

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA QUÍMICA E DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIENCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS**

RICARDO DE FIGUEIREDO GUILHERME

**COMPOSIÇÃO E ESTABILIDADE DE DEGRADAÇÃO DO ÁCIDO ASCÓRBICO
EM RAÇÕES PARA A AQUICULTURA**

JOÃO PESSOA - PB

2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

RICARDO DE FIGUEIREDO GUILHERME

**COMPOSIÇÃO E ESTABILIDADE DE DEGRADAÇÃO DO ÁCIDO ASCÓRBICO
EM RAÇÕES PARA A AQUICULTURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, em cumprimento às exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. José Marcelino Oliveira Cavaleiro

G956c Guilherme, Ricardo de Figueiredo
 Composição e estabilidade de degradação do ácido ascórbico em rações
 para aqüicultura/Ricardo de Figueiredo Guilherme – João Pessoa, 2000.
 106p.: il

 Orientador: José Marcelino Oliveira Cavaleiro.
 Dissertação (Mestrado) – UFPB/CT

 1. Ácido ascórbico – estabilidade. 2. Aqüicultura.

UFPB/BC

CDU 577.164.2 (043)

RICARDO DE FIGUEIREDO GUILHERME

**COMPOSIÇÃO E ESTABILIDADE DE DEGRADAÇÃO DO ÁCIDO ASCÓRBICO
EM RAÇÕES PARA A AQUICULTURA**

Dissertação aprovada em 02 de outubro de 2006

Prof. Dr. José Marcelino Oliveira Cavaleiro (UFPB)

Orientador

Prof.^a Dr.^a Marta Maria da Conceição (UFCG)

Examinador Externo

Prof. Dr. Pushkar Singh Bora (UFPB)

Examinador Interno

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, José Guilherme e Severina Faustino de Figueiredo, pelos ensinamentos da escola da vida, pelo apoio de todos os dias e por sempre acreditarem em mim.

Aos meus irmãos e irmãs que sempre estiveram ao meu lado me apoiando de todas as formas, sem nunca faltar o amor fraterno.

A minha esposa Carleuza Andrade da Silva que desde o início desta empreitada nunca me faltou com o seu amor e compreensão.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo conforto, pela força que me ergueu nos momentos que fraquejei;

A Universidade Federal da Paraíba (UFPB) pela oportunidade e apoio na realização do mestrado;

Aos meus pais JOSÉ GUILHERME e SEVERINA FAUSTINO DE FIGUEIREDO, por toda a compreensão, por todo amor e incentivo;

Aos meus irmãos (Djalma, Roberto, Cláudio, Enivaldo e Edivaldo) e irmãs (Ana Lúcia, Luciana e Alyne) que sempre estiveram ao meu lado me apoiando de todas as formas, sem nunca faltar o amor fraterno;

A minha esposa Carleuza Andrade da Silva que em todas as horas mostrou-se uma companheira incondicional sendo de fundamental importância ao longo dessa jornada e soube entender a minha ausência em alguns momentos;

Ao Prof. Dr. JOSÉ MARCELINO DE OLIVEIRA CAVALHEIRO pela anuência da orientação, amizade, compreensão e paciência nos momentos difíceis e por ter me conduzido nesta jornada de conhecimento, possibilitando o meu aperfeiçoamento técnico-científico;

Ao Prof. Dr. PUSHKAR SINGH BORA por toda a amizade, apoio, incentivo, e por trazer soluções nos meus momentos de dúvidas;

A Prof^a. Dr^a. MARTA MARIA DA CONCEIÇÃO pelo apoio acadêmico no momento que mais estava precisando.

Ao colega HUMBERTO BANDEIRA por sua dedicação ao Programa de Pós Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos;

A CAPES, órgão concessor da bolsa de auxílio social, indispensável durante o transcorrer do Mestrado;

Ao técnico do Laboratório de Flavor, CT/UFPB, GILVANDRO, pela atenção, paciência, amizade e total apoio durante a realização das atividades de laboratório.

Aos amigos do curso de Mestrado, que colaboraram e sempre ficaram torcendo pelo meu êxito, às vezes de longe, muitas outras de perto, ANA PAULA LOURA, ELAYNE, ELIOSSANDRA, GERLÂNDIA, GILSANDRO, LILIANE PEQUENO, OLIVALDO, PATRÍCIA, RAQUEL, RUTH, SUELY DE OLIVEIRA, WALÉRCIA ATAÍDE, JOÃO PAULO e VANESSA.

A todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	OBJETIVOS.....	18
2.1	Objetivo Geral.....	18
2.2	Objetivos Específicos.....	18
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	19
3.1	Importância do ácido ascórbico na nutrição dos camarões e peixes.....	20
3.1.1	Histórico e evolução.....	20
3.1.2	Aspecto químico do ácido ascórbico.....	21
3.1.3	Absorção e funções metabólicas.....	25
3.1.4	Influência no crescimento.....	27
3.1.5	Resposta ao estresse.....	29
3.1.6	Resistência a doenças.....	31
3.2	Formas do ácido ascórbico e doses utilizadas.....	33
3.2.1	Estabilidade.....	33
3.2.2	Bioatividade.....	35
3.2.3	Doses.....	38
3.3	Nutrição e alimentação de camarões peneídeos.....	41
3.3.1	Requerimentos nutricionais.....	42
3.3.1.1	Proteínas.....	43
3.3.1.2	Lipídeos.....	44
3.3.1.3	Carboidratos.....	45
3.3.1.4	Vitaminas.....	45
3.3.1.5	Minerais.....	46
3.3.2	A qualidade da ração.....	47
3.3.3	Armazenamento da ração.....	48
3.4	Ação do ácido ascórbico na dieta dos camarões peneídeos.....	49
3.4.1	Ácido ascórbico.....	52
3.5	Estabilidade do ácido ascórbico durante armazenamento e lixiviação.....	53

3.6	Estudos do comportamento térmico de produtos alimentícios.....	54
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	57
4.1	Matéria-prima.....	57
4.2	Métodos.....	57
4.2.1	Composição centesimal.....	57
4.2.2	Propriedade física das amostras.....	58
4.2.3	Análise da estabilidade do ácido ascórbico durante armazenamento, exposição a luz e a lixiviação.....	59
4.2.3.1	Condições de armazenamento.....	59
4.2.3.2	Exposição a luz.....	59
4.2.3.3	Lixiviação.....	60
4.2.4	Análise térmica das diferentes rações e premix vitamínico.....	60
4.2.4.1	Termogravimetria.....	60
4.2.4.2	Calorimetria Exploratória Diferencial.....	60
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
5.1	Composição química das rações e do premix vitamínico.....	61
5.2	Propriedade física das amostras.....	64
5.3	Estabilidade do ácido ascórbico nas rações e no premix vitamínico durante o armazenamento.....	64
5.3.1	Efeito do armazenamento nas amostras.....	65
5.4	Estabilidade do ácido ascórbico nas rações e no premix vitamínico submetidos a ambiente com ausência e presença de luz.....	69
5.4.1	Efeito da luz nas amostras.....	69
5.5	Estabilidade do ácido ascórbico nas rações submetido a água marinha e estuarina.....	72
5.5.1	Efeito da lixiviação nas amostras.....	73
5.6	Perfil térmico das rações e do premix vitamínico.....	77
5.6.1	Termogravimetria.....	77
5.6.2	Calorimetria Exploratória Diferencial.....	82
6	CONCLUSÃO.....	86
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
8	APÊNDICE	

LISTA DE TABELAS

TABELA01:	Composição centesimal das rações comerciais analisadas e do premix Vitamínico.....	61
TABELA02:	Perdas em percentual do ácido ascórbico presente em rações para camarão e no premix vitamínico submetidos a diferentes temperaturas.....	65
TABELA03:	Perdas em percentual do ácido ascórbico presente em rações para camarão e no premix vitamínico submetidos a ambiente com ausência e presença de luz.....	69
TABELA04:	Perdas em percentual do ácido ascórbico presente em rações para camarão submetidos a lixiviação em água marinha e estuarina.....	73

LISTA DE QUADROS

QUADRO01:	Percentagem da mortalidade do bagre-do-canal alimentado com níveis crescentes de ácido ascórbico e infectado com uma bactéria.....	32
QUADRO 02:	Formas de ácido ascórbico disponíveis para alimentação animal.....	33
QUADRO 03:	Recomendações dos níveis de ácido ascórbico na dieta para diferentes fases e/ou situações de cultivo de peixes.....	40
QUADRO 04:	Níveis de ácido ascórbico nas rações comerciais em função da fase de desenvolvimento e hábito alimentar.....	41
QUADRO 05:	Características físicas das rações para camarão.....	42
QUADRO 06:	Níveis recomendados de vitaminas em rações comerciais de camarões.....	46
QUADRO 07:	Requerimento de ácido ascórbico na dieta para camarões peneídeos.....	52
QUADRO 08:	Alíquotas de proteínas exigidas por diferentes espécies de camarões (<i>Penaeus sp.</i>) para obtenção máxima de crescimento.....	62

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01:	Degradação de ácido ascórbico contido na Amostra 01 submetido aos diferentes ambientes.....	65
FIGURA 02	Degradação de ácido ascórbico contido na Amostra 02 submetido aos diferentes ambientes.....	66
FIGURA 03	Degradação de ácido ascórbico contido na Amostra 03 submetido aos diferentes ambientes.....	66
FIGURA 04	Degradação de ácido ascórbico contido na Amostra 04 submetido aos diferentes ambientes.....	67
FIGURA 05	Degradação de ácido ascórbico contido na Amostra 05 submetido aos diferentes ambientes.....	68
FIGURA 06	Degradação do ácido ascórbico contido na Amostra 01 exposta a ambientes com ausência e presença de luz.....	70
FIGURA 07	Degradação do ácido ascórbico contido na Amostra 02 e 03 exposta a ambientes com ausência e presença de luz.....	70
FIGURA 08	Degradação do ácido ascórbico contido na Amostra 05 exposta a ambientes com ausência e presença de luz.....	71
FIGURA 09	Degradação do ácido ascórbico contido na Amostra 01 submetido a lixiviação em água marinha e estuarina.....	73
FIGURA 10	Degradação do ácido ascórbico contido na Amostra 02 submetido a lixiviação em água marinha e estuarina.....	74
FIGURA 11	Degradação do ácido ascórbico contido na Amostra 03 submetido a lixiviação em água marinha e estuarina.....	74
FIGURA 12	Degradação do ácido ascórbico contido na Amostra 04 submetido a lixiviação em água marinha e estuarina.....	75
FIGURA 13	Curva TG da Amostra 01.....	78

FIGURA 14	Curva TG da Amostra 02.....	79
FIGURA 15	Curva TG da Amostra 03.....	80
FIGURA 16	Curva TG da Amostra 04.....	80
FIGURA 17	Curva TG da Amostra 05.....	81
FIGURA 18	Curva DSC da Amostra 01.....	82
FIGURA 19	Curva DSC da Amostra 02.....	83
FIGURA 20	Curva DSC da Amostra 03.....	83
FIGURA 21	Curva DSC da Amostra 04.....	84
FIGURA 22	Curva DSC da Amostra 05.....	85

APÊNDICE

TABELA 01	Degradação do ácido ascórbico presente em rações para camarão e no premix vitamínico submetidos ao ambiente de geladeira ($6^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).....
TABELA 02	Degradação do ácido ascórbico presente em rações para camarão e no premix vitamínico submetidos a temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$).....
TABELA 03	Degradação do ácido ascórbico presente em rações para camarão e no premix vitamínico submetidos ao ambiente de estufa ($40^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$).....
TABELA 04	Degradação do ácido ascórbico presente em rações para camarão e no premix vitamínico submetidos a ambiente com ausência e presença de luz.....
TABELA 05	Degradação do ácido ascórbico presente em rações para camarão submetidas a lixiviação em água marinha e estuarina.....

RESUMO

COMPOSIÇÃO E ESTABILIDADE DO ÁCIDO ASCÓRBICO EM RAÇÕES PARA AQUICULTURA.

O crescente desenvolvimento da aquicultura nos últimos anos vem despertando o interesse de se estudar a melhor forma de utilização das rações, visto que representa 60% do custo total de produção. As vitaminas são itens nutricionais fundamentais para os organismos, visto que muitos processos fisiológicos e bioquímicos dependem de um suprimento adequado das mesmas. O ácido ascórbico é uma das vitaminas essenciais para os peixes e camarões. Os peixes e camarões assim como outros animais são conseguem sintetizar esta vitamina. O nível de inclusão de ácido ascórbico em uma dieta deve considerar a variação da matéria-prima, as interações entre nutrientes e não nutrientes e as perdas no processamento, estocagem e lixiviação. O estudo avaliou a composição centesimal e a estabilidade térmica, exposição à luz e aquática do ácido ascórbico em diferentes rações e no premix vitamínico utilizado na aquicultura. Todas as rações analisadas estavam de acordo com as exigências nutricionais dos camarões da espécie *Penaeus sp.* As amostras 01 (ração para a aquicultura) e 05 (premix vitamínico) foram as que apresentaram as maiores perdas de ácido ascórbico durante a degradação térmica, exposição à luz e lixiviação.

Palavras-chave: ácido ascórbico, estabilidade, aquicultura.

ABSTRACT

COMPOSITION AND STABILITY OF THE ASCORBIC ACID IN DIETS FOR AQUACULTURE.

The increasing development of aquaculture in the last years has been increasing the interest of studying the best way of using diets, once it represents 60% of the total cost of the production. Vitamins are fundamental nutritional items for the organisms, as it was seen that many physiological and biochemical processes depend on a correct supply of them. The ascorbic acid is one of the essential vitamins for fish and shrimps. The purport of inclusion of ascorbic acid in a diet must take in consideration the variation of the raw material, the interactions between the nutrients and non-nutrients and the losses in the processing, storage and leaching. The study evaluated the centesimal composition and the thermal stability, exposition to light and leaching of the ascorbic acid in different diets and in the vitamin premix used in aquaculture. All the analyzed diets were according to the nutritional demands of shrimps from the *Penaeus sp.* species. The samples 01 (aquaculture diet) and 05 (vitamin premix) were the ones that presented the biggest losses of ascorbic acid during the thermal degradation exposition to light and leaching.

Keywords: ascorbic acid, stability, aquiculture.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento do mercado mundial de pescado é atualmente sustentado, quase que inteiramente, pelo cultivo racional das espécies aquícolas. A captura em águas marinhas e interiores, embora ainda responda por cerca de 70% da produção mundial, tem permanecido estacionada em torno de 93 milhões de toneladas ao longo dos últimos anos (ORMOND *et. al.* 2004).

A aquicultura atualmente constitui-se num dos sistemas de produção que mais cresce no mundo. Em seu crescente desenvolvimento nos últimos anos, vem utilizando diferentes espécies de animais aquáticos na tentativa de atender a uma demanda global por alimentos que a cada dia se acentua. Os crustáceos, em especial os camarões peneídeos, vêm se destacando mundialmente, tanto pelo seu alto valor nutritivo, como também por sua enorme capacidade de adaptação as mais variadas condições de cultivo (ALMEIDA *et. al.* 2004).

Segundo Carvalho (2004), o cultivo de camarões de engorda em sistemas intensivos e semi-intensivos, requer uma dieta rica em nutrientes, onde além do alimento natural é também oferecido como complemento o alimento artificial (ração industrializada). Para Kassai (2004) com o crescimento no setor de produção da aquicultura, a demanda por alimentos e conseqüentemente o custo com a alimentação torna-se cada vez mais elevado, chegando em torno de 60% em termos de custos operacionais.

As pesquisas em relação à nutrição vitamínica dos camarões são escassas. Isto é aparente na indústria de rações comerciais, onde as fontes de premixes vitamínicos e níveis recomendados podem variar de 50 a 100%.

Normalmente as rações comerciais enriquecidas com vitaminas são onerosas ao produtor. As suplementações das rações com vitaminas podem ser tão altas quanto 15% do custo de ingredientes totais da ração comercial.

O enriquecimento vitamínico das rações é realizado por várias razões. Primeiro: pouco se conhece sobre as exigências vitamínicas do camarão. A aquicultura gera lucros consideráveis e o custo de enriquecimento é alto, mesmo assim é válido realizar essa prática para manter a qualidade da ração. Segundo: o

camarão alimenta-se lentamente e esta ração deve permanecer na água durante várias horas. Vitaminas, especialmente as hidrossolúveis sofrerão lixiviação. Terceiro: a maioria das vitaminas são degradadas durante o processamento e armazenamento, particularmente no caso do ácido ascórbico. E quarto: o conteúdo de vitaminas nas rações varia muito. É bastante oneroso analisar cada ingrediente ou cada grupo de ingredientes, assim é mais fácil enriquecer.

A estabilidade do ácido ascórbico é um problema muito mais importante nas rações utilizadas na aqüicultura do que nas rações utilizadas para outras espécies, porque esta vitamina é hidrossolúvel e tem contato direto com água.

O ácido ascórbico é um micronutriente essencial na dieta de camarões e peixes (FFI, 1984). Esta vitamina é considerada extremamente lábil quimicamente e acredita-se que a razão da sua destruição seja em função do tempo, temperatura, oxigênio, pH luminosidade e lixiviação (SOLIMAN, JAUNCEY e ROBERTS, 1987). Eva *et. al.* (1976) afirma que 20% do ácido ascórbico adicionado nas rações para a aqüicultura é degradado durante o processamento e aquelas rações armazenadas em temperatura ambiente chegam a perder até 35% de vitamina adicionada previamente durante a elaboração da ração.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a composição centesimal e a estabilidade térmica, exposição à luz, lixiviação do ácido ascórbico em diferentes rações e premix vitamínico utilizadas na aqüicultura.

2.2 Objetivos Específicos

Realizar as análises de composição centesimal das diferentes rações, bem como do premix vitamínico.

Avaliar a estabilidade do ácido ascórbico presente nas rações e no premix vitamínico durante armazenamento, exposição à luz e lixiviação em função de diferentes temperaturas.

Avaliar o perfil da decomposição térmica das rações e do premix vitamínico utilizando a Termogravimetria.

Determinar as transições entálpicas correspondentes ao processo de decomposição térmica das rações e do premix vitamínico, utilizando a Calorimetria Exploratória Diferencial.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Os camarões e peixes, de um modo geral, necessitam dos mesmos nutrientes exigidos pelos animais terrestres para o crescimento, reprodução e outras funções fisiológicas. Esses nutrientes podem vir de organismos aquáticos ou de rações comerciais. Na carcinicultura e piscicultura, como os camarões e peixes são mantidos em confinamento, o alimento natural se torna escasso, necessitando assim de uma ração nutricionalmente completa e balanceada.

O ácido ascórbico (vitamina C) é conhecido como promotor de numerosos processos bioquímicos e fisiológicos, tanto em animais como em plantas. A maioria dos animais pode sintetizar esta vitamina em quantidades suficientes para prevenir os sinais clínicos de deficiência, conhecida como escorbuto. Entretanto, primatas, porcos da Índia, peixes, camarões, morcegos, pássaros e alguns insetos necessitam de uma fonte dietética de vitamina C para prevenir ou reverter os sintomas do escorbuto (O'KEEFE, 2001).

Quando cultivados, os camarões e peixes têm se mostrado altamente sensíveis a dietas deficientes em ácido ascórbico, especialmente nos estágios iniciais de crescimento (LAVENS *et al.*, 1995). Muitos sinais, como crescimento reduzido, perda de apetite, conversão alimentar prejudicada, deformidades esqueléticas (lordose - curvatura da coluna vertebral de convexidade anterior; escoliose - desvio da coluna vertebral para um lado; e cifose - curvatura da coluna vertebral de convexidade posterior; STEDMAN, 1996), deformidades no opérculo e nas cartilagens das brânquias, anemia, hemorragia de vários órgãos, demora ou diminuição da cicatrização de feridas, coloração escura, redução do desempenho reprodutivo e diminuição da eclodibilidade têm sido encontrado em peixes que consomem dietas deficientes nesta vitamina (LOVELL, 1989; MASUMOTO *et al.*, 1991; TACON, 1995). Nos camarões peneídeos os sinais de deficiência são os seguintes: síndrome da morte negra (escurecimento do exoesqueleto, lesões hemolíticas melanizadas), perdas de apetite e conversão alimentar prejudicada, crescimento e sobrevivência reduzida.

O ácido ascórbico, na sua forma pura, é bastante instável, sendo facilmente destruído por temperaturas elevadas, luz, umidade, microelementos e lipídios

oxidados (TACON, 1991). Estes fatores também contribuem para as perdas de ácido ascórbico na ração durante o processo de industrialização e posterior armazenamento (SKELBAEK *et al.*, 1990; TACON, 1991; MASUMOTO *et al.*, 1991).

Existem várias formas de ácido ascórbico e a estabilidade das mesmas tem sido testada nas rações industrializada para peixes e camarões (SOLIMAN *et al.*, 1986a; SKELBAEK *et al.*, 1990). Os trabalhos demonstram que as formas protegidas (ácido ascórbico-2-sulfato, ácido ascórbico-2-monofosfato, ácido ascórbico-2-difosfato, ácido ascórbico-2-trifosfato) são as mais estáveis e resistentes ao processo de industrialização e armazenamento e podem, desta forma, ser incorporadas em menores quantidades na ração para camarões e peixes (MATUSIEWICZ *et al.*, 1995; O'KEEFE, 2001).

3.1 Importância do ácido ascórbico na nutrição dos camarões e peixes

3.1.1 Histórico e evolução

O ácido hexurônico, descoberto em 1928 por Albert Szent-György, mostrou propriedades notáveis por ser facilmente e reversivelmente oxidado. Foi posteriormente identificado como sendo idêntico ao componente antiescorbúutico presente nos limões e limas, sendo renominado para ácido ascórbico (ROSE & CHOI, 1990; DABROWSKI *et al.*, 1994).

Na literatura sobre nutrição de peixes, o primeiro autor a tratar desta vitamina e dos danos causados pela sua deficiência foi McLaren *et al.* (1947). Posteriormente Kitamura *et al.* (1965) e muitos outros autores estudaram a importância e a necessidade do ácido ascórbico na alimentação de peixes (DABROWSKI *et al.*, 1994). Albert Szent-György postulou que o ácido ascórbico desempenha uma importante função nos mecanismos oxidativos em todas as espécies animais e vegetais. Tem sido recentemente reconhecido que os radicais livres ou as moléculas que contêm oxigênio e que são altamente reativas atuam diretamente no desenvolvimento de doenças.

Portanto, a hipótese que tem sido levantada é de que os primeiros vertebrados, que evoluíram antes do aumento do oxigênio atmosférico aos níveis atuais e que viveram nas águas onde a pressão de oxigênio é muito menor que na superfície terrestre, não necessitariam do ácido ascórbico como necessitam as espécies terrestres, mais recentes evolutivamente que as primeiras (ROSE & CHOI, 1990).

3.1.2 Aspecto químico do ácido ascórbico

Ácido ascórbico é o nome comum dado ao ácido 2,3-enediol-*L*-gulônico. É o agente redutor mais potente disponível às células e sua maior importância é devido a sua atuação como antioxidante, (KANEKO *et. al.*, 1997). Dado o seu alto potencial de redução. Contudo em determinadas condições o ácido ascórbico também pode atuar como um pró-oxidante. Ambos os átomos de hidrogênio do grupo enediol (dois átomos de carbono duplamente ligados; STEDMAN, 1996) podem dissociar nas posições C-2 e C-3 (SMITH *et. al.*, 1983), facilitando o transporte de hidrogênio dentro da célula animal (TACON, 1987), o que resulta na grande acidez desta vitamina ($pK_1=4,2$; KANEKO *et. al.*, 1997). Os enediois são excelentes agentes redutores, sendo que a reação de redução normalmente ocorre de um modo gradativo, com o ácido monodesidroascórbico como uma semi quinona (radical livre que resulta da remoção de um átomo de hidrogênio com seu elétron durante o processo de desidrogenação; STEDMAN, 1996) intermediária (KANEKO *et. al.*, 1997).

O ácido desidroascórbico não é tão hidrofílico como o ácido ascórbico. Como tal, esta forma do ácido ascórbico se move facilmente através das membranas (KANEKO *et. al.*, 1997) e mantém o seu potencial vitamínico, pois pode ser reconvertida para ácido ascórbico através de redutases e co-fatores específicos, como a enzima *glutathione* e o NADP⁺ (LOVELL, 1989; NRC, 1993; O'KEEFE, 2001). A forma desidrogenada, entretanto, é mais facilmente quebrada por um álcali, sofrendo a hidrólise do anel lactona, produzindo irreversivelmente o ácido 2,3-

dicetogulônico (LOVELL, 1989; MASUMOTO *et. al.*, 1991; SMITH *et. al.*, 1983; O'KEEFE, 2001), conforme Fig. 1.

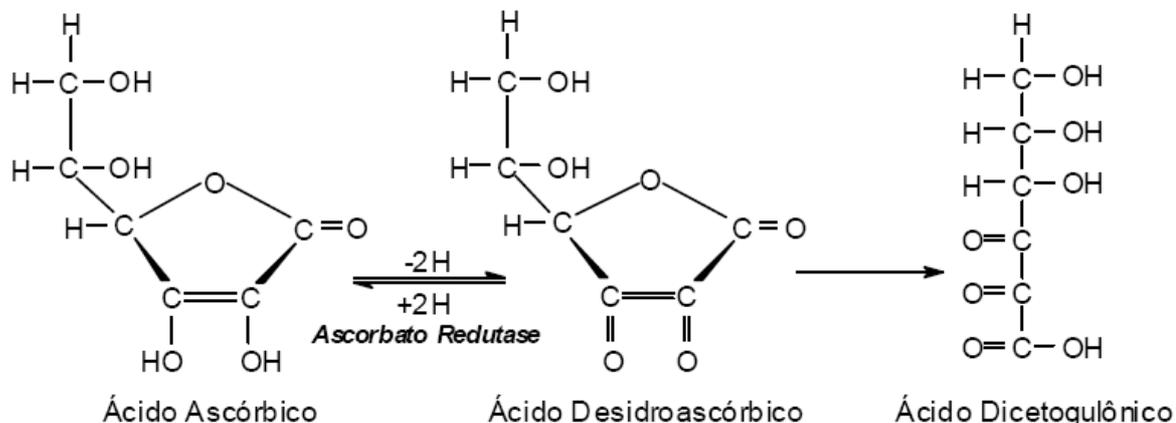


Fig. 1. Rota de oxidação e degradação do ácido ascórbico (MASUMOTO *et. al.*, 1991).

Quando ingerido em quantidades acima das necessidades metabólicas, níveis teciduais de ácido ascórbico são mantidos homeostaticamente. A homeostase (processo pelos quais é mantido o equilíbrio corporal com relação a diversas funções e composições químicas de líquidos e tecidos; STEDMAN, 1996) ocorre através da indução da descarboxilase do ácido ascórbico e da atividade enzimática de quebra, que resulta no aumento da degradação do ascorbato para CO₂ mais ribulose, ou ácido oxálico mais ácido treônico (KANEKO *et. al.*, 1997).

