for food and industrial uses. In: POMERANZ, Y. & MUNCH, L. eds. Cereals a renewable resource: theory and practice. St. Paul, American Association of Cereal Chemists, 1982. p.1-52.

25. FAIR, P.H., FORTNER, A.R., MILLIKIN, M.R.; SICK, L.V. Effects of dietary fiber on growth, assimilation and cellulase activity of the prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). Proc. World Maricul. Soc., 11: 369-381, 1980.
26. FARMANFARMAIAN, A. & LAUTERIO, T. Amino acid composition of the tail muscle of *Macrobrachium rosenbergii* - comparison to amino acid patterns of supplemented commercial feed pellets. Proc. World Maricul. Soc. 11:454-462, 1980.
27. FARMANFARMAIAN, A.; LAUTERIO, T.; IBE, M. Improvement of the stability of commercial feed pellets for the giant shrimp (*M. rosenbergii*). Aquaculture 27, 29-41, 1982.
28. FENUCCI, J. L.; LAWRENCE, A.L.; ZEIN-ELDIN Z. P. The effects of fatty acid and shrimp meal composition of prepared diets on growth of juvenile shrimp, *Penaeus stylirostris*. J. World Maricul. Soc., 12(1):315 - 324, 1981.
29. FORSTER, J. R. M. Some methods of binding prawn diets and their effects on growth and assimilation. J. Cons. Int. Explor. Mer., 34(2):40 - 57, 1972 .
30. FORSTER, J. R. Studies on compounded diets for prawns. Proc. World Maricul. Soc., 3:389 - 402, 1975 .
31. GOMES, F.P. Curso de estatística experimental, 8 ed., Piracicaba, Nobel, 1978. 430p.
32. HASTINGS, W. Practical diet for tilapia (*Nilotica*) raised in tanks. CRC handbook series in nutrition and food. diets culture media and food supplements. Cleveland, CRC Press 1973. v.2. p.285.

33. HASTINGS, W. & DUPREE, H.K. Formula feed for channel catfish. Prog. Fish-Cult. 31:187-196, 1969.
34. HEINEM, J.M. Evaluation of some binding agents for crustacean diets. Prog. Fish Cult. 43(3):141-145, 1981.
35. HIGUERA, M. Diseños y métodos experimentales de evaluación de dietas. In: HIGUERA, M. coord. Nutrición en Acuicultura II. Madrid, CAICYT, 1987. p.210-228.
36. HILTON, J.W., CHO, C. H.; SLINGER, S.J. Effect of extrusion processing and steam pelleting diets on pellet durability, pellet water absorption, and the physiological response of rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.). Aquaculture 25: 185 - 194, 1981.
37. KABAT, E.A. & MAYER, M.M. In: THOMAS, C.C., Imunoquímica experimental. 2 ed. Springfield. 1964, p.498-499.
38. KAMER, J.H. van den & GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. Cereal Chemistry, 29(4): 239-251, 1952
39. KANAZAWA, A & TESHIMA, S. Essential Amino Acids of the prawn. Bull. Japan Soc. Sci. Fish., 47(10):1375-1377, 1981.
40. KANAZAWA, A.; TESHIMA, S.; SASADA, H.; RAHMAN, S.A. Culture of the prawn larvae with micro-particulate diets. Bull. Japan Soc. Sci. Fish. 48:195-199, 1982.
41. KANAZAWA, A.; TESHIMA, S.; TOKIWA, S. Nutritional requirements of prawn. VII. Effect of dietary lipids on growth. Bull. Japan Soc. Sci. Fish. 43(7):849-856, 1977a.