Em muitos organismos, a glicose, através da UDP-glicose, promove o aumento do *D*-glicuronato, um componente dos glicosaminoglicanos e um participante essencial em certos processos de desintoxicação, como também da síntese de ácido ascórbico no organismo (NELSON & COX, 2000). Muitas espécies animais, como vacas, ovelhas e cabras, produzem seu próprio ácido ascórbico pela conversão do ácido glicurônico derivado da glicose. Três enzimas são necessárias para realizar esta conversão, entretanto uma destas enzimas está faltando nos peixes (HOLFORD, 1997). A fim de manter as funções que necessitam de ácido ascórbico, os animais que a sintetizam produzem de 10 a 60 mg de ácido ascórbico por 1.000 kcal utilizadas no curso do metabolismo normal, através da rota do glicuronato (Fig. 2). Esta rota inicia-se com a *D*glicose-1-fosfato, a qual é ativada mediante a união de um nucleotídeo (uridinadifosfato - UDP) e é catalisada pela

enzima *glicose-1-fosfato uridil transferase*. A UDP-glicose sofre depois uma oxidação no carbono 6 (C-6) para formar o ácido glicurônico (UDP-D-glicuronato), a qual é catalisada pela enzima *UDP-glicosedesidrogenase* (KANEKO *et al.*, 1997). Nesse momento o ácido glicurônico pode entrar na rota da síntese do ácido ascórbico (SMITH *et al.*, 1983; NELSON & COX, 2000). O D-glicuronato, formado a partir da hidrólise do UDP-D-glicuronato, é o precursor do ácido L-ascórbico. Nesta rota, D-glicuronato é reduzido para o açúcar ácido L-gulonato, o qual é convertido para lactona, a L-gulonolactona, que então sofre desidrogenação pela flavoproteína *L-gulonolactona oxidase* para produzir ácido L-ascórbico (NELSON & COX, 2000), conforme Fig. 2.

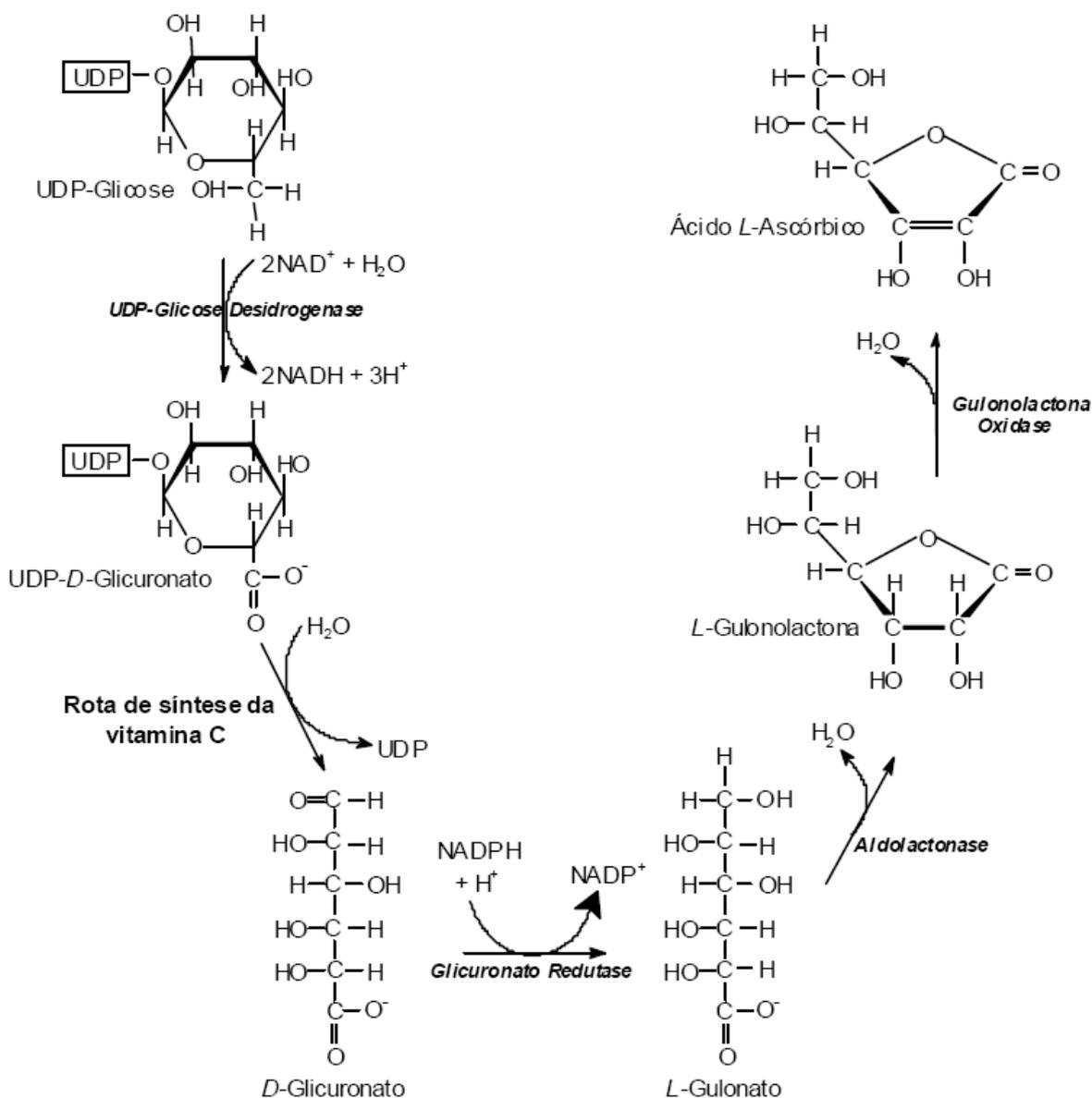


Fig. 2. Rota de biossíntese do ácido ascórbico (Nelson & Cox, 2000).

Entretanto, o ácido ascórbico não é sintetizado por alguns animais, como os primatas, os porcos da Índia, algumas cobras e alguns pássaros (KITAMURA *et. al.*, 1965; SMITH *et. al.*, 1983; MCCLUSKEY, 1985; O'KEEFE & GRANT, 1991; JOBLING, 1994; KANEKO *et. al.*, 1997; NELSON & COX, 2000). Muitas espécies de peixes também parecem ter falta ou limitada habilidade de sintetizar o ácido ascórbico (KITAMURA *et. al.*, 1965; JOBLING, 1994; O'KEEFE, 2001). Esta essencialidade dietética da vitamina C nos peixes, camarões e nos outros animais provavelmente se deve pela falta ou insuficiência da enzima *L-gulonolactona oxidase*, que catalisa o último passo da transformação do ácido glicurônico em ácido ascórbico (Fig. 2; SMITH *et. al.*, 1983; LOVELL, 1989; WILSON & POE, 1973; YAMAMOTO *et. al.*, 1978). Esta enzima é necessária para a biossíntese do ácido ascórbico através da glicose ou de outros precursores simples (NELSON & COX, 2000).

Nos peixes, anfíbios e répteis, o ácido ascórbico, quando produzido pelo organismo, ocorre nos rins. Nos mamíferos, o fígado é o local de produção e os rins são inativos (Mccluskey, 1985). Aparentemente, durante o curso evolutivo das espécies animais, a produção de enzimas para a síntese do ácido ascórbico mudou do rim, pequeno e saturado, para o fígado, mais amplo. Esta mudança foi a resposta evolutiva para a necessidade das espécies mais desenvolvidas por maiores fornecimentos desta substância vital (STONE, 1997). Esta mudança evolutiva dos rins para o fígado ocorreu juntamente com a mudança dos mecanismos de regulação da temperatura, quando os animais de sangue quente se desenvolveram a partir dos seus antecessores de sangue frio. Nos peixes, anfíbios e répteis, todos animais de sangue frio, as quantidades de ácido ascórbico produzidas nos seus pequenos rins eram suficientes para as suas necessidades. Entretanto, com o desenvolvimento da regulação da temperatura, que gerou os mamíferos, mais ativos e de sangue quente, cujos rins que estavam bioquimicamente saturados e não podiam mais suportar a produção de ácido ascórbico em grandes quantidades. Tanto os mamíferos quanto os pássaros, as duas linhas de vertebrados evoluíram conjuntamente e chegaram, de forma independente, a mesma solução para esse problema fisiológico, mudando para o fígado o local de síntese da vitamina C (STONE, 1997).

O fato de quase todas as espécies animais continuarem a sintetizar vitamina C sugere que a quantidade dessa vitamina, que geralmente está disponível na dieta, não é suficiente para uma nutrição adequada, exceto em circunstâncias excepcionais, como as que ocorrem em ambientes tropicais. Em circunstâncias normais, a quantidade diária de ácido ascórbico produzida pelo organismo, ajustada para a comparação com um animal com peso corporal de 10 kg, é algo entre 400 mg e 3.000 mg de vitamina C. Os animais produzem quantidades variáveis, dependendo das circunstâncias, como por exemplo, em condições de estresse ou infecção a sua síntese pode facilmente quadruplicar (HOLFORD, 1997).

3.1.3 Absorção e funções metabólicas

A absorção do ácido ascórbico no intestino difere de forma notável entre os mamíferos que não sintetizam esta vitamina e aqueles que a sintetizam. Os animais que necessitam de fontes exógenas de vitamina C necessitam de uma absorção intestinal muito eficiente, que os levou a possuir um processo mediado por um transportador e que opera no epitélio intestinal, sendo altamente dependente da concentração de Na^+ na mucosa (DABROWSKI *et. al.*, 1994).

A absorção celular de ácido ascórbico ocorre pelos processos de difusão facilitada simples e ativa. Nos peixes, como nos mamíferos, a absorção da vitamina C, que ocorre na membrana apical do enterócito, é realizada através de transportadores específicos dependentes de Na^+ , promovendo, portanto uma absorção de Na^+ pela célula. A absorção da vitamina e do sódio não gasta energia diretamente, mas é dependente de um gradiente formado por um sistema de transporte ativo, usualmente a bomba de Na^+/K^- . Esta bomba cria um gradiente de sódio favorável à sua entrada no enterócito. Desse modo, o Na^+ tende a entrar e, como o transportador só funciona se houver uma vitamina conectada, acaba por carregar ambos para dentro da célula. O ácido ascórbico, na sua forma reduzida, passa por difusão do interior do enterócito para os capilares sanguíneos existentes nas dobras intestinais (ROSE & CHOI, 1990; VERLHAC & GABAUDAN, 1998; BALDISSEROTTO, 2002). O número de transportadores específicos de vitamina C

na mucosa intestinal são substrato dependentes, logo, quanto maior a suplementação desta vitamina, mais eficiente será a sua absorção (DABROWSKI *et. al.*, 1994).

O principal papel biológico do ácido ascórbico é como agente redutor, atuando em um grande número de funções importantes. Ele serve como co-fator nas oxidações, com funções distintas, as quais promovem a incorporação de oxigênio molecular em vários substratos (KANEKO *et. al.*, 1997). Atua também em várias reações de hidroxilação como, por exemplo, nas hidroxilações de lisina e prolina no protocolágeno, necessárias para as ligações cruzadas entre as fibras de colágeno, pois mantêm o ferro prostético (co-fator) da enzima *hidroxilase* na forma ferrosa (reduzida), mantendo a atividade enzimática. Por esta razão, o ácido ascórbico é importante na manutenção do tecido conectivo normal e na cicatrização, onde o tecido conectivo é o primeiro a proliferar, atuando, portanto, na síntese protéica (KANEKO *et. al.*, 1997). O ácido ascórbico também é importante na formação do osso, por participar na síntese do colágeno da matriz óssea, (SMITH *et. al.*, 1983; LOVELL, 1989; TACON, 1991; MASUMOTO *et. al.*, 1991; NRC, 1993; JOBLING, 1994; KANEKO *et. al.*, 1997).

A atividade do ácido ascórbico é necessária pelo fígado para a destoxificação do organismo, utilizando as hidroxilases (mono-oxigenases) e algumas hidroxilases dependentes do Citocromo P450 que promovem a hidroxilação dos esteróides e drogas em outros xenobióticos e que também utilizam a vitamina C o como um agente redutor (O'Keefe & Grant, 1991; NRC, 1993, Iwama *et al.*, 1997). Contaminantes dietéticos e do ambiente, como os metais pesados (YAMAMOTO & INOUE, 1985) e pesticidas organoclorados (MAYER & MEHRLE, 1978) aumentam as necessidades de vitamina C pelos peixes. Segundo Murty (1988), o aumento do uso de vitamina C pelos peixes para a detoxificação de xenobióticos químicos causa uma deficiência funcional desta vitamina.

Segundo Shiau & Jan (1992), anemia é comum em peixes com deficiência em ácido ascórbico devido a uma redução na absorção e redistribuição do ferro e conseqüentemente uma redução na síntese de hemoglobina. Em tilápia híbrida, os peixes alimentados com uma ração sem suplementação de vitamina C apresentaram menores valores de hematócritos (volume percentual no sangue de hemácias - células ricas em hemoglobina) que os peixes que receberam suplementação.

O ácido ascórbico, em contraste com a vitamina E, é hidrofílico, atuando melhor em ambientes aquosos e, como é um inativador de radicais livres, pode reagir diretamente com os superóxidos e com os ânions hidroxilas, como também com vários lipídios hidroperoxidados dissolvidos no citoplasma, mantendo a integridade da membrana celular. Entretanto, a sua principal função como antioxidante se deve, possivelmente, à regeneração da forma reduzida da vitamina E, prevenindo assim a peroxidação lipídica (NRC, 1993; MARKS *et. al.*, 1996).

3.1.4 Influência no crescimento

O ácido ascórbico influencia diretamente o crescimento dos camarões e peixes, pois tem função importante na formação do colágeno, que é o principal componente do exoesqueleto e esqueleto, sendo, por isso, necessário para o desenvolvimento normal do organismo.

Em um experimento sobre crescimento de juvenis de tilápia nilótica, onde cinco formas de ácido ascórbico foram avaliadas (ácido-L-ascórbico, ácido-L-ascórbico sódico, ácido-L-ascórbico revestido por glicerídeos, ácido-L-ascórbico-2-sulfato e ascorbil-palmitato), por um período de oito semanas, foi verificado que a composição da carcaça foi pouco modificada. Entretanto, os peixes alimentados com dieta isenta de ácido ascórbico apresentaram vários sinais de deficiência após a sexta semana, como anemia, hemorragias, deformidade espinhal, opérculo diminuído, exoftalmia e erosão da nadadeira caudal.

Características semelhantes foram encontradas por Shiau & Hsu (1995) após oito semanas de alimentação de juvenis de tilápia híbrida com uma dieta isenta de ácido ascórbico, porém não foram encontradas anormalidades na coluna vertebral. Verificou-se, entretanto, que a concentração de colágeno na coluna foi proporcional à concentração de ácido ascórbico da dieta.

Em um experimento com larvas de tilápia mossâmbica foi observado redução no crescimento e piora na conversão alimentar em larvas alimentadas com dieta isenta de ácido ascórbico. Estes sinais foram mais pronunciados em larvas oriundas de reprodutores que não receberam ácido ascórbico na dieta em relação àqueles

que receberam. Outra consequência da deficiência vitamínica foi a alta porcentagem de larvas deformadas, cuja análise histológica revelou que a deformidade estava relacionada com danos na coluna vertebral (SOLIMAN *et. al.*, 1986b).

Outro experimento com alevinos de truta arco-íris mostrou que, após 18 semanas de alimentação com dieta isenta de ácido ascórbico, os peixes não apresentaram nenhum sinal visível de escorbuto. Porém, em um experimento anterior, usando alevinos bem menores, os sinais de deficiência de ácido ascórbico apareceram na nona semana (MATUSIEWICZ *et. al.*, 1995). Isto levou à conclusão de que peixes menores possuem maior exigência em ácido ascórbico do que peixes maiores, demonstrando que as necessidades dietéticas de vitamina C pelos peixes parecem decrescer com a idade (MATUSIEWICZ *et. al.*, 1995), possivelmente devido a uma menor necessidade para as funções bioquímicas com a idade, uma reutilização endógena mais eficiente ou pelo aumento da capacidade de armazenamento (WAAGBO *et. al.*, 1989).

Alevinos de bagre-de-canal apresentaram sinais de escorbuto, como escoliose, lordose e anorexia, 12 semanas após receberem dieta isenta de ácido ascórbico. Além disso, foi constatado que estes animais apresentaram tamanhos significativamente menores e com menos colágeno ósseo que aqueles alimentados com uma dieta contendo alguma fonte desta vitamina (MUSTIN & LOVELL, 1992).

Em alevinos de piauçu, a suplementação de vitamina C, com doses entre 50 e 850 mg/kg de ração, não apresentou influência significativa no ganho de peso e na taxa de sobrevivência (MELLO *et. al.*, 1999). Utilizando doses maiores em alevinos de pintado (entre 0, 500, 1.000, 1.500, 2.000 e 2.500 mg/kg), Fujimoto *et. al.* (2000) observaram que ocorreram deformidades no sistema ósseo nos peixes alimentados sem suplementação a partir do segundo mês de experimento, com maior ocorrência de deformidades na boca e nas nadadeiras. Como as dietas deficientes em vitamina C resultam em má formação de ossos e cartilagens, principalmente na região do opérculo, que ficam curtos e deformados, deixando parte das brânquias expostas, como ocorre também deformidade nos arcos branquiais e cartilagens de sustentação das lamelas e filamentos branquiais, ocorre como consequência, uma perda de eficiência no bombeamento de água através das brânquias (diminui a ventilação) e na extração de oxigênio da água pelo peixe, ficando menos tolerante às condições de baixo oxigênio dissolvido (KUBITZA, 1999).

3.1.5 Resposta ao estresse

Atualmente, nos modernos sistemas de aquicultura intensiva, os camarões e peixes são criados em altas densidades utilizando grandes quantidades de ração. Sob estas condições certamente haverá alta concentração de amônia, oriunda dos excrementos ou da excreção de nitrogênio, conjuntamente com a diminuição dos níveis de oxigênio dissolvido (OD), devido a intensa utilização pelos peixes e à degradação da matéria orgânica do viveiro. Ambas situações levam a um ambiente com péssimas condições para o crescimento e desenvolvimento dos peixes, levando-os a um estado de estresse (MASUMOTO *et. al.*, 1991).

As deficiências em vitaminas e micronutrientes normalmente atuam sinergicamente nas infecções. A vitamina C, em particular, é geralmente considerada como detentora de efeitos benéficos no tratamento das doenças e na resistência ao estresse, tanto em salmonídeos como no bagre-de-canal, quando alimentados com um nível que supra as necessidades básicas, geralmente entre 50 e 100 mg/kg de ração (WEDEMEYER, 1997).

A disponibilidade da vitamina C e o estado nutricional podem também influenciar na dispersão da infecção por afetarem a produção e manutenção dos tecidos de reparo. A vitamina C e os aminoácidos sulfurados são necessários para a deposição da fibrina, colágeno e polissacarídeos dentro dos vacúolos que são formados para isolar o microrganismo patogênico invasor pelos lisossomos (organela membranosa que contém diversos tipos de enzimas hidrolíticas, coadjuvantes da digestão intracelular e de organismos exógenos). Logo, deficiências desta vitamina podem inibir o processo de vacuolização (WEDEMEYER, 1997).

Um crescimento substancial na atividade proteolítica plasmática não-específica pode ser estimulado por bactérias patogênicas que produzem endotoxinas ou por certos tipos de situações estressantes. Condições de estresse crônico, como o que ocorre quando há baixo oxigênio dissolvido nas unidades de criação, tendem a diminuir a atividade dos lisossomos, enquanto que situações de estresse agudo, como transporte e confinamento, levam ao aumento dos mesmos, tanto em carpas chinesas quanto em salmão do Atlântico (HAJJI *et. al.*, 1990; THOMPSON *et. al.*, 1993). Portanto, é possível que o estresse agudo possa agir

sinergicamente com a deficiência em vitamina C para facilitar a dispersão dos patógenos invasores nos tecidos dos peixes (WEDEMEYER, 1997).

A vitamina C possui uma função positiva na melhora do estresse, sendo que vários fatores tem sido atribuídos a ela quanto à resposta ao estresse nos peixes. Os corticoesteróides estão associados com o rim anterior, onde funções adrenais estão localizadas nos tecidos interrenais, que estão sobre controle do hormônio adrenocorticotrópico (ACTH) e que é rico em ácido ascórbico, refletindo mudanças na sua concentração conforme o nível de vitamina C na dieta (WHITE *et. al.*, 1993). Após duas horas de pequeno estresse, o salmão prateado apresentou uma diminuição nos níveis de ácido ascórbico nos rins durante os primeiros 20 minutos, seguido de uma recuperação após duas horas a, praticamente, o nível inicial. Como não houve um aumento concomitante do nível plasmático de ácido ascórbico, Wedemeyer (1969) sugere que o ácido ascórbico possa ser utilizado na biossíntese de esteróides, pois o cortisol sérico aumentou enquanto a concentração de ácido ascórbico diminuiu.

Kitabchi (1967) afirma que altos níveis de ácido ascórbico possuem uma função inibitória na síntese de esteróides, pois previnem a conversão dos ácidos graxos insaturados em ésteres de colesterol, os quais são incorporados nos esteróides. Esta foi, portanto, uma conclusão que levou a sugerir que o aumento da disponibilidade de ácido ascórbico possa prevenir a severidade da resposta ao estresse nos peixes.

Segundo Thompson *et. al.* (1993), os níveis de ácido ascórbico não foram afetados pelo estresse em salmão do Atlântico, ao contrário do que ocorreu com várias atividades imunológicas. A queima respiratória e a atividade bactericida dos leucócitos diminuiu, enquanto que a atividade bactericida do plasma aumentou devido ao estresse, mas nenhum destes fatores foram afetados pela concentração corporal de vitamina C.

3.1.6 Resistência a doenças

Em situações de estresse ou de saúde debilitada, os peixes ficam propensos às infecções bacterianas. Sua primeira defesa contra estes patógenos são as barreiras naturais, como a pele e o epitélio das membranas (MASUMOTO *et. al.*, 1991). Após a invasão do patógeno, ocorrem respostas do sistema imunológico, principalmente respostas não específicas (FRACALOSSI, 1998), através da atividade dos leucócitos (células brancas do sangue), os quais possuem uma elevada atividade fagocítica, destruindo os organismos patogênicos (MASUMOTO *et. al.*, 1991).

Atividade fagocítica das células do sistema imune nos peixes produz radicais livres reativos ao oxigênio que possuem uma potente ação microbicida, mas também são tóxicos aos macrófagos (SECOMBES *et. al.*, 1988), porém a vitamina C evita danos à estas células e aos tecidos circunvizinhos (NRC, 1993). Os leucócitos são capazes de armazenar grandes quantidades de ácido ascórbico no seu citosol e, conseqüentemente, requerem um grande período de carência para ficarem com deficiência nesta vitamina. Esta capacidade que os leucócitos têm para armazenar e manter o ácido ascórbico no citosol pode estar relacionada às exigências por substâncias antioxidantes com o intuito de manter a integridade das membranas e o adequado funcionamento das células imunes (VERLHAC *et. al.*, 1996), pois peróxidos e radicais livres são produzidos por estas células com o objetivo de destruir os patógenos fagocitados pelos lisossomos, mas uma superprodução destes pode ser letal para a própria célula (NRC, 1993; FRACALOSSI, 1998).

Em truta arco-íris foi demonstrado que o nível de ácido ascórbico afeta a primeira proteção celular contra injúrias, pois a longa fase indutiva da proteção humoral mostrou que os anticorpos não é o primeiro sistema de resposta envolvidos na rápida proteção da célula, sendo que uma alta e persistente proteção foi induzida por imunização combinada com o consumo de altas doses de ácido ascórbico (NAVARRE & HALVER, 1989). Segundo Li & Lovell (1985), o bagre-de-canal mostrou resistência completa a septicemia entérica ocasionada por esta mesma bactéria após ser alimentado com megadoses de vitamina C (3.000 mg/kg), como podemos ver no Quadro 01.

Quadro 01: Percentagem da mortalidade do bagre-do-canal alimentado com níveis crescentes de ácido ascórbico e infectado com uma bactéria.

Nível de vitamina C (mg/kg)	Porcentagem da mortalidade (8 dias após a infecção)
0	100
30	70
60	70
150	35
300	15
3.000	0

Fonte: Le & Lovell (1985)

A alimentação com vitamina C e E em quantidades acima das doses básicas necessárias também mostrou possuir efeitos benéficos na resistência a doenças do salmão do Atlântico e do Pacífico (HARDIE *et. al.*, 1990). Entretanto, ainda não se tem pleno conhecimento sobre o potencial das megadoses de ácido ascórbico sobre o sistema imunológico comparado às doses recomendadas para evitar sinais de escorbuto. A razão destas discrepâncias não está esclarecida, contudo, a metodologia empregada, as espécies de peixes utilizadas, o tamanho do peixe, a dieta experimental, o antígeno usado, a severidade da exposição e o método de exposição do patógeno certamente influenciam nos resultados (MASUMOTO *et. al.*, 1991).

Resistência ao vírus da necrose hematopoiética infecciosa foi verificada em trutas com seis semanas de idade, sendo diretamente proporcional ao nível de ácido L-ascórbico-2-polifostato, entre os níveis de 20 a 320 mg/kg de atividade de ácido ascórbico. Esta resposta foi observada tanto nos peixes vacinados como nos não vacinados, indicando um efeito tanto na resposta imune nativa como na resposta imune conferida pela vitamina C (SATYABUDHY *et. al.*, 1989).

Segundo Martins (1998), para o pacu a suplementação de ácido ascórbico promoveu um aumento na resistência a parasitas e sugere que um nível adequado de suplementação desta vitamina promove uma melhora nutricional tanto pelo estímulo do apetite como pela melhora da resposta imunológica.

3.2 Formas do Ácido Ascórbico e Doses Utilizadas

Desde o conhecimento da necessidade de se adicionar ácido ascórbico nas rações industrializadas (peletizadas ou extrusadas), para as diferentes espécies animais, vêm se buscando conseguir uma forma desta vitamina que seja mais estável ao processo de industrialização (Quadro 02), o qual a destrói em grande parte. Conjuntamente ao avanço nesta área, as doses empregadas podem ser diminuídas, uma vez que as formas de ácido ascórbico protegidas são mais estáveis e resistem ao processo de industrialização.

Quadro 2: Formas de ácido ascórbico disponíveis para alimentação animal.

Pura	Protegida	Estabilizada
Cristalina	Lipídeo/Glicerídeo	6 – Palmitato
Sal sódico	Etilcelulose	2 – Sulfato
	Polímero sintético	2 – Monofosfato
		2 – Monofosf. (sal sódico)
		2 – monofosf. (sal magnésiano)
		2 – Polifosfato

3.2.1 Estabilidade

O ácido-L-ascórbico na sua forma cristalina, seca e pura é razoavelmente estável. Entretanto, é facilmente oxidado em condições neutras ou alcalinas, onde o oxigênio, a umidade, os microelementos, as temperaturas elevadas, a luz e os lipídios oxidados promovem sua oxidação e destruição (O'KEEFE, 2001). Por estas razões, perdas dessa vitamina podem ocorrer durante a industrialização e o prolongado armazenamento das rações (TACON, 1991). Os métodos de processamento e armazenamento que removem o oxigênio, reduzem o calor, evitam o contato com ferro, cobre e outros metais aumentam significativamente a retenção da atividade de vitamina C nas rações. Entretanto, a estabilidade efetiva do ácido ascórbico foi alcançada somente com a proteção física ou química dos agentes oxidantes (O'KEEFE, 2001).

Um dos principais métodos de proteção física é a encapsulação do ácido ascórbico puro. Num estudo com truta arco-íris para determinar a estabilidade de quatro diferentes formas de ácido ascórbico incorporados a ração, sendo uma a forma pura e as outras três as formas protegidas (encapsuladas) com glicerídeos, etilcelulose e polímero sintético, mostrou que o ácido ascórbico protegido com o polímero sintético foi mais estável que a forma pura e as outras formas protegidas. As perdas no processamento foram de 29% para a forma pura e 19% para a forma protegida com polímero sintético, enquanto que a degradação durante o armazenamento foi rápida para a forma pura, o que não ocorreu com a forma protegida com polímero sintético. As formas protegidas com glicerídeo e etilcelulose pareceram ter a mesma estabilidade que a forma pura (SKELBAEK *et. al.*, 1990). Segundo O'KEEFE (2001), quando a vitamina C encapsulada é misturada com os outros ingredientes da ração e submetida a todo o processo de industrialização necessário sua proteção é restrita.

Como alternativa ao encapsulamento, vários métodos químicos de estabilização do ácido ascórbico foram desenvolvidos com vistas a manter a atividade da vitamina C nas rações utilizadas na aquicultura. Os derivados mais efetivos são os ésteres 2-sulfato e 2-fosfato. Nestes componentes a esterificação protege o grupo 2,3-enediol do ácido ascórbico da oxidação pela substituição do grupo 2-hidroxila pelo grupo eletrodensosulfato ou fosfato (O'KEEFE, 2001).

Segundo O'Keefe (2001), o *ácido-L-ascórbico-2-sulfato* é, provavelmente, o mais estável derivado do ácido ascórbico já descoberto. É um metabólito natural do ácido ascórbico, sendo encontrado na urina de primatas, porcos da Índia e peixes.

Em um experimento que comparou a estabilidade das formas ácido-L-ascórbico, L-ascorbil-2-sulfato e L-ascorbil-2-monofosfato em rações de tilápia híbrida, encontrou-se, após a industrialização, níveis que variaram de 25,4 a 27%, 76,5 a 83,4% e 74,6 a 79% dos níveis iniciais, respectivamente (SHIAU & HSU, 1995).

O mais recente derivado do ácido ascórbico desenvolvido para ser utilizado nas rações para aquicultura são os ésteres fosfóricos (O'KEEFE, 2001). Tanto o ácido-L-ascórbico-2-monofosfato quanto o ácido-L-ascórbico-2-polifostato (uma mistura de ésteres mono, di e tri fosforilados) são extremamente estáveis nas condições adversas as quais são submetidas no processo de industrialização e

armazenamento de rações para aquicultura (O'KEEFE, 2001), não sofrendo oxidação durante a passagem pelo trato gastrointestinal até o momento da hidrólise e absorção no enterócito (DABROWSKI *et. al.*, 1994).

Segundo Liao & Seib (1990), as vantagens da forma trifosfato sobre a monofosfato é sua síntese simplificada. A fosforilação do ácido ascórbico para obter a forma monofosfato necessita de alto pH (12-13) e alta concentração de piridina, que precisa ser subsequenteemente removida do produto final para seu possível uso farmacológico. A síntese da forma polifosfatada utiliza trimetafosfato e obtém uma mistura de 4 g/100 g de ácido ascórbico, 1 g/100 g da forma monofosfatada, 3g/100g da forma difosfatada e 86 g/100 g da forma trifosfatada. Num experimento com objetivo de mostrar a atividade vitamínica do Na-L-ascorbil- 2-monofosfato como fonte de ácido ascórbico em rações para bagre-do-canal comparando-a com o Mg-L-ascorbil-2-monofosfato (que possui a mesma bioatividade vitamínica que o ácido-L-ascórbico para esta espécie), apresentaram uma retenção de 99% e 97%, respectivamente, após o processo de extrusão (MUSTIN & LOVELL, 1992).

3.2.2 Bioatividade

Para proteger qualquer nutriente instável da destruição, o procedimento adequado é estabilizar o composto lábil antes do consumo pelo animal sem que este procedimento comprometa a sua atividade biológica. A bioatividade de um micronutriente, como a vitamina C ou de um derivado físico ou quimicamente alterado, é avaliado pela sua habilidade de promover o crescimento, manter os níveis teciduais e manter outras atividades fisiológicas onde esse micronutriente é utilizado. Atualmente estão disponíveis produtos estáveis, com o ácido ascórbico encapsulado, que embora não seja resistente à muitas situações, mostrara ser boa fonte de vitamina C (O'KEEFE, 2001).

A bioatividade da vitamina C oriunda do ácido-L-ascórbico-2-sulfato possivelmente depende da presença da enzima *sulfatase* (BENITEZ & HALVER, 1982) e o animal necessita produzir continuamente quantidades suficientes de *sulfatase* para suprir as necessidades de ácido ascórbico (O'KEEFE, 2001).

Semelhantemente, tanto o ácido-L-ascórbico-2-monofosfato quanto o ácido-L-ascórbico-2-polifostato necessitam da atividade da enzima intestinal alcalina *fosfatase* para liberar seus grupos protetores fosfato (MATUSIEWICZ *et. al.*, 1995; O'KEEFE, 2001). Entretanto, a conversão do trifosfato para ácido ascórbico livre mais íons fosfato é muito menos eficiente que a hidrólise dos ésteres monofosfatos. A fórmula polifosfatada possui uma eficiência intermediária, pois possuem uma mistura de mono, di e trifosfatos (DABROWSKI *et. al.*, 1994).

Em estudos de bioatividade da vitamina C oriunda do ácido-L-ascórbico-2-sulfato, os resultados parecem variar de acordo com a espécie e talvez com as condições ambientais. Com base no crescimento e níveis teciduais de vitamina C, Halver *et. al.* (1975) concluíram que o ácido-L-ascórbico-2-sulfato possui uma atividade equivalente ao ácido ascórbico em uma base eqüimolar para preencher as necessidades desta vitamina em truta arco-íris. Entretanto, o de bagre-do-canal mostrou que, quando alimentado com níveis abaixo de 200 mg/kg de ácido-L-ascórbico-2-sulfato, teve um crescimento muito inferior daqueles alimentados com 50 mg/kg de ácido ascórbico. Além disso, a atividade da vitamina C no sangue e no fígado foi muito maior nos animais alimentados com ácido ascórbico do que os alimentados com ácido-L-ascórbico-2-sulfato em uma base eqüimolar (MURAI *et. al.*, 1978).

Sandnes *et. al.* (1989) observaram diferenças nos níveis teciduais de vitamina C em salmão do Atlântico alimentado com ácido-L-ascórbico-2-sulfato versus ácido-L-ascórbico. Os resultados obtidos nos peixes, juntamente com os encontrados em outros animais, aumenta o questionamento sobre a utilização do ácido-L-ascórbico-2-sulfato como uma fonte vantajosa de vitamina C (O'KEEFE, 2001).

Em um trabalho que avaliou o efeito de diferentes formas de ácido ascórbico incorporado na dieta para juvenis de tilápia nilótica, Soliman *et. al.* (1986a) concluíram que todas as formas de ácido ascórbico avaliadas (ácido-L-ascórbico, sal sódico de ácido-L-ascórbico, ácido-L-ascórbico protegido com glicerina, sal bórico de ácido-L-ascórbico-2-sulfato e ascorbilpalmitato) preveniram a ocorrência de sinais patológicos do escorbuto e promoveram melhora no crescimento e na conversão alimentar quando comparados com o controle, cuja dieta era livre desta vitamina. Neste estudo também foi demonstrado que a tilápia nilótica possui

habilidade em converter ácido-L-ascórbico-2-sulfato em ácido-L-ascórbico, indicando que esta espécie possui a enzima *ácido-L-ascórbico-2-sulfato sulfohidrolase*, responsável por esta reação. Shiau & Hsu (1995) também sugerem a presença desta enzima na tilápia híbrida, pois verificaram habilidade na conversão do ácido-L-ascórbico-2-sulfato em ácido-L-ascórbico e demonstraram que ambas as formas possuem a mesma atividade vitamínica. Porém, os peixes alimentados com ácido-L-ascórbico-2-sulfato apresentaram níveis teciduais de ascorbato significativamente menores que os peixes alimentados com as outras formas de ácido ascórbico. Soliman et. al. (1986a) também concluíram que o sal sódico de ácido-L-ascórbico, o ascorbilpalmitato e o ácido-L-ascórbico protegido com glicerina desempenharam a função antiescorbútica tão bem quanto o ácido-L-ascórbico, numa base eqüimolar.

Em tilápia híbrida, tanto o L-ascorbil-2-sulfato, o L-ascorbil-2-monofosfato e o ácido-L-ascórbico possuem atividade antiescorbútica similar. Porém o L-ascorbil-2-sulfato é menos efetivo na manutenção de altas reservas teciduais de ácido L-ascórbico (SHIAU & HSU, 1995). Em bagre-do-canal o Mg-L-ascorbil-2-monofosfato é mais eficiente que o ácido-L-ascórbico (EL NAGGAR & LOVELL, 1991ab) e possui a mesma atividade vitamínica que o Na-L-ascorbil-2-monofosfato, em uma base eqüimolar de ácido ascórbico (MUSTIN & LOVELL, 1992; WALTER & LOVELL, 1992), porém este último possui a vantagem da sua fabricação ser bem menos dispendiosa que a do sal de Mg (MUSTIN & LOVELL, 1992).

Segundo O'Keefe (2001), a atividade aparentemente equivalente foi evidente nos valores dos níveis teciduais de ácido-L-ascórbico e de ácido-L-ascórbico-2-sulfato nos peixes após a alimentação com dietas com suplementação de ácido ascórbico e de ácido-L-ascórbico-2-polifosfato em diferentes níveis. A atividade da vitamina C no tecido corporal dos peixes alimentados com ácido-L-ascórbico-2-polifosfato como fonte de vitamina C foi aproximadamente duas vezes maior do que naqueles peixes que foram alimentados com ácido-L-ascórbico.

3.2.3 Doses

As exigências por ácido ascórbico pelos camarões e peixes, como para qualquer outra vitamina, é expressa como a quantidade de atividade vitamínica necessária por kg de peso vivo por dia para atingir uma resposta fisiológica específica no organismo. Em qualquer nível de resposta, estas exigências são afetadas pelo tamanho do peixe e pelo seu estado fisiológico, como também pelas interrelações dos nutrientes e fatores ambientais (O'KEEFE, 2001).

Em geral, doses relativamente baixas de atividade vitamínica C são suficientes para um bom crescimento e conversão alimentar, os quais são as respostas desejadas na criação comercial de camarões e peixes. Entretanto, para se obter uma resposta adaptativa máxima, como a resistência a doenças e tolerância ao estresse ambiental, é necessário doses levemente maiores. As diferentes características de estabilidade das várias formas de vitamina C aumentam a dificuldade de se fornecer a quantidade adequada para o bom desenvolvimento dos peixes (O'KEEFE, 2001). Dependendo do tamanho do peixe, as doses de 30 a 60 mg/kg de ração de ácido ascórbico são suficientes para promover o crescimento e evitar o aparecimento de sinais subclínicos de deficiência desta vitamina em bagre-do-canal (LIM & LOVELL, 1978; LI & LOVELL, 1985).

As rações comerciais devem ter uma composição tal que, quando administradas diariamente, mantenham um nível constante e adequado de vitaminas no organismo dos peixes. Assim, uma adequada formulação das dietas é essencial, devendo-se dar atenção especial para o fato de que grande quantidade das vitaminas hidrossolúveis (p. ex. vitamina C e as do complexo B) nas rações serem perdidas muito rapidamente quando em contato com a água, antes do alimento ser ingerido pelos peixes. Em geral, quanto menor for a partícula de alimento e maior o seu tempo de permanência na água, antes de ser ingerida, tanto maior será a perda de vitamina. O ácido ascórbico é particularmente sensível a estas condições e calcula-se que 50% a 70% dessa vitamina presente na ração se perca depois de um período de 10 segundos de imersão na água (PAVANELLI *et. al.*, 2002).

Rações para pós-larvas são de textura muito fina, geralmente menor que 0,5 mm e estão sujeitas a excessivas perdas de nutrientes por dissolução ou lixiviação

na água, principalmente as hidrossolúveis. Desta forma, as rações para pós-larvas devem apresentar adequada flutuabilidade na água, reduzindo a sua superfície de contato e, portanto, reduzindo as perdas de nutrientes por lixiviação. Além do mais, a utilização de megadoses de vitaminas é altamente recomendada para compensar eventuais perdas destes nutrientes (KUBITZA, 1999).

Para reprodutores de truta arco-íris é recomendado uma dosagem mínima de 820 mg/kg de ácido ascórbico monofosfato na dieta para se obter níveis teciduais adequados e para alcançar um bom sucesso reprodutivo. (BLOM & DABROWSKI, 1995).

Com o objetivo de testar a influência de diferentes doses de ácido ascórbico na resistência a doenças e na produção de anticorpos em truta arco-íris, Navarre & Halver (1989) concluíram que a dose de 1.000 mg de ácido ascórbico/kg de ração promoveu uma ótima resistência a contaminação bacteriana por *Vibrio anguillarum*, tanto pela contaminação por injeção como por imersão.

Em um trabalho para avaliar o efeito de diferentes formas de ácido ascórbico na dieta em juvenis de tilápia nilótica, verificou-se que as exigências de ácido ascórbico foram satisfeitas quando qualquer uma das formas de ácido ascórbico testadas (ácido-L-ascórbico, sal sódico de ácido-L-ascórbico, ácido-L-ascórbico protegido com glicerina, sal bórico de ácido-L-ascórbico-2-sulfato e ascorbilpalmitato) foram suplementadas na quantidade de 1.250 mg/kg ração (SOLIMAN *et. al.*, 1986a). Soliman *et. al.* (1986b) também sugerem a dose de 1.250 mg de vitamina C/kg de ração para a tilápia mossâmbica, pois proporcionou desovas com altas taxas de eclodibilidade e melhorou o desempenho das larvas. Entretanto, estes valores correspondem à quantidade vitamina C colocada na dieta, sendo equivalente ao nível de 420 mg/kg no momento da ingestão (JAUNCEY, 1998). Lim (1989) sugere uma dose de 200 mg de vitamina C/kg de ração para a engorda de tilápia. Jauncey (1998) cita a dose de 40-50 mg/kg para alevinos de tilápia mossâmbica e Stickney *et. al.* (1984) recomendam a dose de 50 mg/kg para juvenis de tilápia áurea.

As necessidades dietéticas de vitamina C pelos peixes parecem decrescer com a idade. Li & Lovell (1985) concluíram que a dose de 60 mg/kg de ácido ascórbico na dieta foi necessária para um crescimento normal e para o desenvolvimento ósseo em juvenis (10 g de peso) de bagre-de-canal, e a dose de

30 mg/kg foi suficiente para peixes maiores (50 g de peso), porém 40 mg/kg foi necessário para prevenir os sinais típicos de deficiência.

Para o pintado, Fujimoto *et. al.* (2000) observaram que a dose de 500 mg/kg de vitamina C evita a ocorrência de deformidades no sistema ósseo nos peixes. Q'Keefe (2001), baseado na combinação dos resultados experimentais e nos dados de campo, pesquisadores e indústrias de ração, recomenda os seguintes níveis de atividade de vitamina C para a ração de peixes no momento em que é consumida, como podemos ver no Quadro 03.

Quadro 03: Recomendações dos níveis de ácido ascórbico na dieta para diferentes fases e/ou situações de cultivo de peixes.

Condições de cultivo	Dose (mg de vitamina C/kg de ração)
Primeira alimentação	250-500
Crescimento	75-125
Condições de estresse	150-300
Reprodutores	> 500

Fonte: Adaptado de O'Keefe (2001)

Segundo Q'Keefe (2001), algumas companhias de suplementos vitamínicos recomendam a dose de 1.000 mg de vitamina C por kg de ração sempre que o sistema imune dos peixes for posto a prova, como ocorre nos manejos de transferência, pesagem, seleção e vacinação. A recomendação é alimentar o peixe com este nível de suplementação por 2 a 4 semanas antes da ocorrência do estresse e por no mínimo mais duas semanas após a ocorrência do mesmo.

Quanto às rações comerciais atualmente vendidas no mercado nacional, os níveis utilizados para as diversas fases de crescimento e para os diferentes hábitos alimentares dos peixes podem ser visualizados no Quadro 04.

Quadro 04: Níveis de ácido ascórbico nas rações comerciais em função da fase de desenvolvimento e hábito alimentar.

Fase	Onívoro	Carnívoro
	Dose (mg de vitamina C*/kg de ração)	
Inicial (pós-larva)	350 a 600	350 a 600
Crescimento (alevino)	200 a 350	300 a 550
Crescimento (juvenil)	200 a 350	300 a 500
Terminação (adulto)	100 a 300	200 a 500

3.3 Nutrição e alimentação de camarões peneídeos

Desde a ingestão dos alimentos pelos camarões, até a chegada dos nutrientes as células e, posteriormente, a eliminação dos resíduos, milhares de reações químicas ocorrem, sem as quais a vida animal não seria possível.

A nutrição só se desenvolveu como ciência, quando os pesquisadores passaram a estudar as reações químicas e os nutrientes envolvidos nelas, identificando-os, quantificando-os e entendendo o papel que desempenham. Só assim foi possível nutrir adequadamente os animais, melhorar o desempenho e obter produtos a custos mais baixos. Rações mais simples, eficientes e de menor custo também foram obtidas graças a esses progressos na ciência animal.

A produção animal é baseada em quatro pilares: nutrição, sanidade, genética e manejo. Para obter resultados, é necessário que todos os fatores envolvidos sejam utilizados de maneira adequada ao mesmo tempo.

Apesar de serem igualmente importantes, a nutrição geralmente recebe maior atenção por representar até 60% dos custos totais de produção de camarões marinhos.

A granulometria refere-se às dimensões dos macroingredientes utilizados na fabricação das rações e também às medidas das próprias rações. A granulometria da ração é consequência da granulometria dos ingredientes que a compõem. A eficiência dos alimentos está diretamente ligada a granulometria, pois quando os

ingredientes não atendem as especificações ou aos padrões determinados, uma série de problemas pode ser desencadeada, desde a má formação da ração até o mau aproveitamento por parte dos animais. A granulometria das rações varia de acordo com a idade e o tamanho dos camarões que irão ser arraçoados, conforme o Quadro 05.

Quadro 5: Características físicas das rações para camarão

Idade/tamanho do camarão	Forma	Tamanho (mm)
< PL 30	Farelo	0,6 – 1,0
PL 30 – PL 50	Farelo	1,0 – 1,2
PL 50 – 4,0g	Farelo	1,2 – 1,5
4,0 – 10,0g	Pélete	1,5 – 2,0
10,0 – 20,0g	Pélete	2,0 – 2,5

Fonte: Tan (1991)

3.3.1 Requerimentos nutricionais

Seis classes importantes de nutrientes são encontradas em rações para animais, incluindo aquelas para camarões. Estas são: proteínas, lipídeos, carboidratos, vitaminas, minerais e água. Destas substâncias, algumas são utilizadas para a construção e manutenção dos tecidos, enquanto outras, para o suprimento de energia. Os componentes das proteínas, determinados tipos de lipídeos, minerais e água, são usados como materiais estruturais. Carboidratos, lipídeos e proteínas podem ser oxidados para prover energia, enquanto os minerais e as vitaminas solúveis na água funcionam como componentes funcionais de coenzimas em sistemas bioquímicos.

Nutrientes essenciais são aqueles que o camarão tem um requerimento dietético absoluto e são incapazes de sintetizar de outros ingredientes. Os animais cultivados em sistemas intensivos, alimentados com rações faltando ou contendo níveis insuficientes de nutrientes essenciais, podem exibir um crescimento

deficiente, deformidades ou serem susceptíveis a doenças. Esses nutrientes essenciais incluem certos aminoácidos e ácidos graxos, colesterol, fosfolípidos, a maioria das vitaminas e alguns minerais.

Em sistemas semi-intensivos, os camarões obtêm muitos desses nutrientes essenciais, de organismos que ocorrem naturalmente em viveiros. Muitas espécies de camarões peneídeos possuem um hábito alimentar tipicamente carnívoro e têm um alto requerimento dietético por proteínas.

3.3.1.1 Proteínas

As proteínas são substâncias orgânicas, formadas por moléculas muito grandes, quando comparadas à maioria das moléculas existentes. Por isso são incluídas na categoria macromoléculas.

As proteínas constituem a matéria prima com que o organismo do camarão constrói músculos, hemolinfa, cutícula e todas as partes do corpo. Os camarões precisam consumir proteína, diariamente, para suprir suas necessidades de aminoácidos. Depois da ingestão, as proteínas são digeridas ou hidrolisadas, liberando aminoácidos, que são absorvidos no trato intestinal e distribuídos para vários órgãos e tecidos, onde são utilizados para síntese de novas proteínas.

Há alguns aminoácidos, que o organismo não consegue produzir ou produz em quantidades insuficientes. Esses devem ser fornecidos obrigatoriamente através da alimentação. São os chamados aminoácidos essenciais. Por outro lado, os aminoácidos não essenciais podem ser produzidos pelo próprio organismo, nas quantidades necessárias para um ótimo crescimento. Os aminoácidos essenciais são metionina, arginina, treonina, triptofano, histidina, isoleucina, leucina, lisina, valina e fenilalanina.

Rações que contenham aminoácidos em proporções próximas às existentes nos próprios músculos dos camarões são aquelas que propiciam as melhores taxas de crescimento e de sobrevivência durante os cultivos comerciais. Assim, qualidade da ração não está obrigatoriamente relacionada a quantidade total proteínas existentes na ração, mas sim ao balanço dos aminoácidos.

Os requerimentos protéicos variam entre as espécies, situando-se entre 30% e 60%. Entretanto, os níveis recomendados de proteína para rações utilizadas em

sistemas semi-intensivos estão entre 30% e 35%, derivados de fontes vegetais e/ou animais.

3.3.1.2 Lipídios

Lipídios são definidos como componentes do alimento que são insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos, tais como éter etílico, éter, acetona, benzeno e álcoois.

Os lipídios representam uma fonte importante de energia, apresentando elevado potencial calórico, com uma energia metabolizável de cerca de 9 kcal/g, contra 4 kcal/g dos carboidratos. São requeridos como fontes dos ácidos graxos essenciais, necessários para síntese dos tecidos e membranas celulares, além de serem requeridos para absorção e utilização normal das vitaminas lipossolúveis. O aporte adequado dessas matérias primas é, assim, indispensável para a manutenção das funções vitais dos camarões.

Há quatro ácidos graxos que são considerados essenciais para os camarões: linoléico, linolênico, eicosapentaenóico e decosaheptaenóico. Geralmente, óleos vegetais são ricos em linoléico e linolênico, enquanto isso, óleos provenientes de animais marinhos são ricos em eicosapentaenóico e decosaheptaenóico.

Rações para camarões contêm geralmente entre 8% e 10% de lipídeos. Apesar dos requerimentos por ácidos graxos essenciais não terem sido ainda totalmente definidos, aparentemente existe um requerimento por ácidos graxos das séries linoleicas e linolênicas. O colesterol, um precursor vital dos hormônios do sexo e do processo de muda, e um constituinte do exoesqueleto, é requerido em níveis dietéticos entre 0,5% e 1,25% da dieta total.

Óleos de invertebrados marinhos (lula, camarões ou moluscos) são fontes ricas em colesterol, os quais os peneídeos são incapazes de sintetizar. Rações para camarões são também suplementadas com fosfolipídeos. Os fosfolipídeos dietéticos (e.g., lecitina) têm demonstrado melhorar tanto o crescimento como a sobrevivência de camarões cultivados.

3.3.1.3 Carboidratos

Os carboidratos são considerados a fonte de energia mais barata nas dietas de camarões, mas sua utilização e metabolização são limitadas. Entretanto, na ausência de carboidratos ou de lipídios na dieta, os camarões utilizam as proteínas como fonte de energia. Quando os níveis de energia na ração são suficientes, as proteínas serão utilizadas para o crescimento.

Os carboidratos também servem como precursores para vários produtos metabólicos necessários para o crescimento, como por exemplo, aminoácidos não essenciais, ácidos nucléicos e quitina.

3.3.1.4 Vitaminas

Vitaminas são complexos orgânicos, requeridos em quantidades diminutas para o crescimento, metabolismo e reprodução dos camarões.

Em sistemas de cultivo onde os níveis de produção não excedem 250g/m², os alimentos naturais costumam estar presentes em quantidades suficientes para prover algumas ou até todas as vitaminas essenciais para os camarões. Entretanto, em cultivos intensivos, onde as densidades são mais elevadas, a disponibilidade de alimentos naturais tende a ser menor. Neste caso, as vitaminas devem ser suplementadas na dieta para que os camarões apresentem padrões normais de crescimento.

A quantidade e o tipo de vitaminas exigidas pelos camarões são influenciadas pelo tamanho, pela idade e pelas taxas de crescimento dos camarões, condições ambientais e inter-relação entre nutrientes presentes na dieta.

Normalmente, as rações comerciais precisam ser preparadas com concentrações mais elevadas de vitaminas que as necessárias aos camarões, uma vez que parte delas acabam sendo sempre perdida durante o processamento e armazenamento das rações. A vitamina C, por exemplo, pode sofrer decomposição, pela luz, pelo calor e pela umidade. Outra dificuldade a se considerar é que, como

os camarões se alimentam lentamente e manipulam continuamente o pélete, assim, a ração pode permanecer várias horas na água. Se a vitamina adicionada não apresentar nenhuma forma de estabilização, ela será totalmente perdida antes de ser consumida.

Existem 11 vitaminas hidrossolúveis (Complexo B: B1, B2, B6, B12, ácido pantotênico, biotina, ácido fólico, niacina, , colina, inositol e ácido ascórbico) e quatro lipossolúveis (A, O, E e K), todas elas são essências para os camarões marinhos. No Quadro 06 a recomendação de cada vitamina.