- 42.KANAZAWA, A.; TOKIWA, S.; KAYAMA, M.; HIRATA, M. Essential fatty acids in the diet of prawn. I. Effects of linoleic and linolenic acids on growth. Bull. Japan Soc. Sci. Fish. 43(9):1111-1114, 1977b.
- 43.KOEHNTOPP, P.I. & RODRIGUES, J.B.R. Determinação de aglutinantes para a ração de engorda de camarão *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). SIMPOSIO LATINO-AMERICANO, 6 E SIMPOSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA. 5. Anais. Florianópolis, 1988. p.665-672..
- 44.LIM, C. & DOMINY, W. Evaluation of soybean meal as a replacement for marine animal protein in diets for shrimp *Penaeus vannamei*). Aquaculture 87: 53-63, 1990.
- 45.LING, S.W. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). FAO Fish. Rep., 3(57): 589 -606, 1969.
- 46.LINKO, P.; COLONNA, P.; MERCIER, C. High-temperature short-time extrusion cooking. In: Advances in Cereal Science and Technology, 4: 144-235, 1981.
- 47.MACBAIN, R. Peletização de rações para animais. São Paulo, California Pellet Mill/Brasil. 1978. 32 p.
- 48.MACHADO, Z. L. Aquicultura: rações para camarões marinhos. In: MACHADO, Z.L. Tecnologia de recursos pesqueiros. Recife, Sudene, 1984. p.245-258. .
- 49.MALECHA, R.S. Aquaculture of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in Hawai, present status and application to the other areas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 1. Anais, Recife, 1980. p.1-23.

- 50.MANIK, R. Preliminary studies on the effect of different pelletized formulated feeds on the growth of *Macrobrachium rosenbergii*. Bull. Shrimp Cul. Res. Cent. 2 (1/2): 187 - 193, 1976.
- 51.MARCHIORI, M., MAGALHAES, C.V., YUNES, J.S.; LEVY, J.A. Studies on artificial feeding of *Penaeus paulensis*. Atlantica, 5(1):43-48, 1982.
- 52.MARTINS, S.N. & CONTRERAS GUZMAN, E.S. Effect of drying method of bovine blood on the performance of growing diets for tambaqui (*Colossoma macropomum*, Curvier, 1918) in experimental culture tanks. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FISH NUTRITION AND FEEDING. 5. Resumos. Santiago, 1992. p.115.
- 53.MEYER, S.P. Aquaculture feeds and chemoattractants. Infofish Marketing Digest (1): 35-37, 1987.
- 54.MEYERS, S. P.; BUTLER, D.P.; HASTINGS, W.H. Alginates as binders for crustacean rations. Prog. Fish-Culture, 34 (1):9-26, 1972.
- 55.MEYERS, S.P. & BRAND, C. W. Experimental flakes diets for fish and crustacea. Prog. Fish-Culture, 37(2):67-72, 1975.
- 56.MEYERS, S.P. & ZEIN-ELDIN, Z. P. Binders and pellets stability in development of crustacean diets. Proc. World Maricult. Soc., 3: 351-364, 1973.
- 57.MILLIKIN, M.R., FORTNER, A.R., FAIR, P.H.; SICK, L.V. Influence of dietary protein concentration on growth, feed conversion and general metabolism of juvenile prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). Proc. World Maricult. Soc., 11 369-381, 1980.

- 58.MURAI, T. A.; SUMALAGKAY, A.; PASCUAL, F. P. The water stability of shrimp diets with various polysaccharides as a binding agent. Iloilo city, SEAFDEC, Aquaculture Department Tigbauan, 1981. p.18-20. Quarterly Research Report. v.2.
- 59.NEW, M. B. A review of shrimp and prawn nutrition. Proc. World Maricul. Soc., 7: 277-288, 1976.
- 60.NEW, M.B. Freshwater prawn culture: a review. Aquaculture, 88: 99-143, 1990.
- 61.NEW, M.B. & SINGHOLKA. Freshwater prawn farming. A manual for the culture o *Macrobrachium rosenbergii* Rome, FAO, 1982, 118 p.
- 62.N.R.C. NATIONAL RESEARCH COUNCIL, Washington. Nutrients requirements of warmwater fishes. Washington, Academy of Science, 1977. 78 p.
- 63.ORME, L. Formulation specifications for starts diet SD6-27. Spearfish, U.S. Fish and Wildlife Service Diet Testing Development Center, Spearfish Fisheries Center, 1976.
- 64.PASCUAL, F. P.; BANDONIL, L.; DESTASO, W. The effect of different binders on the stability of feed for prawn. SEAFDEC Aquaculture Department Tigbauan, 1978. p.31-35. Quarterly Research Report. v.1
- 65.PASCUAL, F. P. & SUMALANGKAY, A. Gum Arabic, carrageenan of various types and sago palm starch as binders in prawn diets. SEAFDEC Aquaculture Department Tigbauan, 1981. p. 31-35. Quarterly Research Report. v.2.