Quadro 06: Níveis recomendados de vitaminas em rações comerciais de camarões.

Vitamina	Quantidade (por kg de ração)
Tiamina	50 mg/kg
Riboflavina	40 mg/kg
Pirodoxina	50 mg/kg
Ácido Pantotênico	75 mg/kg
Niacina	200 mg/kg
Colina	400 mg/kg
Inositol	300 mg/kg
Ácido Fólico	10 mg/kg
Acido Ascórbico	1.000 mg/kg
Vitamina A	10.000 UI/kg
Vitamina O	5.000 UI/kg
Vitamina E	300 mg/kg
Vitamina K	5 mg/kg

3.3.1.5 Minerais

Como a maioria dos animais aquáticos, os camarões podem absorver e excretar minerais diretamente pela superfície do corpo e pelas brânquias. Assim, a necessidade de suplementação mineral da ração depende da composição química

da água em que os camarões estão sendo cultivados.

O sistema digestivo dos camarões não é muito ácido. Por isso, os suplementos minerais que são hidrossolúveis são mais facilmente assimilados pelos camarões. Entre os minerais requeridos, o fósforo é considerado o mais limitante nas rações. A quantidade recomendada de fósforo é de 0,9%, mantendo-se uma relação Ca:P entre 1,1-1,5:1,0.

3.3.2 A qualidade da ração

Os processos iniciais da alimentação dos camarões peneídeos são a detecção, a seleção e a ingestão do alimento. Estes fatores afetam diretamente o consumo alimentar e estão associados a qualidade e ao balanço nutricional da ração.

Os crustáceos de uma forma geral utilizam sinais químicos ou substâncias liberadas na água, para se orientar em direção ao alimento. Quimioatratores ou estimulantes químicos adicionados as rações tem a capacidade de reduzir o tempo de localização do alimento, resultando em uma menor lixiviação de nutrientes e em maiores taxas de ingestão alimentar. Estas substâncias são encontradas em extratos e farinhas produzidas de peixe, moluscos ou crustáceos (e.g., farinha e solúveis de peixe, farinha e óleo de lula, farinha da cabeça de camarões, etc.). Por outro lado, os lipídeos de origem marinha presentes na farinha de peixe podem ser susceptíveis a oxidação, especialmente se nenhum anti-oxidante tenha sido adicionado a ração durante sua manufatura. Isto pode levar a rancidez do produto e funcionar como um supressor da ingestão.

As taxas de ingestão alimentar dos peneídeos são também reguladas pelos seus requerimentos de energia. Quando as reservas energéticas aumentam, a capacidade máxima de armazenamento da glândula digestiva é atingida e o consumo alimentar é interrompido. Os camarões podem utilizar tanto proteínas, como carboidratos ou lipídeos para obter a energia necessária para seus processos fisiológicos.

Entretanto, ao contrário dos carboidratos, as proteínas são um dos componentes mais caros de uma ração. Na formulação de uma dieta nutricionalmente completa e de menor custo, o objetivo principal é utilizar os carboidratos como a principal fonte de energia, direcionando as proteínas para a formação de novos tecidos do animal. O problema ocorre quando o percentual de carboidrato na ração ultrapassa os níveis recomendados.

Um alimento formulado com uma relação proteína: energia muito baixa pode reduzir as taxas de alimentação do animal e os níveis de digestibilidade do alimento. Da mesma forma, rações com níveis elevados de proteína, mas com baixos teores energéticos, resultam em um crescimento e conversão alimentar reduzidos. Neste caso, grande parte da fonte protéica contida na ração é direcionada para suprir as necessidades de energia. Portanto, uma ração poderá conter concentrações elevadas de proteína, mas ser pouco aproveitada no crescimento do animal. Os aspectos citados acima devem ser considerados durante a avaliação do valor comercial de uma ração para camarões.

3.3.3 Armazenamento da ração

A qualidade da ração deteriora-se rapidamente, caso esta não seja armazenada de forma correta. As rações devem ser mantidas protegidas do sol em uma área seca e bem ventilada. O local de armazenagem deve possuir uma circulação de ar adequada, capaz de manter constante a temperatura das rações estocadas.

Temperaturas elevadas afetam diretamente a qualidade de vitaminas e lipídeos presentes no produto. Nos viveiros, a ração deve ser mantida abrigada sob tendas ou abrigos ou ainda em pequenos silos. Este último facilita o manuseio, podendo reduzir os custos de mão-de-obra e transporte da ração até os viveiros.

Os sacos de ração devem ser empilhados em paletes (pranchas de madeira), longe do contato direto com chão ou paredes. O empilhamento não deve exceder a 10 sacos, a fim de não comprometer a integridade física dos péletes.

Os períodos de armazenamento não devem passar de 3 meses ideal mente as rações devem ser utilizadas dentro de 2 semanas a um mês, após sua fabricação.

A implantação de um controle do inventário permite que as rações mais velhas sejam utilizadas antes das mais novas. Quando as rações são armazenadas por um período muito longo ou sob condições inadequadas, podem surgir problemas sérios tais como, a perda de vitaminas, a contaminação por toxinas ou a rancificação de óleos.

Os contaminantes mais comuns de rações são fungos e micotoxinas. Toxinas são produzidas por fungos ou mofos, os quais podem crescer nos ingredientes utilizados na fabricação de rações formuladas. Os fungos mais comuns encontrados em rações são espécies do gênero *Aspergillus*. Vários ingredientes, incluindo o farelo do caroço de algodão, a farinha de amendoim, os subprodutos do milho e os grãos de cereais, são susceptíveis a estes tipos de fungos. Todas as rações devem ser examinadas para detectar sinais de mofo de descoloração ou de um aumento anormal da umidade ou da temperatura. Devem ser descartadas todas as rações que apresentem qualquer sinal de mofo. As perdas financeiras com o uso de uma ração ruim podem ser mais elevadas do que o seu descarte.

3.4 Ação do ácido ascórbico na dieta dos camarões peneídeos

As vitaminas são nutrientes orgânicos que se apresentam nos alimentos naturais e são utilizadas em quantidades muito pequenas para o crescimento, a manutenção e a reprodução normal dos organismos. Geralmente os animais não sintetizam o ácido ascórbico, portanto devem recebê-la na dieta (MAYES, 1997). São conhecidas quinze vitaminas que se classificam em dois grandes grupos: hidrossolúveis (Complexo B: B1, B2, B6, B12, ácido pantotênico, biotina, folacina, niacina, colina e inositol) e lipossolúveis (A, D, E e K).

As vitaminas hidrossolúveis incluem as do Complexo B, a Colina, o Inositol e a vitamina C. Devido a sua solubilidade em água, os excedentes destas vitaminas são excretados pela urina e pela mesma razão não são armazenados em

quantidades apreciáveis pelos animais (MAYES, 1997). A síntese por parte da flora bacteriana do trato gastrointestinal de alguns animais podem contribuir substancialmente como fonte de várias vitaminas.

A dieta artificial representa entre 50 e 70% do custo variável da produção de camarão. A qualidade e o custo do alimento estão diretamente relacionados, uma melhora na qualidade, inevitavelmente aumentará os custos. Para a seleção do tipo de dieta e dos ingredientes a serem utilizados na preparação é imprescindível conhecer os requerimentos nutricionais da espécie cultivada (AKIYAMA & CHIANG, 1989).

As primeiras dietas formuladas para crustáceos, no começo da década de 70, utilizavam quantidades empíricas de vitaminas, baseadas fundamentalmente em pesquisas anteriores com mamíferos e peixes. A preparação de dietas semi purificadas adequadas para cada espécie continuou com a determinação dos requerimentos quali e quantitativos de várias vitaminas, devido ao alto custo que implica o suplemento destes nutrientes na dieta (AKIYAMA *et. al.*, 1992).

Os primeiros resultados sobre requerimentos de vitaminas em crustáceos, foram obtidos de pesquisas em microcrustáceos, *Artemia* sp. (PROVALOSI & D'AGOSTINO, 1969) e *Moina macrocopa* (Straus) (CONKLIN & PROVALOSI, 1977; D'ABRAMO & BRAUM, 1981). Posteriormente começaram as pesquisas sobre requerimentos de vitaminas em crustáceos decápodos de importância comercial, tais como: *Carcinus maenas* (Linnaeus) (PONAT & ADELUNG, 1980 e 1983), *Procambarus clarkii* (Girard) (BROWN, 1995; D'ABRAMO & SHEEN, 1994) e *Homarus americanus* Milde Edwards (CONKLIN *et. al.*, 1980; CONKLIN, 1995).

Todavia o principal interesse se concentrou nos estudos de camarões peneídeos de alto valor no mercado. Originalmente, estes camarões eram alimentados com rações artificiais e alimento natural, acreditando que esta combinação poderia prevenir deficiências de vitaminas. As primeiras pesquisas foram realizadas com *Marsupenaeus japonicus* (Bate) (KITABAYASHI *et. al.*, 1971; GUARY *et. al.*, 1976 a,b; KANAZAWA, *et. al.* 1976; DESHIMARU & KUROKI, 1976, 1979; KANAZAWA, 1985; ALAVA *et. al.*, 1993) posteriormente as investigações se concentraram *Penaeus monodon* (Fabricius) (AKIYAMA *et. al.* 1992; CHEN & HWANG, 1992; SHIAU & LUNG, 1993; CATA CUTAN & LAVILLA-PITOGO, 1994; CHEN *et. al.*, 1994; SHIAU & HWANG, 1994) e mais recentemente em *Litopenaeus*

vannamei (Bonne) (HE *et. al.*, 1992; HE & LAWRENCE, 1993B, 1994; MONTYA & MOLINA, 1995).

É importante destacar que o nível de vitaminas em dietas comerciais pode ser menores que o requerimento obtido por pesquisas nos laboratórios com dietas semi purificadas ou purificadas. Isto se deve ao aporte adicional de contidas nos ingredientes na dieta comercial, tais como farinhas e óleos.

Resulta evidente que a quantidade aparente requerida pelos camarões pode variar segundo as condições de cultivo e as características próprias de cada espécie (TACON,1987).

As dietas de camarões geralmente são preparadas com altas quantidades de vitaminas devido a diferentes razões, entre as quais podemos citar:

- 1) informação insuficiente a cerca dos requerimentos de vitaminas para camarões;
- 2) os camarões se alimentam lentamente e o alimento permanece na água durante várias horas pela quais as vitaminas hidrossolúveis são solubilizadas;
- 3) algumas vitaminas são destruídas durante a preparação e armazenamento da ração, em especial ácido ascórbico.

Os sintomas observados em camarões alimentados com dietas deficientes em vitaminas são as seguintes: mancha negra, anormalidades no exoesqueleto e problemas associados com a formação da cauda, crescimento de epibiontes principalmente bactérias filamentosas e protozoários ciliados, presença de bactérias Gram positivas na hemolinfa e comportamento anormal (SINDERMANN, 1990). Para obter uma boa e saudável produção no cultivo de camarão é necessário utilizar técnicas de diagnóstico preventivas que permitam detectar deficiências nutricionais. Por exemplo, a ausência de algumas vitaminas podem ser detectadas medindo seus níveis na hemolinfa e hepatopâncreas. Este método pode ser muito mais eficiente que a observação da aparência externa, o crescimento e a sobrevivência (KANAZAWA, 1997). Atualmente a metodologia mais utilizada para avaliar a qualidade dos nutrientes em crustáceos é determinar o conjunto de compostos sobre a morfologia e estrutura celular de diferentes órgãos, como hepatopâncreas, brânquias e exoesqueleto (LEE *et. al.*, 1985).

3.4.1 Ácido ascórbico

O ácido ascórbico ou vitamina C é uma substância muito solúvel, que se perde facilmente por lixiviação. É um antioxidante envolvido em várias reações bioquímicas celular, tais como, síntese de colágeno, degradação de tirosina, absorção de ferro e síntese de adrenalina. O ácido ascórbico se oxida facilmente a uma forma inativa e, portanto ao realizar pesquisas com animais pode-se chegar a conclusões errôneas determinando um requerimento aparente maior que o requerimento biológico. A utilização de formas químicas estáveis como o L-ascorbil-2-sulfato, o L-ascorbil-2-fosfato e o L-ascorbil-2-polifosfato, reduz em grande quantidade o requerimento desta vitamina (CONKLIN, 1995).

Segundo Tacon (1991), as exigências para os camarões peneídeos são variadas como poderemos ver no Quadro 07.

Quadro 07: Requerimento de ácido ascórbico na dieta para camarões.

Espécie	Requerimento (mg/kg)	Referência
<i>M. rosenbergii</i> (juvenil)	50 -100	Moncreiff <i>et. al.</i> , (1991)
<i>P. japonicus</i> (juvenil)	10.000	Guary <i>et. al.</i> , (1976)
<i>P. japonicus</i> (juvenil)	3.000	Deshimaru <i>et. al.</i> , (1976)
<i>P. japonicus</i> (juvenil)	1.000	Lightner <i>et. al.</i> , (1979)
<i>P. japonicus</i> (juvenil)	215 – 430	Shigueno & Itoh, (1988)
<i>P. japonicus</i> (larvas)	10.000	Kanazawa, (1985)
<i>L. vannamei</i>	100	Lawrence & He, (1991)

Determinou-se que todas as espécies de camarões e lagostas estudadas necessitam de vitamina C na dieta e que sua ausência causa problemas na síntese de colágeno (HUNTER *et. al.*, 1979). A mancha negra representa uma manifestação externa da redução da síntese de colágeno, caracterizada por lesões melanizadas no exoesqueleto (HUNTER *et. al.*, 1979; LIGHTNER *et. al.*, 1979; HEINEN, 1984;

PETRIELLA *et. al.*,2002; CATA CUTAN & LAVILLA-PITOGO, 1994; D'ABRAMO *et. al.*, 1984; MONTOYA & MOLINA, 1995).

A deficiência desta vitamina na dieta dos camarões causa uma diminuição do crescimento, redução da frequência de mudas ou mudas incompletas, diminuição da resistência ao estresse e alta mortalidade (HE & LAWRENCE, 1993A; XU *et. al.*,1994).

Travis (1995) observou grandes mudanças na morfologia e atividade da enzima fosfatase alcalina em células epidérmicas da lagosta espinhosa *Panulirus argus* (Latreille) na fase de pré muda, a qual se relaciona com a intervenção do ácido ascórbico na formação do exoesqueleto dos crustáceos durante o ciclo de muda.

Lightner *et. al.*,(1979) determinaram que os níveis de 1000-2000 mg de ácido ascórbico/kg de ração são as necessidades requeridas por *Farfantepenaeus californiensis* (Osbeck) e *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson).

Foram realizadas pesquisas sobre o efeito do ácido ascórbico no crescimento do camarão argentino *Artemisia longinaris* (Bate) (PETRIELLA *et. al.*, 2002). Observou-se que os camarões alimentados com dietas com 0,3% e 0,6% de vitamina C na dieta, apresentaram bons valores no aumento do peso. Vale salientar que um aumento exagerado na quantidade de ácido ascórbico pode produzir uma hipertrofia e desorganização de certos tecidos como o conectivo tegumentário.

3.5 Estabilidade do ácido ascórbico durante armazenamento e lixiviação

O ácido ascórbico é um nutriente dietético essencial nas rações para camarões e peixes (FFI, 1984). Esta vitamina é extremamente lábil e seu comportamento químico sugere que sua taxa de destruição seria uma função de fatores como tempo, temperatura, oxigênio, pH e luz (HERREID *et. al.*, 1952; WANNINGER, 1972). Eva *et al.* (1976) informaram que 20% do ácido ascórbico acrescentados a rações para camarões e peixes são perdidas durante o processamento e que depois de 6 semanas de armazenamento em temperatura ambiente só 35% da vitamina inicial permanece. Hilton *et. al.* (1977) observou que depois do processamento e 6 semanas de armazenamento, a temperatura ambiente,

as rações para peixe e camarão suplementadas com ácido ascórbico chegaram a perder de 20 a 1280 mg de ácido ascórbico / kg de ração.

3.6 Estudos do comportamento térmico de produtos alimentícios.

A Termogravimetria (TG) tem-se mostrado com grande potencialidade na análise de umidade de algumas matrizes sólidas, fornecendo resultados com precisão e exatidão satisfatórias, tendo por isso, sido usada na determinação do teor de umidade de várias sementes (cenoura, tomate, cebola, alface, repolho) e teor de cinzas nas temperaturas em torno de 700 a 900°C. Os resultados termogravimétricos foram comparados com a técnica de Ressonância Magnética Nuclear (RMN), que tem assumido nos últimos anos, grande importância na obtenção do conteúdo e estado físico da água de materiais biológicos e alimentícios (TOMASSETTI, 1987).

Com os bons resultados obtidos nas análises com sementes, Tomassetti (1987) repetiu o estudo com a Termogravimetria e RMN, desta vez com várias farinhas de cereais (farinha de trigo, milho, arroz, batata, soja, grão de bico e castanha) obtendo também para esse grupo de compostos, resultados com uma boa correlação. Os valores obtidos para teores de umidade e cinzas (650-700°C) corroboram com dados da literatura para as farinhas de trigo, arroz e milho, ou seja, 11-14% de umidade e 0,5-2,0% de cinzas.

Um outro grupo de alimentos, como amido, massas, café torrado, cevada torrada, pimenta, leite em pó, cacau torrado, foram também analisados por Tomassetti *et. al.* (1989) para determinação do teor de umidade por Termogravimetria e RMN, obtendo ainda o teor de cinzas e a fração glicídica para alguns produtos por Termogravimetria.

Por conseguinte, a possibilidade do uso de técnicas instrumentais, tais como, Análise Térmica, é considerada; além do mais, a Análise Térmica oferece a vantagem de se poder observar todo o processo de decomposição térmica possibilitando obter informações de outros componentes do sistema (CURINI *et. al.*, 1989).

A correlação entre estrutura macromolecular e estabilidade térmica de polissacarídeos de várias espécies de fungos foi verificada por Termogravimetria e Termogravimetria Derivada (TG e DTG) e DTA (Análise Térmica Diferencial) por Ramos-Sanches *et. al.* (1988). As curvas DTG mostraram dois processos de decomposição térmica, o primeiro no intervalo de 263-355°C e o segundo de 438-560°C. Igualmente útil para a caracterização dos compostos foram as curvas DTA, através de seus picos a 330, 390, 435, 480 e 530°C. Estas técnicas podem ser utilizadas como método auxiliar em Taxonomia.

Muitos compostos biológicos que realizam funções essenciais contêm sacarídeos ligados a outros tipos de estruturas. Os açúcares derivados, tais como, aminoaçúcares, nucleosídeos, nucleotídeos, que têm atraído grande interesse, principalmente no campo dos antibióticos, foram estudados por TG e DTA afim de se verificar diferenças com os resultados obtidos para açúcares típicos. A pirólise dos açúcares derivados é também de grande interesse em termos de auxiliar no conhecimento das relações entre estrutura química e atividade térmica para carboidratos e no seu valor medicinal (REY *et. al.*, 1988).

Estudos da estabilidade térmica de complexos proteína-ferro foram realizados por Gorinstein (1975) utilizando a Termogravimetria (TG) associada a Análise Térmica Diferencial (DTA), onde foi verificado duas etapas de decomposição térmica: a primeira relacionada à desidratação (180-240 °C) e a segunda, à decomposição do complexo desidratado (300-700°C). Diferenças no calor de dissociação dos complexos proteína-metal mostraram a variação de estabilidade de suas ligações químicas.

O sistema de análise TG-DSC simultâneo é de grande utilidade no estudo de compostos orgânicos porque combina, numa única análise, a detecção de perda de massa e mudanças de calor, permitindo que transformações que ocorram mesmo com pequenas mudanças de massa (reações químicas, decomposição, vaporização, oxidação) possam ser distinguidas daquelas que ocorrem sem mudanças de massa (fusão, cristalização, mudanças polimórficas) (GORINSTEIN, 1975).

Rodante *et. al.* (1992), utilizaram a Análise Térmica, TG-DSC simultâneos, e cálculos cinéticos dos dados obtidos por TG dinâmica, para alguns α -aminoácidos. Com esta técnica, compostos com estruturas similares podem ser agrupados de acordo com suas curvas termoanalíticas, embora isso não dê informações da

variação térmica de sua estrutura. Os dados termodinâmicos e cinéticos mostraram significados diferentes, exceto no caso de séries onde os anéis da cadeia lateral influenciam na decomposição térmica dos compostos.

Dados termodinâmicos (temperatura inicial, perda de massa e entalpia) e cinéticos (energia de ativação e fator de frequência) de α -aminoácidos padrões na fase sólida foram obtidos por Rodante (1992) e correlacionados com o aspecto de quatro classes em que estes compostos são classificados na fase líquida. A estabilidade térmica dos componentes nas várias classes é normalmente associada ao processo de descarboxilação que, por sua vez, é influenciada pelas cadeias laterais.

Três séries de dipeptídeos têm sido estudadas na fase sólida. Na primeira série, a mútua influência dos dois α -aminoácidos torna o dipeptídeo menos estável que os componentes livres. Na segunda, o grupo metil tem um papel fundamental na estabilidade térmica, exatamente como na fase líquida. A terceira série, é composta de um sistema simétrico, onde foi verificado a mesma estabilidade térmica do sistema em solução (RIESEN & WIDMANN, 1993).

As proteínas mostram uma curva típica de DSC. A DSC pode ser usada para estudar desnaturação de proteínas e também para controle de qualidade (RIESEN & WIDMANN, 1993).

A Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) foi usada para estudar o comportamento térmico de cereais acima de 20°C. Quando as amostras foram aquecidas em cadinhos fechados, intensas reações exotérmicas foram observadas em torno de 70 °C. Essas reações exotérmicas, que são associadas com torramento e carbonização dos alimentos, foram atribuídas principalmente aos carboidratos (RAEMY, 1982).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Matéria- prima

As matérias-primas utilizadas para o experimento foram 04 (quatro) rações comerciais e 01 premix vitamínico com as seguintes características:

- 01) Ração peletizada e posteriormente desintegrada, destinada à alimentação de camarões marinhos na fase de pós-larvas (PL2-PL15) povoadas em berçários.
- 02) Ração peletizada e posteriormente desintegrada, destinada à alimentação de camarões marinhos na fase de pós-larvas (PL7-PL25) povoadas em berçários.
- 03) Ração peletizada e posteriormente desintegrada, destinada à alimentação de camarões marinhos com peso médio entre 1 e 3 gramas, povoados em sistemas de berçários, pré-cria ou em viveiros de engorda.
- 04) Ração peletizada destinada à alimentação de camarões marinhos desde a fase juvenil (com peso médio de 3 gramas) até atingir peso de mercado, povoados em sistemas de engorda sob densidades acima de 30 camarões/m².
- 05) Premix vitamínico sob a forma de monofosfato de ácido ascórbico (Lutavit[®] C Monophosphate Feed Grade). O monofosfato de ácido ascórbico na forma de sal cálcico foi escolhido como fonte de vitamina C.

4.2 Métodos

4.2.1 Composição centesimal

A composição centesimal foi determinada nas rações e no premix vitamínico e obtida em termos de umidade, cinzas, lipídios, proteínas e carboidratos, conforme os métodos descritos abaixo.

Umidade: O teor de umidade foi determinado em estufa a 105 °C, até peso constante (INSTITUTO ADOLF LUTZ, 1985).

Cinzas: O teor de cinzas foi determinado em mufla a 550 °C, até peso constante (A.O.A.C., 1993).

Lipídios: Para a determinação de lipídios realizou-se a extração contínua com hexano em extrato SOXHLET (A.O.A.C., 1993).

Proteínas: A determinação do teor de proteínas foi realizada pelo método de Micro-Kjeldahl, descrito por A.O.A.C., 1993.

Carboidratos: O valor do conteúdo de carboidratos totais e fibras, foi obtido por diferença de 100, com a soma dos percentuais dos demais componentes da composição centesimal.

Cálcio: O teor de cálcio foi determinado por titulometria com EDTA, segundo metodologia do Instituto Adolf Lutz (1985).

Fósforo: Determinado pela medição da intensidade da cor azul formada pela reação deste mineral com o molibdato de amônio produzindo o composto amoníofosfomolibdato, mensurado por espectrofotômetro (Quimis, modelo UV 2102 PC) a um comprimento de onda de 650 nm, de acordo com a metodologia descrita em Rangana (1991).

Ácido ascórbico: A determinação de ácido ascórbico foi realizada utilizando-se o método padrão da A.O.A.C., 1984. As determinações foram realizadas em triplicata, utilizando amostras de 1 grama. As amostras foram maceradas, homogeneizadas com 100 ml de solução extração (ácido oxálico) utilizando uma centrífuga Excelsa Baby II, modelo 206-R (FANEM). Uma alíquota de 10 ml dessa solução foi titulada com solução padronizada de 2,6-diclorofenolindofenol 0,01%. O ponto de viragem foi detectado visualmente.

4.2.2 Propriedade física das amostras

Granulometria: A granulometria refere-se às dimensões dos macroingredientes utilizados na fabricação das rações e também às medidas das próprias rações. A granulometria da ração é consequência da granulometria dos

ingredientes que a compõem. A eficiência dos alimentos está diretamente ligada a granulometria, pois quando os ingredientes não atendem as especificações ou aos padrões determinados, uma série de problemas pode ser desencadeada, desde a má formação da ração até o mau aproveitamento por parte dos animais. As rações foram tamizadas em peneiras com telas que variaram de 0,4 mm a 2,5 mm de espessura.

4.2.3 Análise da estabilidade do ácido ascórbico - exposição a luz e lixiviação

4.2.3.1 Condições de armazenamento

Foram armazenadas amostras de cada dieta nas seguintes condições: geladeira ($6^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), temperatura ambiente ($20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$) e estufa ($40^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$). As rações foram acondicionadas em sacos confeccionados com a embalagem original (ráfia) e posteriormente colocados nestes 03 (três) ambientes.

O ácido ascórbico foi determinado nas amostras nos seguintes períodos (05, 10, 15, 20, 25 e 30 dias), nas condições anteriormente descritas.

4.2.3.2 Exposição a luz

Foram armazenadas amostras de cada dieta nas seguintes condições: amostras de 10 gramas na estufa desligada e exposta a luz (lâmpada de 60 watts), a lâmpada forneceu luminosidade de 4800 lux. As amostras foram distribuídas em placas de Petri de 100 mm de diâmetro, analisadas em triplicata no intervalo de 04, 08 e 12 dias.

4.2.3.3 Lixiviação

As amostras, em triplicata, com peso de 10 gramas foram colocadas em 03 béqueres contendo 500 ml de água do mar e em outros 03 com água do estuário do rio Paraíba, para serem analisadas em 03 (três) diferentes intervalos de tempo (3, 6 e 12 horas), para observar a lixiviação.

4.2.4 Análise térmica das diferentes rações e premix vitamínico

4.2.4.1 Termogravimetria

A termogravimetria foi utilizada para estudar o perfil da decomposição térmica e a estabilidade térmica das amostras estudadas.

As curvas termogravimétricas foram obtidas 5 em um Analisador Térmico TA Instruments SDT 2960. O intervalo de temperatura explorado foi de ambiente a 700°C na razão de aquecimento de 10°C min⁻¹. Foi utilizada atmosfera de ar sintético a uma vazão de 110 ml min⁻¹, cadinho de alumina e massas das amostras de 10,0 ± 0,5 mg.

4.2.4.2 Calorimetria Exploratória Diferencial

As curvas DSC foram obtidas com o objetivo de estudar as transições entálpicas referentes à decomposição térmica dos constituintes das rações e do premix vitamínico.

As curvas calorimétricas foram obtidas em um Analisador Térmico TA Instruments SDT 2960. O intervalo de temperatura explorado foi de ambiente a 700°C na razão de aquecimento de 10°C min⁻¹. Foi utilizada atmosfera de ar sintético a uma vazão de 110 mL min⁻¹, cadinho de alumina e massas das amostras de 10,0 ± 0,5 mg.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Composição química das rações e do premix vitamínico

A composição química das rações 01, 02, 03 e 04 utilizadas nas fases de cria e engorda dos camarões da espécie *Litopenaeus vannamei*, podem ser observadas na Tabela 01. Todas apresentaram teores de umidade dentro da faixa recomendada na literatura. Este atributo é muito importante, pois umidade muito baixa, menor que 6%, denota a ocorrência de secagem excessiva e podem acarretar um decréscimo na qualidade protéica da ração (CUZON & GUILLAUME, 1997), enquanto que valores muito elevados (13%) diminuem a vida de prateleira das rações.

TABELA 01 - Composição centesimal das rações comerciais analisadas e do premix vitamínico.

COMPONENTES	Amostra 01	Amostra 02	Amostra 03	Amostra 04	Amostra 05
Umidade ¹ (%)	9,78±0,12	11,24±0,48	12,43±0,33	12,23±0,58	12,60±0,34
Proteínas ¹ (%)	50,06±0,14	40,13±1,18	40,27±1,24	35,43±0,76	0,80±0,62
Lipídeos ¹ (%)	10,97±0,22	7,96±0,98	7,67±0,18	8,08±0,12	0,60±0,12
Carboidratos ¹ (%)	15,51±3,12	31,52±2,85	27,41±2,97	34,27±2,93	26,35±1,42
Cinzas ¹ (%)	10,55±0,67	6,30±0,87	9,25±0,93	7,06±0,54	48,32±0,78
Cálcio ¹ (%)	2,11±0,54	2,13±0,28	2,21±0,65	2,18±1,24	6,57±0,36
Fósforo ¹ (%)	1,02±0,58	0,72±0,36	0,76±0,82	0,75±0,91	5,48±0,65
Ácido Ascórbico (mg/kg)	300±2,12	150±1,32	150±1,58	130±0,74	80.000±2,3

1 – O dados representam a média de três amostras (triplicata)

No que se refere as alíquotas de proteína, as rações analisadas apresentaram um teor protéico de 35,43 a 50,06%. Colvin & Brand (1997) afirmam que camarões da espécie *Litopenaeus vannamei* no estágio de larva, juvenis e em fase de engorda requerem dietas com teor protéico diferenciados. Para a fase larval (< 0,5 g), Akiyama, Dominye Lawrence (1991), recomenda rações com 45% de proteína. Na

fase juvenil e de engorda Smith *et. al.* (1985), sugerem níveis de 36 até 40% de proteína. Cousin *et. al.* (1993) indicam teores de 32-35% de proteína e Rigas-Vegas *et. al.* (2005), alimentaram os camarões *Litopenaeus vannamei* na fase juvenil e de engorda com dietas contendo 35% de proteínas, com sucesso. Os requerimentos protéicos variam entre as espécies, situando-se entre 30% e 60%, como pode ser observado no Quadro 08. Entretanto, os níveis recomendados de proteína para rações utilizadas em sistemas semi-intensivos, derivados de fontes vegetais e/ou animais estão entre 30% e 35%.

QUADRO 08: Alíquotas de proteínas exigidas por diferentes espécies de camarões

Espécies	Exigência de Proteína Bruta (%)	Referências
<i>P. brasiliensis</i>	45-55	Liao <i>et.al.</i> (1986)
<i>P. indicus</i>	40-43	Calvin (1976)
<i>P.japonicus</i>	40-60	Deshimaru & Shigueno (1972) Kosshio <i>et. al.</i> (1993)
<i>P. monodon</i>	40-46	Lee (1971) AQUAPOC (1978)
<i>L. vannamei</i>	30.35	Calvin & Brand (1977)

Os teores de lipídeos das rações 01, 02, 03 e ,04 se situaram em 10,97; 7,96, 7,67 e 8,08; respectivamente. Os lipídeos são as principais fontes de energia para camarões nativos e cultivados (AVAULT, 1996). A quantidade de lipídeos afeta o valor energético das rações, e quando o percentual excede a 12%, isso pode causar retardamento no crescimento (DESHIMARU, 1981). Akiyama, Dominy & Lawrence (1991), recomendam uma quantidade de lipídeos para a espécie *L. vannamei* em torno de 6 a 7,5% não podendo exceder os 10%, pois pode ocorrer redução no crescimento e aumento na mortalidade dos camarões.

Dietas com elevados níveis de gordura estão comumente associados com significativa redução na taxa de crescimento, como também, acréscimo nos níveis de lipídeos no hepatopâncreas, o que pode resultar em uma limitação do metabolismo, associado a este fato, os pesquisadores verificaram que a quantidade de alimento consumido é geralmente influenciado pelo seu conteúdo energético e uma dieta com teor de lipídeos em excesso causará uma redução do consumo, resultando consequentemente, em uma deficiência nutricional (CHURCH & POND, 1982).

Por outro lado, o alimento vivo (organismos aquáticos), é escasso em carboidratos e abundante em lipídeos e proteínas (HEPHER, 1988), isto é provavelmente responsável pela tendência dos crustáceos usarem proteína como fonte de energia (GUILLAUME, 1991), o que deve ser evitado em cultivos comerciais, uma vez que os ingredientes protéicos elevam os custos da ração.

Os teores de cinzas das rações 01, 02, 03 e 04 se situaram em 10,55; 6,30; 9,25; e 7,06%; respectivamente. Estes valores são semelhantes aos encontrados por Melo (2003) e por Gadelha (2005) quando analisaram rações comerciais destinadas ao arraçoamento de camarão.

No que se refere aos teores e proporções de Cálcio:Fósforo (Ca:P), os resultados das análises das rações 01, 02, 03 e 04 se situaram em 2,11: 1,02; 2,13:0,72; 2,21:0,76; e 2,18:0,75%, respectivamente. New (1976) recomenda que para animais aquáticos criados em cultivos racionais a proporção de Ca:P é de 1,3: 1,0. O autor cita ainda que taxas acima de 2,0:1,0 Ca:P pode haver inibição do crescimento e perda de pigmentação. De acordo com Deshimaru *et. al.* (1978), os camarões quando cultivados em água do mar, absorvem alguns minerais da água, entre eles está o cálcio, não sendo, portanto, necessária uma suplementação desse mineral. Entretanto, nos cultivos racionais de camarão, onde eles são criados em sistemas semi-intensivo e intensivo há realmente uma necessidade desse mineral. Segundo Davis *et. al.* (1993), os níveis exigidos de fósforo pelo *Litopenaeus vannamei* é de 0,34-2,0%, assim como o fósforo não é absorvido em quantidade significativa na água, as rações comerciais devem ser providas desse mineral. Observamos que a relação Ca:P ficou abaixo da recomendada por New (1976), conforme resultados constatados em análise.

Os teores de ácido ascórbico nas amostras 01, 02, 03, 04 e 05 se situaram em 300, 150, 150, 130 e 80.000 mg/kg, respectivamente, conforme as análises realizadas em laboratório.

Moncreiff *et. al.* (1991) determinaram que 50 mg de ácido ascórbico por kg de ração são as necessidades requeridas pelo *M. rosenbergii*. Para o *P. japonicus* em estágio larval a exigência de ácido ascórbico é de 10.000 mg/kg, segundo Deshimaru *et. al.* (1976) e para a mesma espécie em estágio juvenil o requerimento do ácido ascórbico é de 3.000 mg/kg, conforme Kanazawa *et. al.* (1985). Lawrence & He (1991) afirmam que 100 mg/kg são necessários para suprir as necessidades de

ácido ascórbico da espécie *Litopenaeus vannamei*.

Lightner *et. al.* (1979) determinaram que os níveis de 1000-2000 mg de ácido ascórbico/kg de ração são as necessidades requeridas por *Farfantepenaeus californiensis* (Osbeck) e *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson).

Foram realizadas pesquisas sobre o efeito do ácido ascórbico no crescimento do camarão argentino *Artemisia longinaria* (Bate) (PETRIELLA *et.al.*, 2002). Observou-se que os camarões alimentados com dietas com 0,3% e 0,6% de vitamina C na dieta, apresentaram bons valores no aumento do peso. Vale salientar que um aumento exagerado na quantidade de ácido ascórbico pode produzir uma hipertrofia e desorganização de certos tecidos como o conectivo tegumentário.

5.2 Propriedade física das amostras

Os resultados de granulometria das amostras 01, 02, 03, 04 e 05 foram os seguintes: 0,5 mm (farelo), 1,0 mm (farelo); 1,3 mm (pélete), 2,0 mm (pélete) e < 0,5 mm, respectivamente, conforme as análises realizadas em laboratório. Estes resultados são semelhantes aos recomendados por Tan (1991), de acordo com a idade e tamanho dos camarões.

5.3 Estabilidade do ácido ascórbico nas rações e no premix vitamínico durante o armazenamento.

Os dados referentes a degradação do ácido ascórbico contido nas rações e no premix vitamínico submetidos a diferentes temperaturas, consta na Tabela 02.

Foram armazenadas amostras de cada dieta nas seguintes condições: geladeira ($6^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), ambiente climatizado ($20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$) e estufa ($40^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$). As rações foram acondicionadas em sacos confeccionados com a embalagem original (ráfia) e posteriormente colocados nestes 03 (três) ambientes.

O ácido ascórbico foi determinado nas amostras nos seguintes períodos:

(05, 10, 15, 20, 25 e 30 dias), nas condições anteriormente descritas.

Tabela 02: Perdas em percentual do ácido ascórbico presente em camarão e no premix vitamínico submetidos a diferentes temperaturas.

Período de degradação (dias)	Amostra 01			Amostra 02			Amostra 03			Amostra 04			Amostra 05		
	G	A	E	G	A	E	G	A	E	G	A	E	G	A	E
T5	8,33	7,7	18,0	11,3	13,3	15,3	10,7	11,3	13,3	0,0	0,7	1,5	2,3	14,3	38,8
T10	34,6	37,3	40,0	12,7	14,0	18,7	11,3	12,7	16,0	0,7	0,7	3,0	2,6	21,4	41,3
T15	41,3	42,0	43,3	14,0	16,0	20,7	12,0	14,0	18,7	1,5	2,2	4,4	4,4	38,8	45,3
T20	42,6	43,3	44,0	16,7	16,7	24,7	12,7	14,7	20,0	1,5	3,7	6,7	9,9	43,3	46,6
T25	44,0	45,7	46,7	18,0	18,0	26,7	13,3	16,0	21,3	3,0	3,7	8,2	10,0	46,0	51,6
T30	46,6	47,3	50,7	17,3	19,3	30,0	14,0	16,7	24,0	3,7	5,2	10,6	10,9	43,1	63,6

Legenda: G – geladeira ($6^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$); A – Ambiente climatizado ($20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$); E – estufa ($40^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$)

5.3.1 Efeito do armazenamento nas amostras

Na amostra 01 (ração para aquicultura) ocorreram as maiores perdas de ácido ascórbico em relação as outras amostras 02, 03 e 04. Esta amostra inicialmente apresentou 300 mg/kg e no 30º dia submetido a geladeira perdeu 46,6%, no ambiente climatizado perdeu 47,3% e na estufa chegou a perder 50,7%. Observamos que as maiores perdas foram nas amostras submetidas a estufa ($40^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$) e as menores para as armazenadas na geladeira ($6^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), conforme a Figura 01.

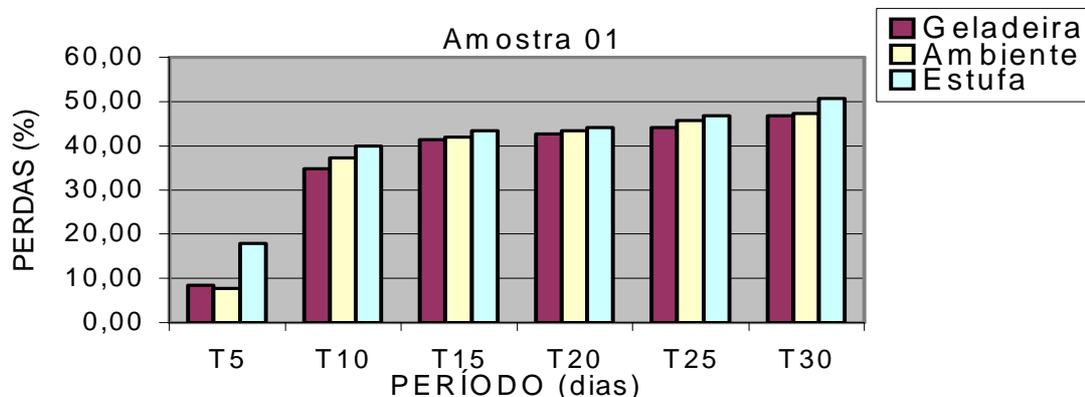


Figura 01. Degradação de ácido ascórbico contido na Amostra 01 submetido aos diferentes ambientes.

As perdas de ácido ascórbico nas amostras 02 e 03 (ração para aquicultura) foram próximas. As amostras 02 e 03 ao serem analisadas inicialmente apresentavam 150 mg/kg e após 30 dias submetidas a geladeira perderam 17,3 e 14,0% no ambiente climatizado perderam 19,3 e 16,7% e na estufa as perdas foram de 30,0 e 24,0%, respectivamente. Observamos que as maiores perdas foram nas amostras submetidas a estufa (40°C ± 3°C) e as menores para as armazenadas na geladeira (6°C ± 2°C), conforme Figuras 02 e 03.

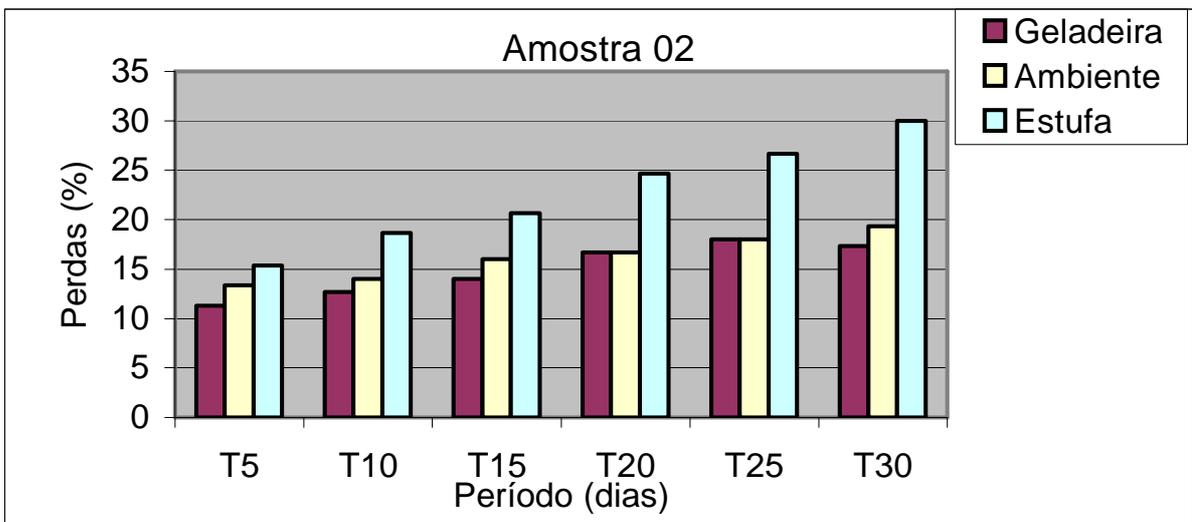


Figura 02. Degradação de ácido ascórbico contido na Amostra 02 submetido aos diferentes ambientes.

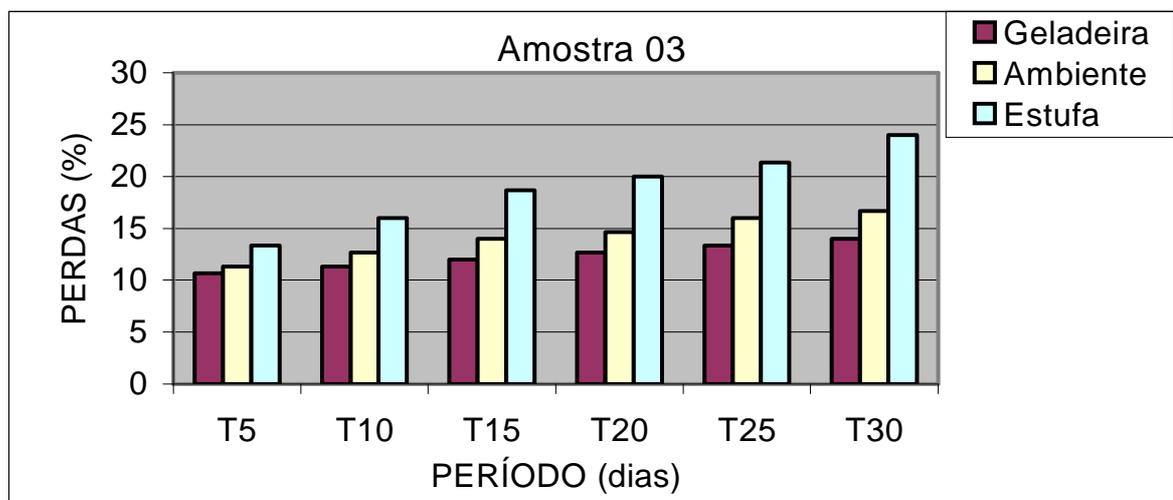


Figura 3: Degradação do ácido ascórbico contido na amostra 03 submetida a diferentes ambientes.

A amostra 04 (ração para aquicultura) ao ser analisada inicialmente apresentou a menor quantidade inicial de ácido ascórbico (130mg/kg). A degradação na mesma amostra analisada para um período de 30 dias de armazenamento na geladeira foi de 3,7%, no ambiente climatizado foi de 5,2% e na estufa perdeu 10,6%. Foram registradas perdas mais altas para a amostra 04 armazenada em estufa (40°C ± 3°C) e mais baixas para as armazenadas na geladeira (6°C ± 2°C), conforme a Figura 04. Em comparação com as outras amostras analisadas a amostra 04 foi a que menos perdeu ácido ascórbico nas diferentes temperaturas a que foi submetida.

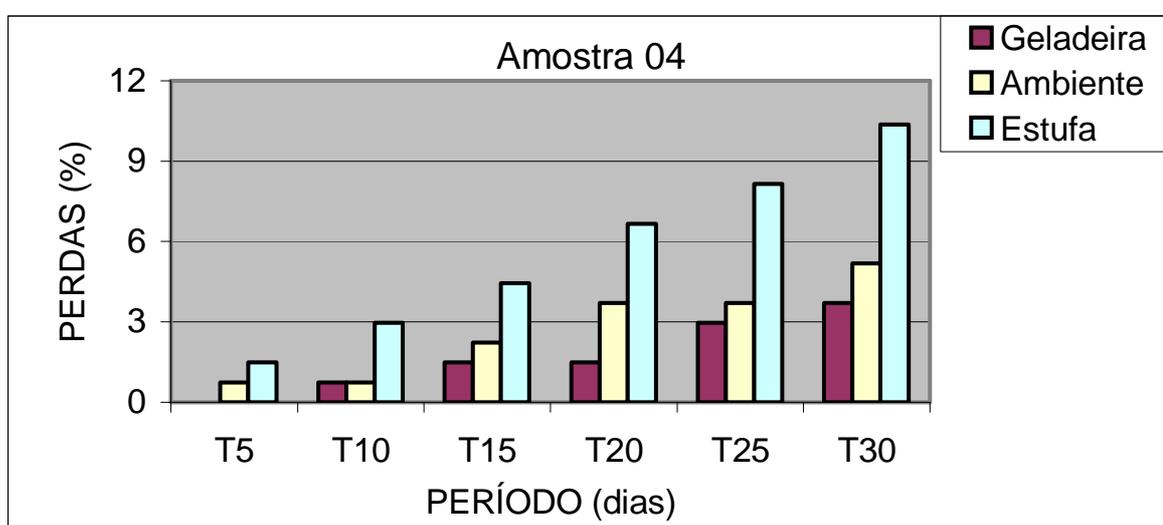


Figura 4: Degradação do ácido ascórbico contido na amostra 04 submetida a diferentes ambientes.

As perdas de ácido ascórbico foram mais acentuadas na amostra 05, que corresponde ao premix vitamínico com maior quantidade inicial de ácido ascórbico (80.000 mg/kg). A degradação na mesma amostra analisada para um período de 30 dias de armazenamento na geladeira foi de 10,9%, no ambiente climatizado foi de 43,1 % e na estufa chegou a perder até 63,6%. Foram registradas perdas mais altas para a amostra 05 armazenada em estufa (40°C ± 3°C) e mais baixas para as armazenadas na geladeira (6°C ± 2°C).

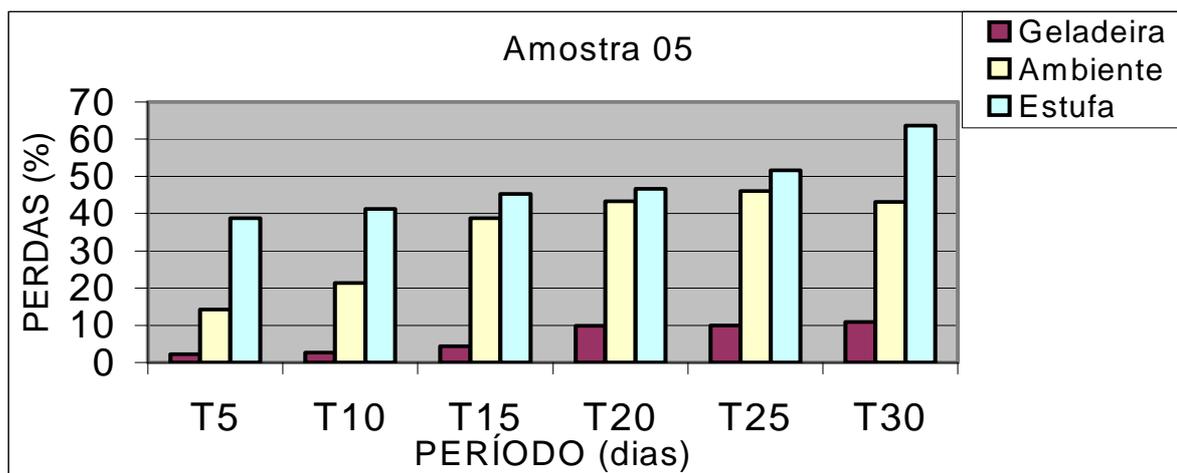


Figura 5: Degradação do ácido ascórbico contido na Amostra 05 submetida aos diferentes ambientes.

A perda de ácido ascórbico de cada amostra dietética durante o armazenamento foi aumentada, conforme aumentava o período de armazenamento. As análises realizadas em laboratório revelaram que a estabilidade do ácido ascórbico contido nas diferentes amostras e em diferentes condições de armazenamento, em ordem decrescente, foi a seguinte: estufa ($40^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$), ambiente climatizado ($20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$) e geladeira ($6^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Hilton *et al.* (1977) informou que ácido ascórbico apresentou estabilidade mais alta quando armazenado em um congelador (-20°C), em geladeira ($5-8^{\circ}\text{C}$) e temperatura ambiente ($22-24^{\circ}\text{C}$).

Os resultados evidenciaram que a degradação do ácido ascórbico dietético foi afetada pelas condições e período de armazenamento. Sandnes e Utne (1982) informaram que rações para a aquicultura armazenadas a temperatura ambiente (20°C) perderam quase todo ácido ascórbico contido nestas rações depois de 16 semanas de armazenamento comparado a uma perda de 70% depois de 24 semanas de armazenamento à 4°C .

5.4 Estabilidade do ácido ascórbico nas rações e no premix vitamínico submetidos a ambiente com ausência e presença de luz.

Os dados referentes a degradação do ácido ascórbico contido nas rações e no premix vitamínico submetidos a ambiente com ausência e presença de luz, consta na Tabela 03.

Foram armazenadas amostras de cada dieta nas seguintes condições: amostras de 10 gramas na estufa desligada e exposta a luz (lâmpada de 60 watts), a lâmpada forneceu luminosidade de 4800 lux. As amostras foram distribuídas em placas de Petri de 100 mm de diâmetro, analisadas em triplicata no intervalo de 04, 08 e 12 dias.

Tabela 03: Perdas em percentual do ácido ascórbico presente em rações para camarão e no premix vitamínico submetidos a ambiente com ausência e presença de luz.

Tempo de degradação (dias)	Amostra 01		Amostra 02		Amostra 03		Amostra 04		Amostra 05	
	E	L	E	L	E	L	E	L	E	L
T4	36,7	40,0	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0	10,0	15,0
T8	40,0	55,0	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0	20,9	28,0
T12	43,3	58,3	10,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0	26,5	33,0

Legenda: E - Ambiente com ausência de luz; L - Ambiente com presença de luz

5.4.1 Efeito da luz nas amostras

Na amostra 01 (ração para aquicultura) ocorreram as maiores perdas de ácido ascórbico em relação as outras amostras 02, 03 e 04. Esta amostra inicialmente apresentou 300 mg/kg e no 12º dia submetido a um ambiente escuro perdeu 43,3% e no ambiente com presença de luz perdeu 58,3%, conforme a Figura 06.