66. PINHEIRO, S.N.X.; FAÇANHA, S.C.; ABREU, V.L.B.; SILVA, J.W.B.
Resultados de um cultivo do camarão gigante da Malásia,
Macrobrachium rosenbergii De Man. SIMPOSIO BRASILEIRO
SOBRE CULTIVO DE CAMARÕES. 3. Anais. João Pessoa, MCR
Aquaculture, 1989. p.373-387.
67. PROENÇA, C.E.M.. An evaluation of feeding attractants for one
growing *Macrobrachium rosenbergii*. Stirling, Institute of
Aquaculture, University of Stirling, 1990. 67 p., Tese
(Mestrado). University of Stirling.
68. RA'ANAN, Z. & COHEN, D. Production of the freshwater prawn
Macrobrachium rosenbergii in Israel. II. Selective stocking
of size subpopulations. Aquaculture, 31: 369-379, 1983.
69. SICK, L.V. & ANDREWS, J.W. The effect of selected dietary
lipids, carbohydrates and proteins on the growth, survival
and body composition of *P. duorarum*. Proc. Annu. Workshop
World Maricul. Soc., 4:263-276, 1973
70. SICK, L.V. & BEATY, H. Development of formula foods designed
for *Macrobrachium rosenbergii* larval and juvenile shrimp.
Proc. World Maricul. Soc., 3:89-102, 1975.
71. SILVA, M. C. Aproveitamento da casca de arroz na produção
de farinhas pré-gelatinizadas e seu uso na formulação de
alimentos infantis. Campinas, Faculdade de Engenharia de
alimentos, 1984. p.8. Tese (Mestrado) - Universidade
Estadual de Campinas.
72. SMITH, L.L.; LEI, P.G.; LAWRENCE, A.L.; STRAWN, K. Growth and
digestibility by three sizes of *Pennaeus vannamei* Boone:
effects of dietary protein levels and protein source.
Aquaculture 44:85-96, 1985.

73. STAHL, M.S. & AHEARN, G.A. Amino acid studies with juvenile *Macrobrachium rosenbergii*. Proc. World Maricult. Soc. 9: 209-216, 1978.
74. TACON, A.G.J. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. A training manual. 1. The essential nutrients, Brasília, FAO. 1987. p.94.
75. TACON, A.G.J. Nutrição e alimentação em Aquicultura: um acesso prático a pesquisa e desenvolvimento . SIMPOSIO LATINO-AMERICANO THE AQUICULTURA 6 e SIMPOSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA 5. Anais. Florianópolis, 1988. p.74-98.
76. VALENTI, W.C. Criação de camarões de água doce. São Paulo, Nobel, 1988, 64p.
77. VALENTI, W.C. Efeito da densidade populacional sobre o cultivo do camarão *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) no Norte do Estado de São Paulo: análise quantitativa (Crustacea, Palaemonidae). São Paulo, Departamento de Biologia - Instituto de Biociências, 1989, 132 p. Tese (Doutorado). - Universidade Estadual de São Paulo.
78. VALENTI, W.C. Criação de camarão da Malásia. apostila do curso. Jaboticabal, FUNEP, 1990. 53p.
79. VASQUES, O.E. & ROUSE, D.B. Growth response of *Macrobrachium rosenbergii* to different levels of water hardness and the role of the hepatopancreas in osmoregulation. In: ANN. MEETING WORLD AQUACULTURE SOCIETY, 18. Guayaquil, Equador, 1987. Abstract... p.36-37.
80. VENUGOPAL, M.N. & KESHAVANATH, P. Formulation, stability and keeping quality of three pelleted feeds used in carp culture. Fishery Technology 21: 11-15, 1984.

81.WILLIAMS, M.A. The preparation of floating and sinking fish feeds by extrusion. Infofish Marketing Digest (4):43 -44, 1986.

82.WINFREE, R.A. & STICKNEY, R.R. Formulation and processing of hatchery diets for channel catfish. Aquaculture 41:311 - 324, 1984.