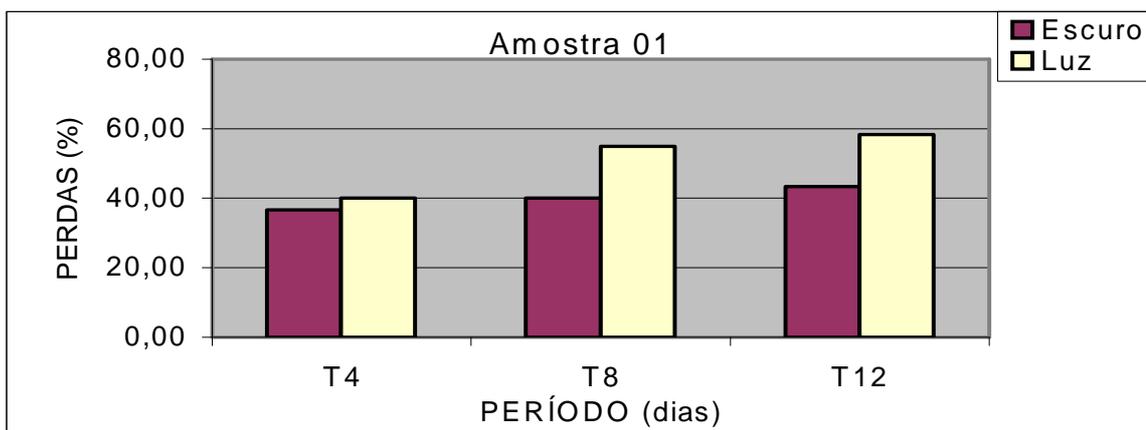


Figura 6: Degradação do ácido ascórbico contido na amostra 01 exposta a ambientes com ausência e presença de luz.

As perdas de ácido ascórbico nas amostras 02 e 03 (ração para aquicultura) foram iguais. As amostras 02 e 03 ao serem analisadas inicialmente apresentavam 150 mg/kg e após 12 dias submetidas a um ambiente escuro perderam 10,0% e no ambiente com presença de luz também 10,0%, conforme a Figura. 07.

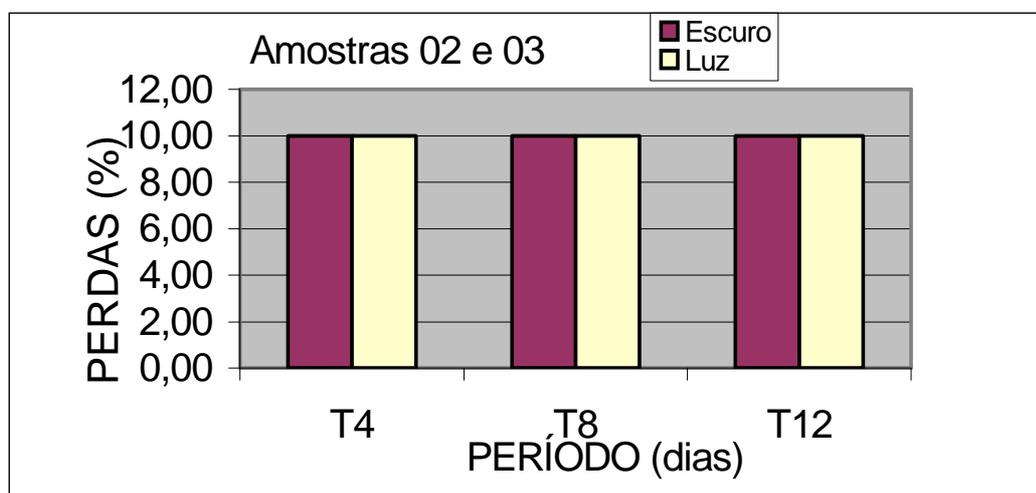


Figura 7: Degradação do ácido ascórbico contido na amostra 02 e 03 expostas a ambientes com ausência e presença de luz.

A amostra 04 (ração para aquicultura) ao ser analisada inicialmente apresentou a menor quantidade inicial de ácido ascórbico (130g/kg). Não houve degradação na amostra analisada. Em comparação com as outras amostras analisadas a amostra 04 foi a que menos perdeu ácido ascórbico (0,00%) quando submetida a ambientes com ausência e presença de luz. Nenhum efeito da luz foi observado na degradação do ácido ascórbico ou escurecimento da amostra em estudo.

As perdas de ácido ascórbico foram significativas na amostra 05, esta corresponde ao premix vitamínico com maior quantidade inicial de ácido ascórbico (80.000 mg/kg). A degradação na amostra analisada para um período de 12 dias submetido a um ambiente escuro foi de 26,5% e no ambiente com presença de luz perdeu 33,0%, conforme a Figura 08.

Soliman *et. al.* (1987) colocou amostras de rações para camarão em caixas escuras e claras em temperatura ambiente (22-24°C) durante 30, 50, 90 e 182 dias e conseguiu os seguintes resultados para as caixas escuras: 82,86; 91,60; 0,00 e 0,00 respectivamente. Para as rações acondicionadas em caixas claras nas mesmas condições, os resultados foram: 86,56; 96,71; 0,00 e 0,00 respectivamente. As perdas do ácido ascórbico nas rações acondicionadas em caixas claras foram maiores que nas caixas escuras.

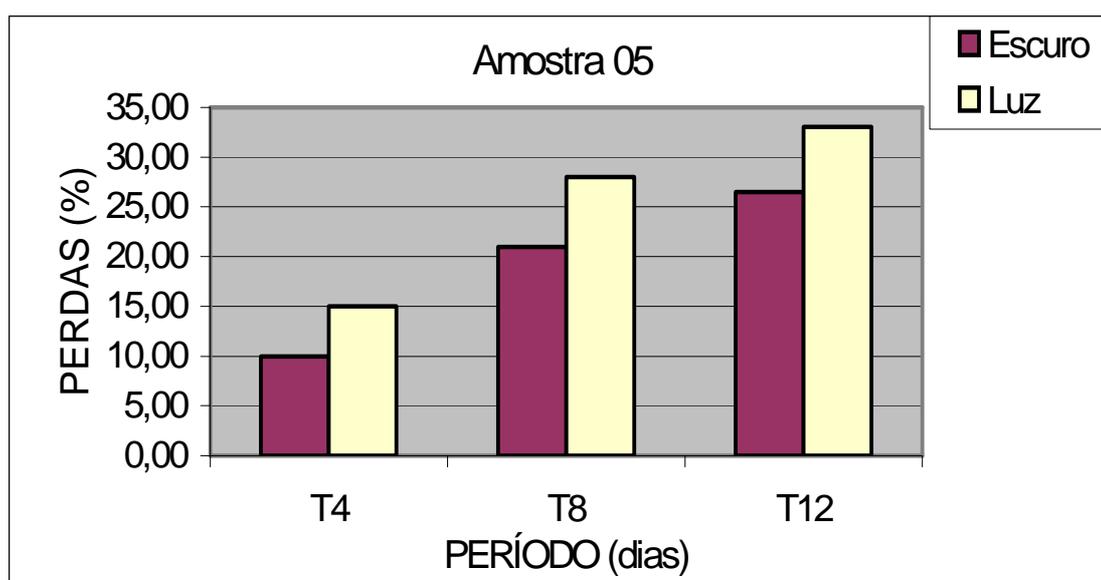


Figura 08: Degradação do ácido ascórbico contido na Amostra 05 exposta a ambientes com ausência e presença de luz.

Para Sattar *et. al.*, a luz fluorescente a 540-650 lux, tem um efeito significativo na degradação do ácido ascórbico e na aceitação sensorial de bebidas de laranja, quando armazenadas à temperatura de 25-30°C durante 32 dias. No entanto, segundo Mottar, não foi verificada influência da exposição à luz solar e armazenamento a 20°C, no conteúdo de ácido ascórbico, escurecimento não - enzimático e nas propriedades organolépticas do suco de laranja asséptico durante 52 dias.

Granzer investigou o efeito da luz.(3500 lux) na qualidade do suco de laranja quando armazenado a 22°C. Verificou que não houve diferença nas características sensoriais do produto, quando comparado ao suco acondicionado em ambiente escuro, durante 37 dias de estocagem. As perdas de ácido ascórbico foram 5-6% e 3-4% para o suco sob iluminação e o que foi mantido no escuro, respectivamente.

Soliman, Jauncey e Roberts (1987) pesquisaram o efeito da luz na degradação do ácido ascórbico no leite armazenado em garrafas com coloração rubi, âmbar e clara. Após as análises a equipe de pesquisadores evidenciaram que o leite mantido nas garrafas rubi e âmbar tiveram uma menor redução no teor de ácido ascórbico do que no leite armazenado em garrafas claras.

5.5 Estabilidade do ácido ascórbico nas rações submetido a água marinha e estuarina.

Os dados referentes a degradação do ácido ascórbico contido nas rações submetido a água marinha e estuarina, consta na Tabela 04.

As amostras, em triplicata, com peso de 10 gramas foram colocadas em 03 béqueres contendo 500 ml de água do mar e em outros 03 com água do estuário do rio Paraíba, para serem analisadas em 03 (três) diferentes intervalos de tempo (3, 6 e 12 horas), para observar a lixiviação.

Tabela 04: Perdas em percentual do ácido ascórbico presente em rações para camarão submetidos a lixiviação em água marinha e estuarina.

Tempo de degradação (horas)	Amostra 01		Amostra 02		Amostra 03		Amostra 04	
	M	E	M	E	M	E	M	E
T3	22,3	28,0	14,0	22,6	17,3	18,6	11,8	16,3
T6	57,0	62,0	39,3	39,6	38,0	39,3	31,1	34,0
T12	71,3	71,3	42,6	42,6	42,6	42,6	37,0	40,0

Legenda: M – Água marinha; E – Água estuarina

5.5.1 Efeito da lixiviação nas amostras

Na amostra 01 ocorreram as maiores perdas de ácido ascórbico em relação a outras amostras 02, 03 e 04. Esta amostra inicialmente apresentou 300 mg de ácido ascórbico/kg de ração e após 12 horas submetida a recipiente com água marinha e estuarina perderam a mesma quantidade, 71,3% nos dois tipos de água, conforme a Figura 09.

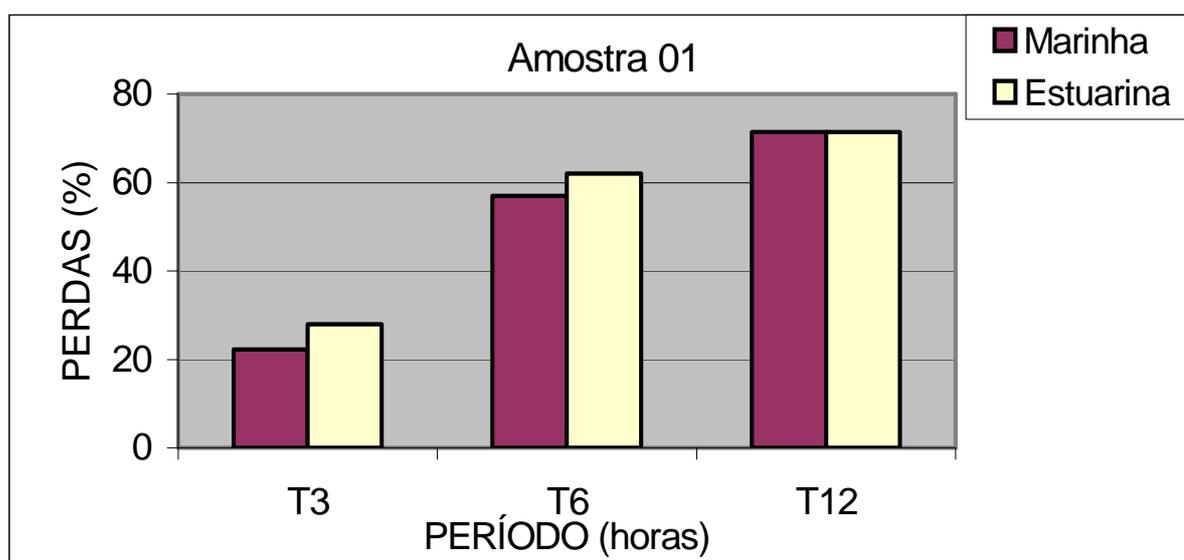


Figura 09: Degradação do ácido ascórbico contido na Amostra 01 submetida a lixiviação em água marinha e estuarina.

As amostras 02 e 03 tiveram resultados iguais nas águas de diferentes ambientes. As amostras 02 e 03 ao serem analisadas inicialmente apresentavam

150 g de ácido ascórbico/kg de ração e após 12 horas submetido a recipientes com água marinha e estuarina perderam a mesma quantidade, 42,6% nas águas de diferentes ambientes, conforme as Figuras 10 e 11.

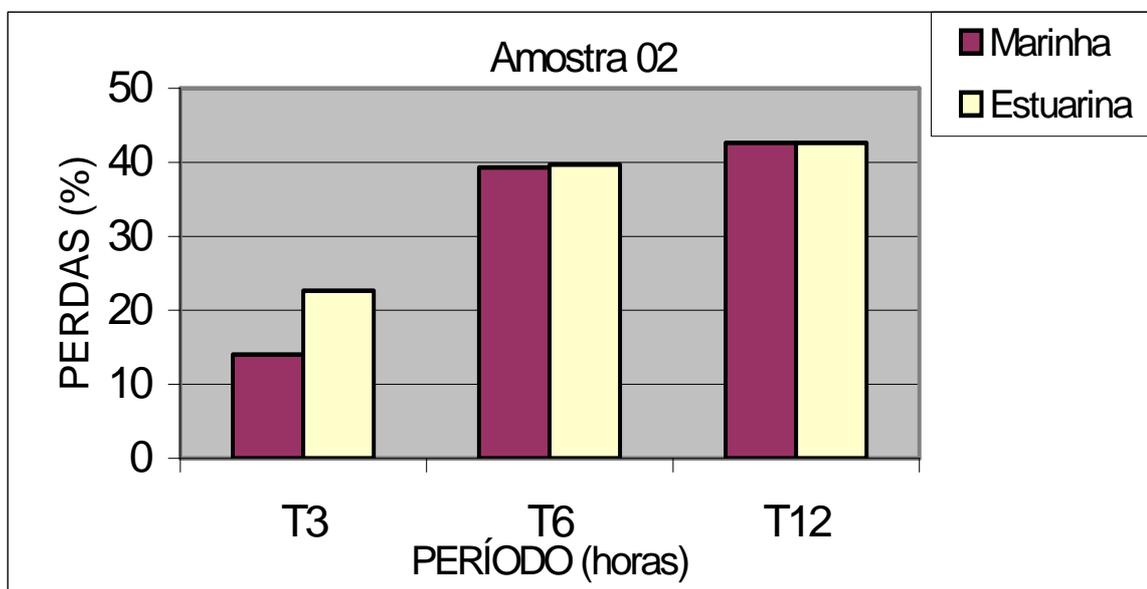


Figura 10: Degradação do ácido ascórbico contido na amostra 02 submetida a lixiviação em água marinha e estuarina

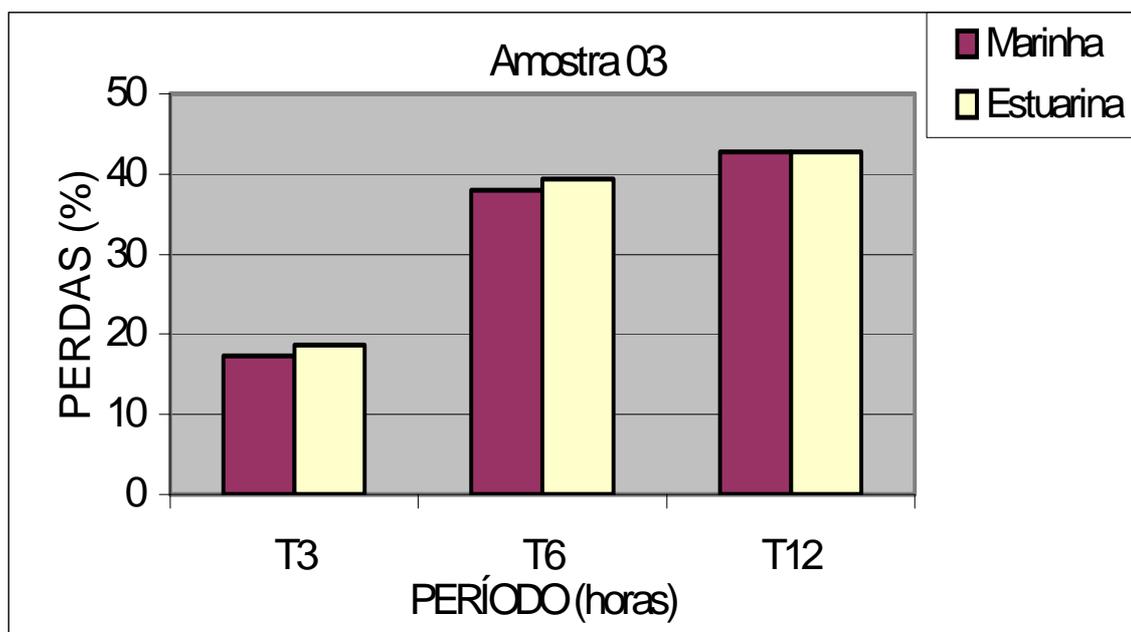


Figura 11: Degradação do ácido ascórbico contido na amostra 03 submetida a lixiviação em água marinha e estuarina.

A amostra 04 ao ser analisada inicialmente apresentou a menor quantidade inicial de ácido ascórbico (130 mg/kg). Em comparação com as outras amostras analisadas a amostra 04 foi a que menos perdeu ácido ascórbico quando submetida as águas de diferentes ambientes. Na água do ambiente marinho a perda foi de 37,0% e na água de ambiente estuarino foi de 40,0%. Portanto a perda maior ocorreu na água estuarina, conforme a Figura 12.

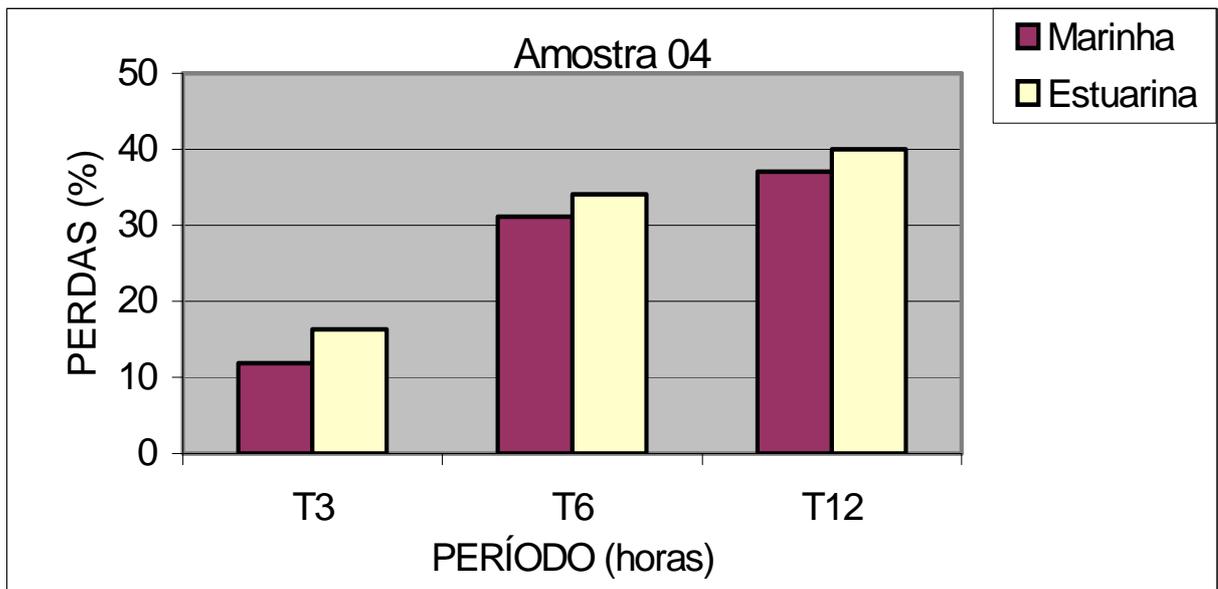


Figura 12: Degradação do ácido ascórbico contido na amostra 04 submetida a lixiviação em água marinha e estuarina

As rações para camarões estão entre as mais caras do setor de aquicultura, principalmente porque esse tipo de ração deve ter alta estabilidade na água. O camarão localiza a ração exclusivamente pelo olfato e sabor e não pela visão. Ao contrário dos peixes, o camarão requer minutos ou horas para localizar a ração após esta ter sido distribuída nos viveiros.

Durante a imersão, os péletes perdem, através de lixiviação permanente, nutrientes e aditivos que atraem os camarões. Após localizar a ração os camarões a trituram externamente para poder ingerir através de suas bocas pequenas. Isso resulta em perdas adicionais por lixiviação logo antes da ingestão.

O ácido ascórbico é particularmente sensível a estas condições e calcula-se que 50% a 70% dessa vitamina presente na ração se perca depois de um período de 10 segundos de imersão na água (PAVANELLI *et. al.*, 2002).

Soliman, Jauncey e Roberts (1987) demonstram que 20% da proteína bruta, 50% dos carboidratos e 50% do teor de vitaminas das rações de camarões podem ser perdidos antes da ingestão. Atrativos são adicionados para reduzir o tempo necessário para o camarão localizar a ração. Além disso, os produtores de rações lutam para melhorar a integridade física dos péletes através do uso de aglutinantes e de técnicas avançadas de produção.

Soliman, Jauncey e Roberts (1987) realizaram um experimento onde avaliaram as perdas de ácido ascórbico contido em rações para aquicultura. As rações foram imergidas em água por períodos de tempo que variaram em cada temperatura de água (20 e 28°C). Os resultados conseguidos neste experimento foram os seguintes: ocorreram perdas de 36,48% para as rações imergidas em água com temperatura de 20°C e 52,50% para as rações imergidas em água com temperatura de 28°C. O tempo crescente da imersão e o aumento da temperatura da água conduziram a uma alta lixiviação .

Sabemos que o ácido ascórbico é uma vitamina hidrossolúvel, de modo que a lixiviação seja um problema sério com rações para a aquicultura, que são expostas ao ambiente aquático. Na nossa pesquisa ocorreu uma correlação obtida entre a degradação do ácido ascórbico e o tempo da imersão.

Hilton (1977) relatou que 10% do ácido ascórbico dietético perdia-se dentro de 10 segundos das rações colocadas na água, e Yamamoto (1982) relatou que 99% estaria perdido após 5 minutos da imersão.

Para evitar essas altas perdas de ácido ascórbico é importante reduzir tão quanto possível o período da imersão das rações na água. Estas perdas podem ser diminuídas com a utilização de rações melhoradas, com o uso de alimentadores automáticos ou pelo aumento do número de vezes de arraçoamento e pelo uso de rações altamente palatáveis, que serão rapidamente consumidas. A utilização de formas protegidas de ácido ascórbico também ajudar a diminuir a lixiviação.

5.6 Perfil térmico das rações e do premix vitamínico

As curvas termogravimétricas e calorimétricas foram obtidas, simultaneamente, em um Analisador Térmico TA Instruments SDT 2960. O intervalo de temperatura explorado foi de ambiente a 700°C na razão de aquecimento de 10°C min⁻¹ em atmosfera de ar sintético na vazão de 110 ml min⁻¹, utilizando cadinho de alumina e massas de 10,0 ± 0,5 mg.

A maioria dos controles utilizados nas indústrias de alimentos incorpora processos de aquecimento e resfriamento. Alguns típicos processos são cozimento, secagem e resfriamento. A Análise Térmica permite o estudo desses processos em laboratório.

5.6.1 Termogravimetria

Para a amostra 01 o perfil termogravimétrico apresentou 03 (três) etapas de perda de massa. A primeira etapa ocorreu no intervalo de 22 a 125°C com 7,73 % de perda de massa. A segunda etapa ocorreu no intervalo de 125 a 354°C e apresentou perda de massa de 41,1%. A terceira etapa ocorreu no intervalo de 354 a 675°C e apresentou perda de massa de 40,43% (Figura 01). A primeira etapa foi atribuída a desidratação da amostra. A segunda e a terceira etapas foram atribuídas à decomposição da matéria orgânica, restando 10,74% de cinzas.

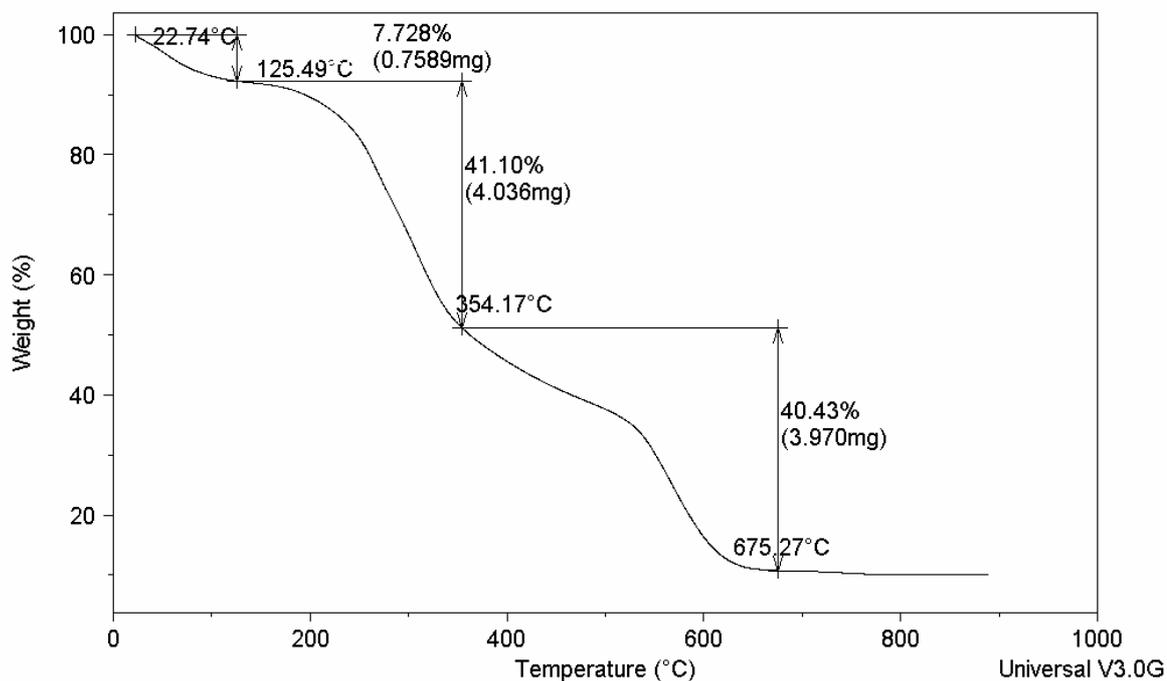


Figura 13: Curva TG da Amostra 01

Para a amostra 02 o perfil termogravimétrico apresentou 03 (três) etapas de perdas de massa. A primeira etapa ocorreu no intervalo de 24 a 125°C com 8,01 % de perda de massa. A segunda etapa ocorreu no intervalo de 125 a 333°C e apresentou perda de massa de 43,07%. A terceira etapa ocorreu no intervalo de 333 a 636°C e apresentou perda de massa de 42,97% (Figura 14). As atribuições das etapas de perda de massa foram as mesmas da amostra 01, restando 5,95% de cinzas.

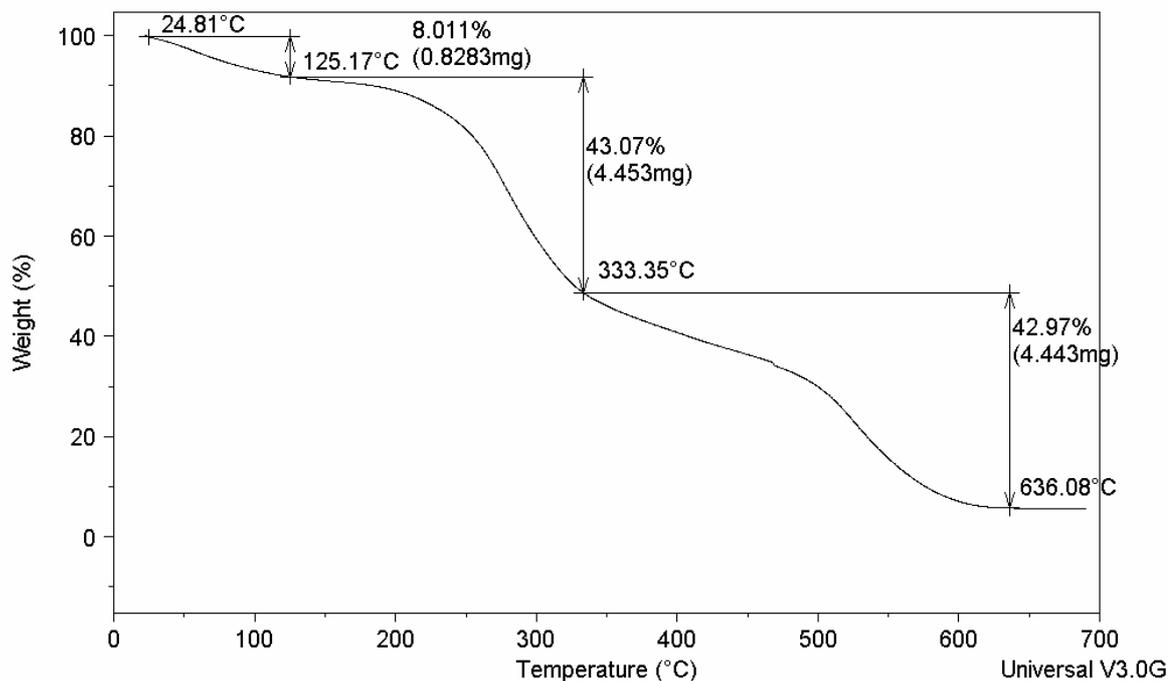


Figura 14: Curva TG da Amostra 02

Para a amostra 03 o perfil termogravimétrico apresentou 03 (três) etapas de perdas de massa. A primeira etapa ocorreu no intervalo de 27 a 133°C com 8,17 % de perda de massa. A segunda etapa ocorreu no intervalo de 133 a 339°C e apresentou perda de massa de 42,43%. A terceira etapa ocorreu no intervalo de 339 a 648°C e apresentou perda de massa de 40,97% (Figura 15). As atribuições das etapas de perda de massa foram as mesmas da amostra 01, restando 8,43% de cinzas.

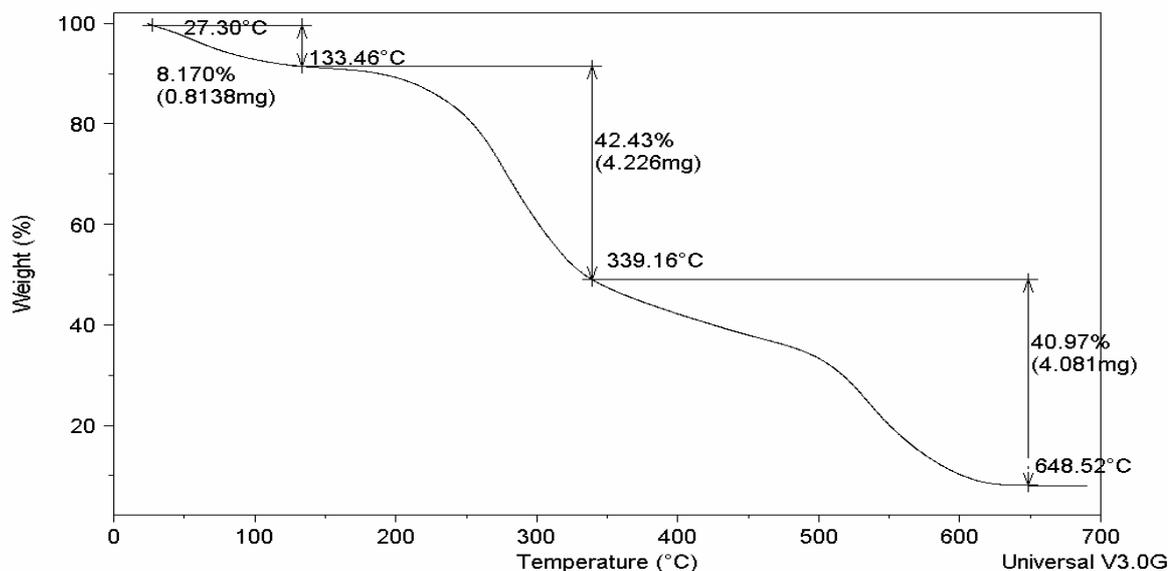


Figura 15: Curva TG da Amostra 03

Para amostra 04 o perfil termogravimétrico apresentou 03 (três) etapas de perdas de massa. A primeira etapa ocorreu no intervalo de 22 a 134°C com 9,0% de perda de massa. A segunda etapa ocorreu no intervalo de 134 a 338°C e apresentou perda de massa de 44,15%. A terceira etapa ocorreu no intervalo de 338 a 637°C e apresentou perda de massa de 40,3% (Figura 16). As atribuições das etapas de perda de massa foram as mesmas da amostra 01, restando de 6,54% cinzas.

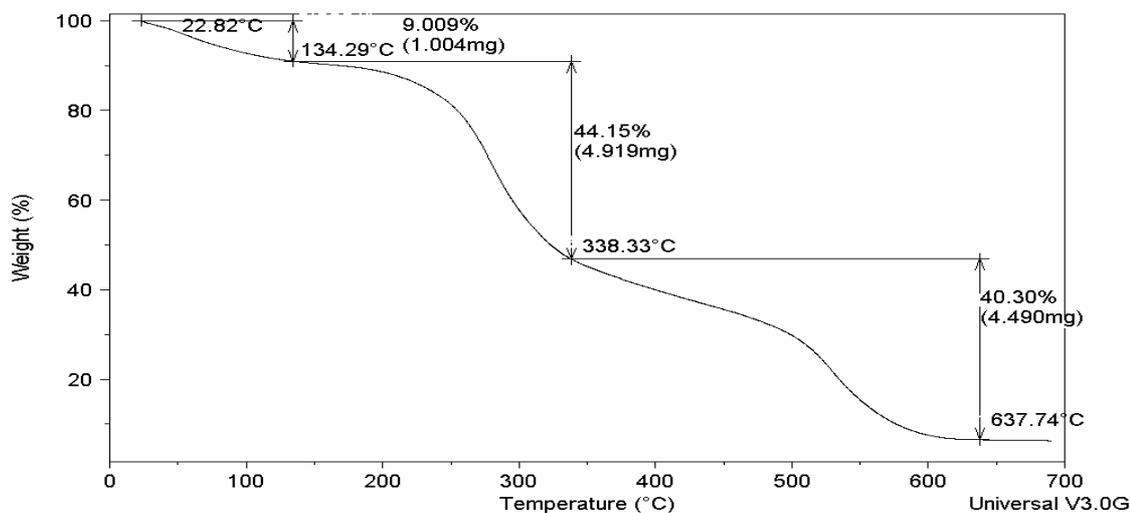


Figura 16: Curva TG da Amostra 04

Para amostra 05 (premix vitamínico) o perfil termogravimétrico apresentou 4 etapas de perda de massa. A primeira etapa foi atribuída a desidratação no intervalo de 28 a 158°C, com perda de massa de 9,14%. Para a segunda etapa que ocorreu no intervalo de 158 a 245°C apresentou perda de massa de 13,62%. A terceira etapa que ocorreu no intervalo de 245 a 335°C apresentou perda de massa de 10,29% e a quarta etapa que ocorreu no intervalo de 335 a 682°C apresentou perda de massa 17,17% (figura 17). Estas perdas foram atribuídas a combustão da matéria orgânica, restando 49,78% de cinzas.

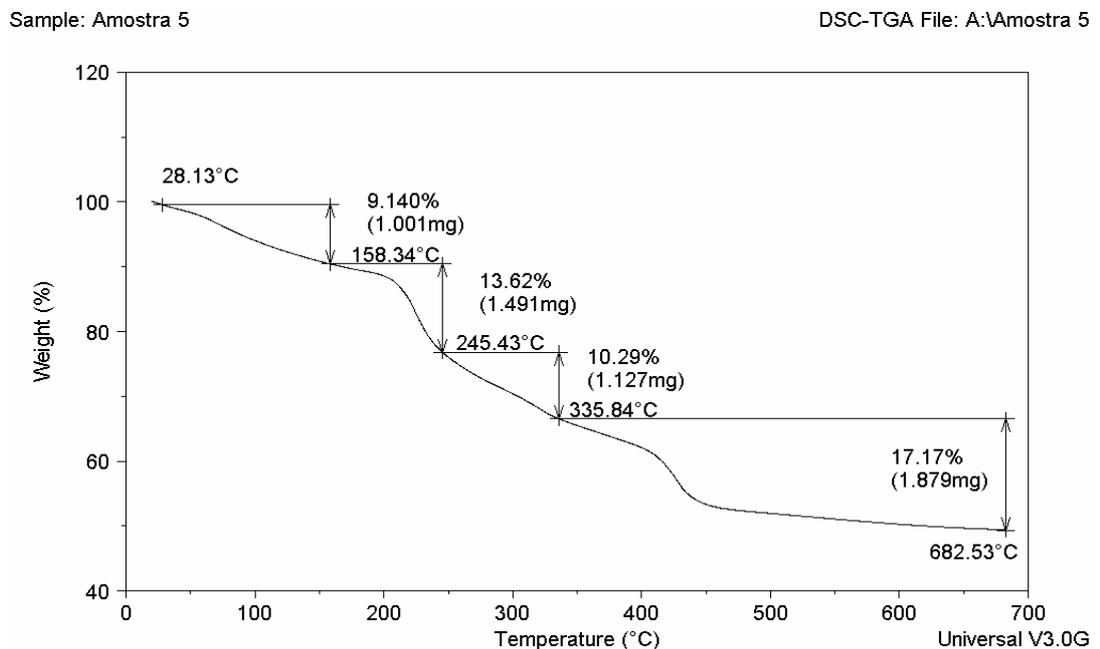


Figura 17: Curva TG da Amostra 05

Todas as (amostras 01 - 04) começaram a desidratar ao iniciar o aquecimento e começaram a decompor em temperaturas em torno de 125 e 134°C. O premix vitamínico (amostra 05), adicionado em pequenas quantidades às rações, começou a se decompor em 58°C sugerindo que o processamento posterior do premix, ou seja, sua inclusão na ração, diminui sua estabilidade.

5.6.2 Calorimetria Exploratória Diferencial

Em relação às análises calorimétricas, a curva DSC da amostra 01 (Figura 18) apresentou três transições, a primeira endotérmica com temperatura de pico de 59°C e entalpia de 154 J/g, referente à desnaturação de proteínas que ocorreu sob baixa umidade. As outras transições foram exotérmicas (326°C e 2636J/g; 570°C e 2488J/g;) atribuídas à combustão da matéria orgânica.

A desnaturação de proteínas é um processo irreversível que se produz geralmente no intervalo de temperatura entre 40 – 100°C. Este processo pode se induzir por temperatura e também por um tratamento com detergentes, ácidos, bases ou por estresse mecânico. A desnaturação de uma proteína não tem grande influência na utilidade nutricional, mas tem grande efeito em outras propriedades como sabor, estabilidade, solubilidade, etc.

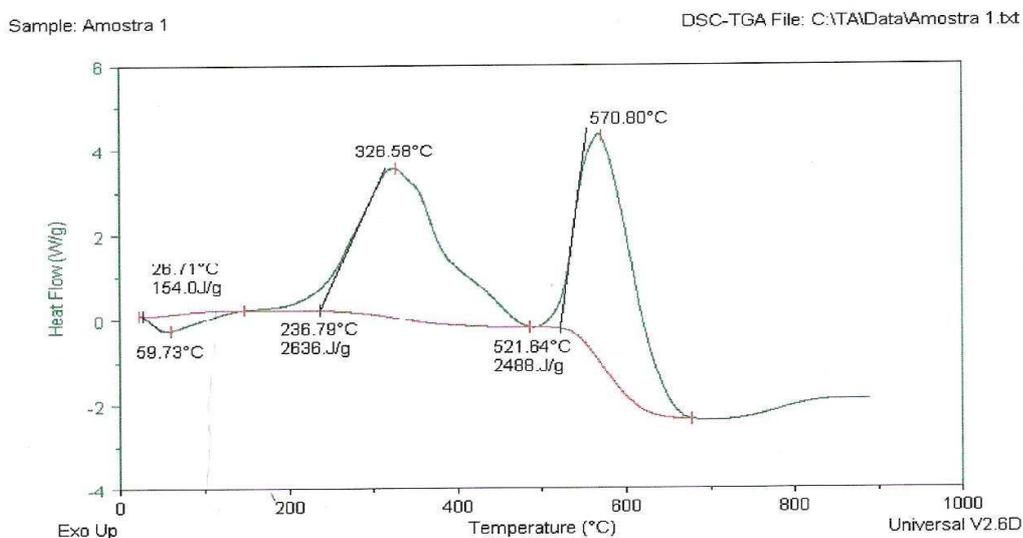


Figura 18: Curva DSC da Amostra 01

A curva DSC da amostra 02 (Figura 19) apresentou três transições, a primeira endotérmica com temperatura de pico de 62°C e entalpia de 143 J/g, referente à desnaturação de proteínas. As outras transições foram exotérmicas (311°C e 1293J/g; 530°C e 3326J/g;) atribuídas à combustão da matéria orgânica.

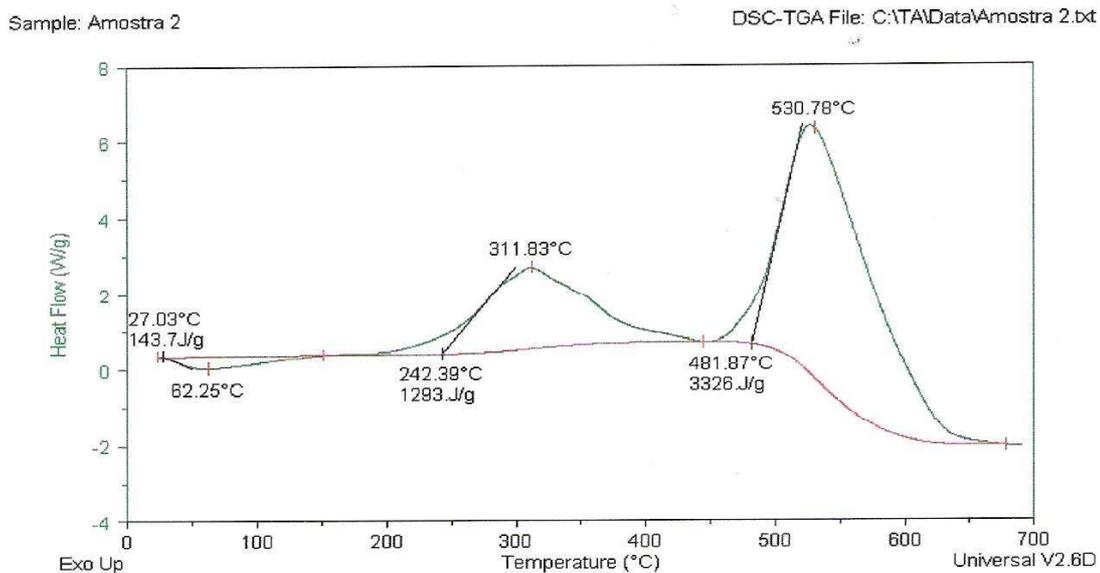


Figura 19: Curva DSC da Amostra 02

A curva DSC da amostra 03 (Figura 20) apresentou três transições, a primeira endotérmica com temperatura de pico de 64°C e entalpia de 121 J/g, referente à desnaturação de proteínas. As outras transições foram exotérmicas (311°C e 1564J/g; 539°C e 2998J/g;) atribuídas à combustão d a matéria orgânica.

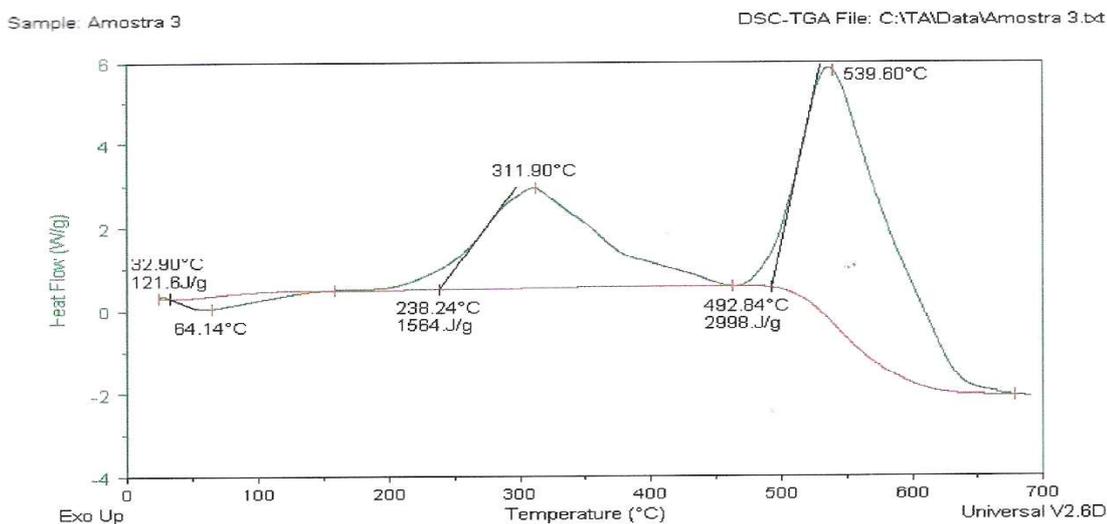


Figura 20: Curva DSC da Amostra 03

A curva DSC da amostra 04 (Figura 21) apresentou três transições, a primeira endotérmica com temperatura de pico de 56°C e entalpia de 136 J/g, referente à desnaturação de proteínas. As outras transições foram exotérmicas (307°C e 1292J/g; 532°C e 3395J/g;) atribuídas à combustão da matéria orgânica.

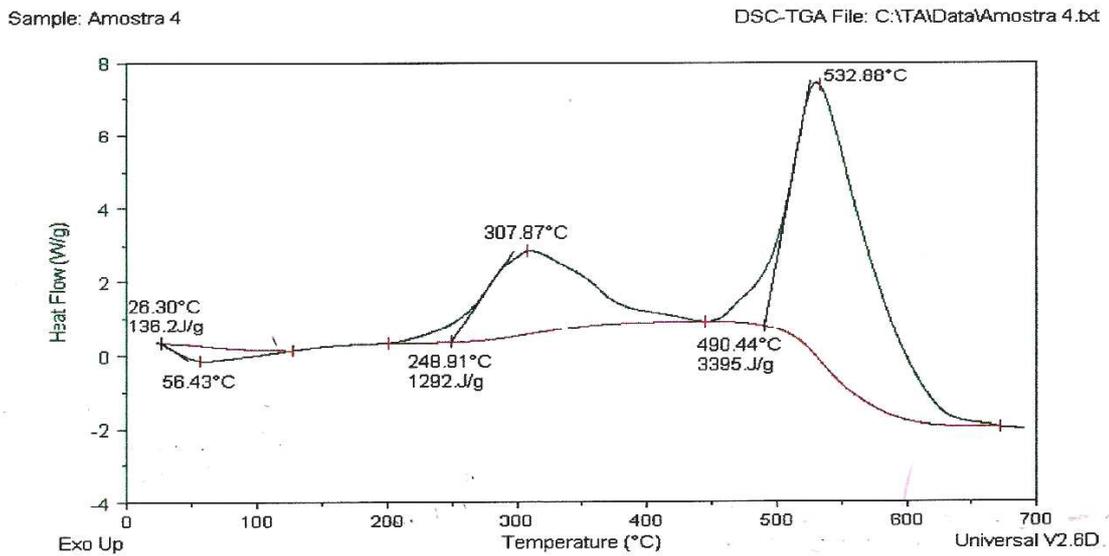


Figura 21: Curva DSC da Amostra 04

A curva DSC da amostra 05 (Figura 22) apresentou quatro transições, a primeira endotérmica com temperatura de pico de 38°C e entalpia de 78J/g, referente à desidratação da amostra. As outras três transições foram exotérmicas (227°C e 193J/g; 329°C e 22J/g; 428°C e 2302J/g) atribuídas à combustão da matéria orgânica.

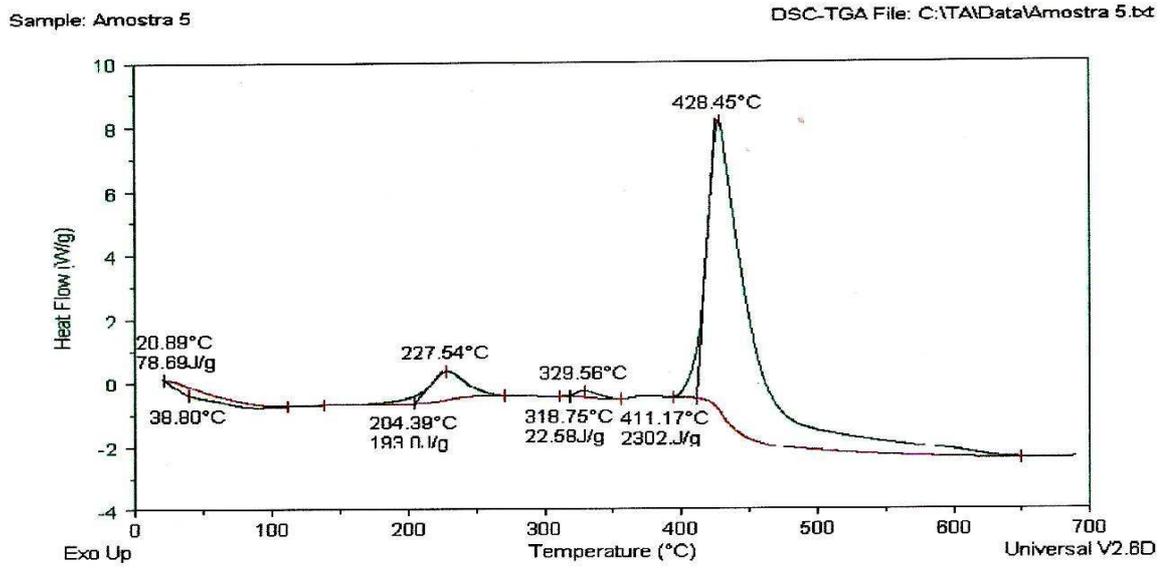


Figura 22: Curva DSC da Amostra 05

De acordo com os dados calorimétricos sugere-se que a amostra 01 apresentou maior grau de desnaturação.

6 CONCLUSÕES

- A realização dos experimentos permitiu obter as seguintes conclusões:
- A composição centesimal das rações comerciais (amostras 01 a 04) está de acordo com as exigências nutricionais das espécies de camarão *Litopenaeus vannamei* e também com os diferentes estágios de crescimento da espécie;
- As rações comerciais e o premix vitamínico quando submetidas aos diferentes ambientes (geladeira, ambiente climatizado e estufa) sofreram diminuição na quantidade de ácido ascórbico em função do tempo e da temperatura;
- As rações comerciais e o premix vitamínico quando submetidas a degradação no ambiente de geladeira e no ambiente climatizado apresentaram as menores perdas de ácido ascórbico contidas nas diferentes amostras; diferentemente do ambiente estufa, onde aconteceram as maiores perdas da vitamina;
- Dentre as rações comerciais (amostras 01 a 04) a que apresentou as maiores perdas nos diferentes ambientes foi a amostra 01, sendo maior (50,7%) e mais significativa no ambiente estufa;
- No premix vitamínico (amostra 05) obteve-se as maiores perdas de ácido ascórbico (63,6%) em comparação com todas as outras amostras e ambientes analisados;
- A ração comercial inicial (amostra 01) e o premix vitamínico (amostra 05) foram as amostras que perderam uma maior quantidade de ácido ascórbico quando expostas a luz por um período de até 12 dias;
- Na ração comercial inicial (amostra 01) ocorreu a maior perda de ácido ascórbico quando imergida em águas marinhas e estuarina, não havendo diferença de degradação do ácido ascórbico em relação a origem da água;

- O perfil termogravimétrico das rações comerciais (amostras 01 a 04) apresentaram, características semelhantes, indicando três etapas de decomposição térmica; diferentemente do premix vitamínico (amostra 05) que apresentou quatro etapas de decomposição, e elevado teor de cinzas, o qual foi muito próximo ao determinado na composição centesimal.
- As curvas DSC das rações comerciais (amostras 01 a 04) apresentaram características semelhantes, indicando uma transição endotérmica e duas transições exotérmicas; sugere-se que a amostra 01 apresentou um maior grau de desnaturação. No premix vitamínico (amostra 05) verificou-se uma transição endotérmica e três transições exotérmicas, atribuídas, respectivamente a desidratação e decomposição da matéria orgânica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC – **Official methods of Analysis**. 13^a ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D. C., p. 844-845, 1984.

AOAC – **Official methods of Analysis**. 27^a ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D. C., 1993.

AKIYAMA, D. M.; CHIANG, N. L. M. Shrimp feed requirements and feed management. Proceedings of the southeast Asia shrimp farm. **Soybeans**. p. 72-85. 1989.

AKIYAMA, D. M.; DOMINY, W. G.; LAWRENCE, A. L. Penaeid shrimp nutrition. In: **Marine shrimp culture: Principles and Practices**. (eds. by FAST, E. W., LESTER, L. J.) Elsevier Science Publishers, B. V. Amsterdam, The Netherlands. p 535-568, 1992.

ALAVA, V. R.; KANAZAWA, A.; TESHIMA, S.; KOSHIO, S. Effect of dietary vitamins A, E and C on ovarian development of *Penaeus japonicus*. **Nippon Suisan Gakkaishi**, v. 59, p. 1235-1241, 1993.

ALMEIDA, S. A.; CÉSAR, J. R. O.; BEZERRA, F. J. S.; CARVALHO, M. C. Estudo preliminar do cultivo de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) em tanques com diferentes densidades de estocagem. **Anais...** do XI CONLAEP, v. 2. p. 648-653. 2004.

AVAVULT, J. W. **Fundamentals of Aquaculture**. AVA Publishing Company Inc. Baton Rouge, Louisiana, USA., p. 415, 1996.

BALDISSEROTTO, B. Digestão. In: BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2002. p.19-39.

BASF. Informaciones tecnicas. 1^a ed. 1987/1998 Ludwigshafen, 140p. 1998.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extraction solutions for the determination of vitamin in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 31, p. 507-513, 1988.

BENITEZ, L. V.; HALVER, J. E. Ascorbic acid sulfatase (C2 sulfatase): the modulator of cellular levels of L ascorbic acid in rainbow trout. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.79, p.5445-5440, 1982.

BLOM, J. H.; DABROWSKI, K. Reproductive success of female rainbow-trout (*Oncorhynchus mykiss*) in response to graded dietary ascorbyl monophosphate levels. **Biology of Reproduction**, Champaign, v.52, n.5, p.1073-1080, may, 1995.

BROWN, P. B. A review of nutritional research with crayfish. **Journal of Shellfish Research**, v. 14, p. 561-568, 1995.

CATACUTAN, M. R.; LAVILLA-PITOGO, C. R. L-ascorbyl-2-phosphate Mg as a source of vitamin C for juvenile *Penaeus monodon*. **Israeli Journal of Aquaculture**, v. 86, p. 40-47, 1994.

CHEN, H.; CHANG, C. Quantification of vitamin C requirements for juvenile shrimp (*Penaeus monodon*) using polyphosphorylated-L-ascorbic acid. **Journal of Nutrition**, v. 124, p. 2033-2038, 1994.

CHEN, H.; HWANG, G. Estimation of the dietary riboflavin required to maximize tissue riboflavin concentration in juvenile shrimp (*Penaeus monodon*). **Journal of Nutrition**. v. 122, p. 1984-1989, 1992.

CHURCH, D. C.; POND, W. G. **Basic animal nutrition and feeding**. New York, John Wiley and Sons, 1982.

COLVIN, L. B.; BRAND, C. W. The protein requirement of penaeid shrimp at various life cycle stages in controlled environment systems. **Journal World Mariculture Sociedad**. v. 8, p. 821.

CONKLIN, D. E. Digestive physiology and nutrition. In: **Biology of the lobster *Homarus americanus*** (ed. By FACTOR, J. R), Academic Press, v. 16, p. 441-463, 1995.

CONKLIN, D. E; PROVALOSI, L. Nutritional requirements of the water flea *Moina macrocopa*. **Biological Bulletin**, v. 152, p. 337-350, 1977.

CONKLIN, D. E.; D'ABRAMO, L. R.; BORDNER, C. E.; BAUM, N. A. A successful purified diet for the culture of juvenile lobsters: the effect of lecithin. **Aquaculture**, v. 21, p. 357-365, 1980.

COUSIN, M.; CUZON, G.; BLANCHET, E.; RUELLE, F. and AQUACOP. Protein requirements following an optimum dietary energy to protein ratio for *Litopenaeus vannamei* juveniles. In Fish Nutrition in practice. **Proceeding of the Aquaculture Feed Proceeding na Nutrition Workshop** (ed. S. J. Kanschik and P. Luquet), p. 599-606. Paris: INRA, 1993.

CURINI, R.; *et. al.* **Termochimica Acta**, v. 144, p. 301, 1989.

CUZON, G.; GUILLAUME, J. Energy and protein: energy ratios. In: D' ABRAMO, L. R.; CONKLIN, D. E.; AKIYAMA, B. M. Eds. **Crustacean nutrition. Advances in World Aquaculture**. Baton Rouge, World Aquaculture Society, v. 6, p. 51-70, 1997.

D'ABRAMO, L. R.; BAUM, N. A. L. Choline requirements of the microcrustacean *Moina macrocopa*: a purified diet for continuous culture. **Biological Bulletin**, v. 161, p. 357-365, 1981.

D'ABRAMO, L. R, SHEEN S. Nutritional requirements feed formulation, and feeding practices for intensive culture of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. **Reviews in Fisheries Sciences**, v. 2, p. 1-21, 1994.

DABROWSKI, K.; MATUSIEWICZ, M.; BLOM, J. H. Hydrolysis, absorption and bioavailability of ascorbic acid esters in fish. **Aquaculture**, Amsterdam, v.124, n.1-4, p.169-192, 1994.

DESHIMARU, O.; KUROKI, K Studies on a purified diet for prawn - VII: Adequate dietary levels of ascorbic acid and inositol. **Bulletin of the Japanese Society Fisheries**, v. 42, p. 571-576, 1976.

DESHIMARU, O.; KUROKI, K Studies on a purified diet for prawn - XIV: Requirement of prawn for dietary thiamine pyridoxine and choline chloride. **Bulletin of the Japanese Society Fisheries**, v. 45, p. 363-367, 1979.

EL NAGGAR, G. O.; LOVELL, R T. Effect of source and dietary concentration of ascorbic acid on tissue concentrations of ascorbic acid in channel catfish. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.22, p.201-206, 1991a.

EL NAGGAR, G. O.; LOVELL, R T. .L-ascorbyl-2-monophosphate has equal antiscorbutic activity as L-ascorbic acid but L-ascorbyl-2-sulfate is inferior to L-ascorbic acid for channel catfish. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.121, p.1622-1626, 1991b.

EVA, J. K.; FIFILED, R.; RICKETT, M. Decomposition of supplementary vitamin C in diets compounded for laboratory animals. **Lab. Animal**, v. 10, p. 157-159, 1976.

FFI (Fish Farming International). Vitamin C has high place in feeds for farm fish. **Fish Farming International**, v. 11, nº6, p. 18-24, 1984.

FRACALOSSO, D. M. Doenças nutricionais em peixes. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 2., 1998, Piracicaba. **Anais...** Campinas: CBNA, 1998. p. 97-122.

FUJIMOTO, R. Y.; CARNEIRO, D. J.; GONÇALVES, E. G.; MALHEIROS, E. B. Deformidades do sistema ósseo em alevinos de pintado, *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829) alimentados com dietas práticas com diferentes níveis de ascorbil polifosfato, usado como fonte de vitamina C. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 11., 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAQ/ACAq/ABCC/BMLP/MAA, 2000. CD-ROM.

GADELHA, R. G. F. Obtenção, caracterização e utilização da farinha do bagaço de cevada na elaboração de rações para a engorda de camarões marinhos *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFPB, 2005.

GADIENT, M.; SCHAI, E. Leaching of various vitamins from shrimp feed. **Aquaculture**. v. 124, p.201-204, 1994.

GORINSTEIN, S. **Journal Agricultural Food Chemical**. v. 23, p.45, 1975.

GUARY, M.; KANAZAWA, A.; TANAKA, N.; CECCALDI, H. J. Nutritional requirement of prawn - VI. Requirement for ascorbis acid. **Memoirs of the Faculty of Fisheries, Kagoshima University**, v. 25, p. 53-57, 1976.

GUILLAUME, J. Desbesoins nutritionneis specifiques. **Biofutur**, p. 34-35, 1991.

HAJJI, N.; SUGITA, H.; ISHII, S.; DEGUCHI, Y. Serum bactericiridal activity of carp (*Cyprinus carpio*) under supposed stressful rearing conditions. **Bulletin of the College of Agriculture and Veterinary Medicine**, v.47, p.50-54, 1990.

HALVER, J. E.; SMITH, R R.; TOLBERT, B. M.; BAKER, E. M. Utilization of ascorbic acid in fish. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 258, p.70-71, 1975.

HALVER, J. E. The vitamins. In: HALVER, J. E. (Ed.) Fish Nutrition. 2a ed. Washington: Academic Press, p.31-109, 1989.

HARDIE, L. J.; FLETCHER, T. C.; SECOMBES, C. J. The effect of vitamin E in the immune response of Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 87, n.1, p.1-13, 1990.

HE, H.; LAWRENCE, A. L.; LIU, R. Evaluation of dietary essentiality of fat-soluble vitamins, A, D, E and K for penaeid shrimp *Penaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 103, p. 177-185, 1992.

HE, H.; LAWRENCE, A. L., Vitamin C requirements of the shrimp *Penaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 114, p. 305-316, 1993.

HE, H.; LAWRENCE, A. L. Effects of dietary vitamins A and D3 on growth and survival of *Penaeus vannamei*. **Book of Abstract World Aquaculture**. New Orleans, Lousiana, USA, p. 112. 1994.

HEINEN, J. M. Nutritional studies on the giant asian prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. PhD. Dissertation. Boston University, Boston, Massachusetts, EUA, 1984.

HERREID, E. O.; RUSKIN, B.; CLARK, G. L.; PARKS, T. B. Ascorbic acid and riboflavin destruction and flavor development in milk exposed to the sun in amber, clear, paper and ruby bottles. **Journal Dairy Sciency**, v. 35, p. 772-778, 1952.

HILTON, J. W.; CHO, C. Y.; SLINGER, S. J. Factors affecting the stability of supplemental ascorbic acid in practical trout diets. **Journal Fisheries Research Board of Canada**, v.34, p.683-687, 1977.

HOLFORD, P. **Vitamin C: how much is enough?** Megascorbate Therapies: Vitamin C in Medicine. v.1, n.1, 1997. 34p. (The Vitamin C Foundation) Disponível em: <http://www.vitaminfoundation.org/mega_1_1.html>. Acesso em: 18 abril de 2006.

HUNTER, B.; MARGARELLI, P.; LIGHTNER, D.; COLVIN, L. Ascorbic-dependent collagen formation in penaeid shrimp. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 64, p. 381-385, 1979.

INSTITUTO ADOLF LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolf Lutz**. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3ª ed. São Paulo: ITAL, 476 p. 1985.

JAUNCEY, K. The nutrient requirements of tilapia. In: JAUNCEY, K. **Tilapia feeds and feeding**. Stirling: Pisces Press, 1998. p. 9-48.

JOBLING, M. **Fish bioenergetics**. London: Chapman & Hall, 1994. 300 p. Cap.2: Nutritional requirements.

KANAZAWA, A. Nutrition of penaeid prawn and shrimp. In: **Proceedings of the First International Conference on culture of penaeid prawn/shrimp Aquaculture**. (eds. by TAKI, Y.; PRIMAVERA, L. H.; LOBRERA, J. A), Dept., Southeast Asian Fish. Dev. Center, Iloilo, Phipippines, p. 123-130, 1985.

KANAZAWA, A.; TESHIMA, S.; TANAKA, N. Nutritional requirements of prawn. Requirements for choline and inositol. **Memoirs of the faculty of Fisheries, Kagoshima University**, v. 25, p. 47-5, 1976

KANAZAWA, A.; TESHIMA, S.; TANAKA, N. Nutritional requirements of prawn. Requirements for choline and inositol. **Memoirs of the faculty of Fisheries, Kagoshima University**, v. 25, p. 47-5, 1976.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5.ed. San Diego: Academic Press, 1997. 907 p. Cap. 24: The vitamins.

KASSAI, L. Setor de ração animal. **Gazeta mercantil**. São Paulo, 15 de Dezembro de 2004. Finanças e Mercados. p. 12. Disponível em: <http://www.mercadodapesca.com.br/info.php> Acesso em: 15 de Dezembro de 2004.

KITABCHI, A. E. Ascorbic acid in steroidogenesis. **Nature**, London, v. 215, p.1385-1386, 1967.

KITAMURA, S.; SUWA, T.; OHARA, S.; NAKAMURA, K. Studies of vitamin requirements of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. I. on the ascorbic acid. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v.33, p.1120-1125, 1965.

KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação dos peixes cultivados**. 3. ed. rev. e ampl. Jundiaí: F. Kubitza, 1999. 123 p. il.

LAVENS, P.; SORGELOOS, P.; DHERT, P.; DEVRESSE, B. Larval foods. In: BROMAGE, N. R.; ROBERTS, R. J. (Eds.) **Broodstock management and egg and larval quality**. London: Blackwell Science, 1995. p. 277 -320. cap.15.

LEE, B. J., SIS, R. F., LEWIS, D. H., MARKS, J. E. Histology of selected organs of the crawfish *Procambarus clarkii* maintained at various temperatures and levels of calcium and ammonia. **Journal of the World mariculture society**, v. 16, p. 193-204, 1985.

LI, Y. P.; LOVELL, R. T. Elevated Levels of Dietary Ascorbic Acid Increase Immune Responses in Channel Catfish. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.115, p.123-131, 1985.

LIGHTNER, D. V., HUNTERB., MAGARELLI, P. C. J., COLVIN, L. B. Ascorbic acid: nutritional requirement and role in wound repair in penaeid shrimp. **Proceedings of the World Mariculture Society**, v. 10, p. 513-528, 1979.

LIM, C.; LOVELL, R. T. Pathology of the vitamin C deficiency syndrome in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.108, p.1137 -1146, 1978.

LIM, C.; LOVELL, T. Practical feeding - tilapias. In: **Nutrition and feeding of fish**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989.260 p.

LOVELL, T. **Nutrition and feeding of fish**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989.260 p.

MARKS, D. B.; MARKS, A. D.; SMITH, C. M. **Basical medical biochemistry**. Baltimore: Williams & Wilkins, 1996. 806 p.

MASUMOTO, T.; HOSOKAWA, H.; SHIMENO, S. Ascorbic acid's role in aquaculture nutrition. In: AQUACULTURE FEED PROCESSING AND NUTRITION WORKSHOP, 1991 , Thailand and Indonesia. **Proceedings...** Singapore: American Soybean Association, 1991. Editado por D. M. Akiyama, R. K. H. Tan.

MATUSIEWICZ, M.; DABROWSKI, K.; VOLKER, L.; MATUSIEWICZ, K. Ascorbate polyphosphate is a bioavailable vitamin C source in juvenile rainbow trout: tissue saturation and compartmentalization model: **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.125, n.12, p.3055-3061, 1995.

MAYER, F. L.; MEHRLE, P. M. Interactions of toxaphene and vitamin C in channel catfish. **Transactions of the American Fisheries Society**, v.107, p.326- 333, 1978.

MAYES, P. A. Estructura y función de las vitaminas hidrosolubles. En: **Bioquímica del Harper. El manual moderno** (ed. By GAMBOA, A. L.), México, p. 705-722,1997.

McCLUSKEY, E. S. Which vertebrates make vitamin c. **Origins**, v.12, n.2, p.96-100, 1985. Disponível em: <<http://www.grisda.org/origins/12096.htm>>. Acesso em: 17 abr., 2006.

McLAREN, B. A.; KELLER, E., O'DONNELL, D. J.; ELVEHJEM, C. A. The nutrition of rainbow trout: 1. studies of vitamin requirements. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, San Diego, v.15, p.169-178, 1947.

MELO, C. R. P. Avaliação dos requerimentos lipídicos, vitamínicos e estimuladores de apetite, na engorda do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* em tanques-rede. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFPB, 2005.

MELLO, R. F. de; MOURA, M. A. M. de; VIEIRA, I.; CYRINO, J. E. P. Suplementação da dieta de alevinos de piauçu (*Leporinus obtusidens*) com vitamina C. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.4, p.1223-1231, out./dez., 1999.

MONTOYA, N., MOLINA, C. Optimum supplemental level of L-ascorbyl-2-phosphate-Mg to diet for white shrimp *Penaeus vannamei*. **Fisheries Science**, v. 61, p. 1045-1046, 1995.

MURAI, T.; ANDREWS, J. W.; BAUERNFEIND, J. C. Use of L ascorbic acid, ethocel coated ascorbic acid and ascorbate 2 sulfate in diets for channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.108, p.1761- 1766, 1978.

MURTY, A S. Sublethal effects of pesticides on fish. In: MURTY, A S. **Toxicity of pesticides to fish**. 3.ed. Boca Raton: CRC, 1988. v.2, cap.6, p.55 -100.

MUSTIN, W. G.; LOVELL, R. T. Na-L-ascorbyl-2-monophosphate as a source of vitamin C for channel catfish. **Aquaculture**, Amsterdam, v.105, n.1, p.95-100, 1992.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient Requirements of Fishes**. Washington DC: National Academy of Sciences, 1993.

NAVARRE, O.; HALVER, J. E. Disease resistance and humoral antibody production in rainbow trout fed high levels of vitamin C. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 79, n.1-4, p.207-221, 1989.

NELSON, D. L.; COX, M. M. LEHNINGER: principles of biochemistry. 3.ed. New York: Worth Publishers, 2000. 1152 p.

NEW, M. B. A review of dietary studies with shrimps and prawns. **Aquaculture**, Amsterdã, v. 9, p.101-144.

O'KEEFE, T. **Ascorbic acid and stable ascorbate esters as sources of vitamin C in aquaculture feeds**. 2001. Singapore: American Soybean Association - United Soybean Board, 2001. 8 p. (ASA Technical Bulletin Vol. AQ48-2001). Disponível em: <<http://www.asasea.com/technical/aq48-2001.html>>. Acesso em: 17 abr. 2006.

O'KEEFE, T.; GRANT, B. F. **Stable form of vitamin C: essentiality, stability, and bioavailability**. Singapore: American Soybean Association - United Soybean Board, 1991. 8 p. (ASA Technical Bulletin Vol. AQ29-1991). Disponível em: <<http://www.asasea.com/technical/aq29-1991.html>>. Acesso em: 17 abro 2005.

ORMOND, J. G. P.; TÁBOAS, A. G.; PIRES, P. R. A Carcinicultura Brasileira. BNDES. Setorial, Rio de Janeiro, nº19, p. 19-118, Março de 2004.

PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. da C.; TAKEMOTO, R. M. **Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento**. 2.ed. Maringá: EDUEM, 305 p. 2002.

PETRIELLA, A M., MAGDALENA, R, FENUCCI, J. L. Effect of dietary ascorbic acid on the growth of argentine prawn *Artemesia longinarus* Bate (Crustacea, Decapoda). **Journal of Aquaculture in the tropics**, v. 17, p. 135-144, 2002.

PONAT, A, ADELUNG, D. Studies to establish an optimum diet for the decapod crab *Carcinus maenas* (L.) under culture conditions. **Marine Biology**, v. 44, p. 287-292, 1980.

PONAT, A, ADELUNG, D. Studies to establish an optimal diet for *Carcinus maenas*. 3. Vitamin and quantitative lipid requirements. **Marine Biology**, v. 74, p. 275-279, 1983.

PROVASOLI, L., D'AGOSTINO, A. Development of artificial media for *Artemia salina*. **Biological Bulletin**, v. 136, p. 434-453, 1969.

RAEMY, A. **Journal Cereal Chemistry**, v. 59, nº3, p. 189, 1982.

RAMOS - SANCHES, M. C., *et al.* **Termochimica Acta**, v. 134, p. 61, 1988.

REY, F. J., *et al.* **Termochimica Acta**, v. 134, p. 67,1988.

RIESEN, R.; WIDMANN, G. **Termochimica Acta**, v. 226, p. 275,1993.

RODANTE, F. **Termochimica Acta**, v. 200, p. 47,1992.

ROSE, R C.; CHOI, J. L. Intestinal-absorption and metabolism of ascorbic-acid in rainbow-trout. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v.258, n.5, p.R1238-R1241, part 2, may, 1990.

SATYABUDHY, A M. A.; GRANT, B. F.; HALVER, J. E. Effects of L ascorbyl phosphates (AsPP) on growth and immunoresistance of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) to infectious hematopoetic necrosis (IHN) virus. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FEEDING AND NUTRITION IN FISH, 3.,1989, Toba. **Proceedings...** Toba: [s.n.], 1989. p.411-426.

SECOMBES, C. J.; CHUNG, S.; JEFFRIES, A. H. Superoxide anion production by rainbow trout macrophages detected by reduction of ferricytochrome C. **Developmental & Comparative Immunology**, Elmsford, v.12, p.201-206, 1988.

SHIAU, S-Y.; HSU, T. S. L-Ascorbyl-2-sulfate has equal antiscorbutic activity as L-ascorbyl-2-monophosphate for tilapia, *Oreochromis niloticus* X *O. aureus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v.133, n.2, p.147-157, 1995.

SHIAU, S-Y.; JAN, F.-L. Dietary ascorbic acid requirement of juvenile tilapia *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v.58, p.671-675, 1992.

SHIAU, S.; HWANG, J. The dietary requirement of juvenile grass shrimp (*Penaeus monodon*) for vitamin D. **Journal of Nutrition**. v. 124, p. 2445-2450.

SHIAU, S-Y., LUNG, CH-Q. Estimation of the vitamin B12 requirement of the grass shrimp, *Penaeus monodon*. **Aquaculture**, v. 117, p. 157-163, 1993.

SINDERMANN, C. J. Principal diseases of marine fish and shellfish. Vol. 2. Academic Press, San Diego, 2^oed., 495 p. 1990.

SKELBAEK, T.; ANDERSEN, N. G.; WINNING, M.; WESTERGAARD, S. Stability in fish feed and bioavailability to rainbow trout of two ascorbic acid forms. **Aquaculture**, Amsterdam, v.84, n.3-4, p.335-343, 1990.

SMITH, E. L.; HILL, R. L.; LEHMAN, I. R. et al. **Principles of biochemistry: mammalian biochemistry**. 7.ed. New York: McGraw-Hill, 1983. 689 p. Cap 22: The water-soluble vitamins.

SOLIMAN, A K; JAUNCEY, K; ROBERTS, R J. The effect of dietary ascorbic acid supplementation on hatchability, survival rate and fry performance in *Oreochromis mossambicus* (Peters). **Aquaculture**, Amsterdam, v.59, n.3-4, p.197 -208, 1986b.

SOLIMAN, A K; JAUNCEY, K; ROBERTS, R J. The effect of varying forms of dietary ascorbic acid on the nutrition of juvenile tilapias (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.52, n.1, p.1-10, 1986a.

SOLIMAN, A K; JAUNCEY, K; ROBERTS, R J. Stability of L-Ascorbic Acid (Vitamin C) and its forms in fish feeds during processing, storage and leaching. **Aquaculture**, Amsterdam, v.60, n.2, p.73-83, 1987.

STEDMAN Dicionário Médico. 25 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 1657 p. il. Traduzido por C. L. C. de Araújo, I. R Vanzellotti, J. I. Lemos e M. de F. Azevedo.

STICKNEY, R R; McGEACHIN, R B.; LEWIS, D. H.; MARKS, J.; RIGGS, A; SIS, R F.; ROBINSON, E. H.; WURTS, W. Response of *Tilapia aurea* to dietary vitamin C. **Journal of the World Maciculture Society**, v.14, p.179-185, 1984.

STONE, I. **Vitamin C against disease: from fishes to mammals**. Megascorbate Therapies: Vitamin C in Medicine. v.1, n.1, 1997. 2p. (The Vitamin C Foundation) Disponível em: <http://www.vitaminfoundation.org/mega_1_1.html>. Acesso em: 17 abr. 2006.

TACON, A G. J. **The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp - A training manual**: 1. The essential nutrients. Brasília: FAO, 1987. 117 p. (Field Document, 2)

TACON, A G. J. **Ictiopatología nutricional**: signos morfológicos de la carencia y toxicidad de los nutrientes en los peces cultivados. Roma: FAO, 1995. 77p. Cap. Transtornos nutricionales relacionados com las vitaminas.

TACON, A G. J. Vitamin nutrition in shrimp and fish. In: AQUACULTURE FEED PROCESSING AND NUTRITION WORKSHOP, 1991, Thailand and Indonesia. **Proceedings** Singapore: Americam Soybean Association, 1991. Editado por D. M. Akiyama e R. K. H. Tan.

THOMPSON, I.; WHITE, A; FLETCHER, T. C.; HOULIHAN, D. F.; SECOMBES, C. J. The effect of stress on the immune response of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets containing different amounts of vitamin C. **Aquaculture**, Amsterdam, v.114, n.1-2, p.1-18, 1993.

TOMASSETTI, M. *Termochimica Acta*, v. 120, p. 81, 1987.

TRAVIS, D. F. The molting cycle of the spiny lobster *Panulirus argus* Laterille. II. Preecdysial histological and histochemical changes in the hepatopancreas and integumental tissues. **The Biological Bulletin, Marine Biological Laboratory, Woods Hole**, v. 108, p. 88-112, 1955.

VERLHAC, V.; GABAUDAN, J.; OBACH, A.; SCHUEP, W.; HOLE, R. Influence of dietary glucan and vitamin C on non-specific and specific immune responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, Amsterdam, v.143, n.2, p.123-133, 1996.

VERLHAC, V.; GABAUDAN, J.; **The effect of vitamin C on fish health**. Saint- Louis Cedex:: Roche, [1998]. 30 p. Disponível em: <<http://www.rochevitamins.com/home/wha/what-anh/what-anh-vitamins/what-anh-vitaminc.html>>. Acesso em: 17 abr. 2006.

WAAGBO, R.; THORSEN, T.; SANDNES, K. Role of dietary ascorbic acid in vitellogenesis in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.80, p.301-314, 1989.

WALTER, G. M.; LOVELL, R. T. Na-L-ascorbyl-2-monophosphate as a source of vitamin C for channel catfish. **Aquaculture**, Amsterdam, v.105, n.1, p.95-100, 1992.

WANNINGER, L. A Jr. Mathematical model predicts stability of ascorbic acid in food products. **Food Technology**, v. 26, p. 42-45, 1972:

WEDEMEYER, G. A. Effects of rearing conditions on the health and physiological quality of fish in intensive culture. In: IWAMA, G. K.; PICKERING, A D.; SUMPTER, J. P.; SCHRECK, C. B. **Fish stress and health in aquaculture**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. p.35-72. (Seminar Series, 62).

WEDEMEYER, G. A. Stress-induced ascorbic acid depletion and cortisol production in two salmonid fishes. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford , v.29, p.1247-1251, 1969.

WHITE, A.; FLETCHER, T. C.; SECOMBES, C. J.; HOULIHAN, D. F. The effect of different dietary levels of vitamins C and E on their tissue levels in the Atlantic salmon *Salmo salar* L. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF FISH NUTRITION AND FEEDING, 4., 1993, Biarritz. **Fish nutrition in practice: proceedings**. Paris: INRA, 1993. p.203-207. Editado por S. J. Kaushik, P. Luquet.

WILSON, R. P.; POE, W. E.; ROBINSON, E. H. Evaluation of *L-ascorbyl-2* polyphosphatase (AsPP) as a dietary ascorbic acid source for channel catfish. **Aquaculture**, Amsterdam, v.81, n.2, p.129-136, 1989.

YAMAMOTO, Y.; INOUE, M. Effects of dietary ascorbic acid and dehydroascorbic acid on the acute cadmium toxicity in rainbow trout. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v.51, p.1299-1303, 1985.

YAMAMOTO, Y.; SATO, M.; IDEKA, S. existence of L gulonolactone oxidase in some teleost. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v.44, p.775-779, 1978.

XU, Z. LIN, T., LEI, Q., LI, A. Studies on vitamin nutrition for the prawn *Penaeus chinensis*. 5. Nutritional studies on prawn, *Penaeus chinensis*, for vitamin C. **Journal Oceanic**, University Qingdao, v. 24, p. 364-372, 1994.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)