

ALTERAÇÕES NA QUALIDADE DO CAMARÃO DE ÁGUA DOCE *Macrobrachium rosenbergii* DURANTE ESTOCAGEM EM GELO¹

Peter Gaberz KIRSCHNIK², Elisabete Maria Macedo VIEGAS^{3,*}

RESUMO

Sendo escassos os estudos sobre a conservação pós-captura do *Macrobrachium rosenbergii* e insuficientes os conhecimentos existentes, este trabalho teve como objetivo avaliar alterações na sua qualidade quando armazenado inteiro, em gelo, durante 10 dias. Foram comparadas duas condições de armazenamento: com e sem contato direto com o gelo. Em ambos os tratamentos foram observados aumentos ($P < 0,05$) nos valores de Nitrogênio Não-Proteico, Nitrogênio de Bases Nitrogenadas Voláteis, Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico e pH. Não foram encontrados coliformes fecais no músculo do camarão. As contagens para coliformes totais e para bactérias psicrotóficas encontradas no período de estocagem não ultrapassaram os limites permitidos para o consumo. Foi observada perda nos atributos sabor e odor nos dois tratamentos. As análises de textura tátil e oral demonstraram diminuição rápida e significativa nos primeiros dias de estocagem, o mesmo ocorrendo com a força de compressão, medida instrumentalmente. O *Macrobrachium rosenbergii* manteve-se apto ao consumo até o 4º dia de armazenamento em gelo, em contato direto ou embalado em saco de polietileno.

Palavras chave: camarão; “mushiness”; deterioração; vida-útil; *Macrobrachium rosenbergii*.

SUMMARY

CHANGES IN THE QUALITY OF FRESHWATER PRAWN *Macrobrachium rosenbergii* DURING STORAGE IN ICE. Due the scarcity of studies about post-harvest conservation of *Macrobrachium rosenbergii* and few knowledge in this topic, the aim of this work was to evaluate its shelf-life when stored as a whole in ice during 10 days. Two conditions were compared: with direct ice contact and without ice contact. In both treatments were observed an increase ($P < 0,05$) in Non-Protein Nitrogen, Total Volatile Base Nitrogen, Thiobarbituric Acid Reactive Substances and pH values. No faecal coliforms were observed in the prawn muscles during the storage. The score of total coliforms and psychrotrophic counting that was present in the storage period didn't exceed the law limits allowed for consumption. There was degradation in flavour and odour attributes for both treatments during the storage. Analysis of tactile and oral texture showed a fast and significant degradation in both treatments in the first days of storage, and the same occurred with the instrumental compression force tests. We concluded the *Macrobrachium rosenbergii* could be consumed until the 4th storage day, either if kept in direct ice contact or packed in polyethylene bags.

Keywords: prawn; “mushiness”; deterioration; shelf life; *Macrobrachium rosenbergii*.

1 – INTRODUÇÃO

O cultivo de camarão de água doce é um dos setores da aquicultura que mais cresce, em termos gerais. Segundo a FAO [12], entre 1990 e 2000 a produção de *Macrobrachium rosenbergii* passou de 21.000 para 118.500 toneladas, quase 500%. No Brasil, ao contrário, a produção praticamente estabilizou-se na última década, mantendo-se ao redor de 500t anuais [12]. Embora os conhecimentos sobre a biologia, larvicultura e manejo de cultivo do *M. rosenbergii* estejam bem desenvolvidos, os estudos sobre a sua conservação pós-colheita são escassos e não oferecem informações suficientes.

A vida-útil do *M. rosenbergii* armazenado sob refrigeração tem sido apontada como de 4 a 8 dias [2, 28], após os quais ocorre o fenômeno denominado de “mushiness” [23]. Caracteriza-se por pronunciada perda da integridade muscular, principalmente no primeiro

segmento da cauda, causada pela difusão de enzimas proteolíticas, inclusive colagenolíticas. Segundo LINDNER et al. [21], o fato do “mushiness” sempre aparecer no primeiro segmento adjacente ao hepatopâncreas sugere o envolvimento deste órgão, o qual amolece e sofre autólise parcial. Como consequência, ocorrem modificações na textura, tornando o músculo muito macio e excessivamente desintegrável durante a mastigação [3, 23, 28].

As informações para se definir o tempo adequado de acondicionamento do *M. rosenbergii* em gelo até o aparecimento do “mushiness” são conflitantes. NIP, MOY & TZANG [28] observaram o “mushiness” depois de 3 a 4 dias, enquanto LINDNER et al. [21] e ANGEL et al. [2, 3], no 8º dia. Em vários experimentos desenvolvidos por ANGEL et al. [2], foi demonstrado que o desenvolvimento do “mushiness” em *M. rosenbergii* conservados em gelo, diferiu entre os animais que haviam sido submetidos a diferentes condições de cultivo (monocultivo ou policultivo). Os autores sugerem que diferentes práticas de manejo podem ter induzido o estresse durante o cultivo e captura.

Em geral, os produtores de *M. rosenbergii* comercializam-no estocado em gelo, forma mais barata e mais comum de conservação [24]. Esta forma de armazenamento pode ser um dos fatores que interferem na qualidade e vida-útil do produto, devido a uma provável lixiviação dos componentes solúveis em água, como o

¹ Recebido para publicação em 25/04/2003. Aceito para publicação em 15/05/2004 (001117).

² Centro de Aquicultura da UNESP (CAUNESP), Rod. Prof. Paulo Donato Castellane, km 5, CEP: 14884-900, Jaboticabal-SP. E-mail: peterjk76@yahoo.com.br

³ Departamento de Zootecnia, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – USP. Av. Duque de Caxias Norte, 225, CEP: 13635-900, Pirassununga-SP e CAUNESP. E-mail: emviegas@usp.br

* A quem a correspondência deve ser enviada.

Nitrogênio Não-Protéico [16]. A lixiviação pode ser evitada embalando o camarão em saco plástico antes da estocagem em gelo. A embalagem dos camarões pode também afetar a deterioração da textura e o desenvolvimento bacteriano.

O objetivo deste trabalho foi avaliar alterações na qualidade do *M. rosenbergii* inteiro, sob duas condições de armazenamento, com e sem contato com gelo, por meio de análises químicas, físicas, microbiológicas e sensoriais.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – Coleta, armazenamento e amostragem

Foram utilizados 750 espécimes de *Macrobrachium rosenbergii*, com peso médio de $30 \pm 7,5$ g, cultivados em sistema de cultivo semi-intensivo e provenientes do setor de Carcinicultura do Centro de Aquicultura da UNESP, em Jaboticabal (São Paulo, Brasil).

Os camarões foram retirados dos viveiros, lavados imediatamente com água clorada (5ppm), e abatidos por choque térmico, por imersão em mistura de água e gelo (0,6:1), durante 10 minutos. Os camarões íntegros foram então distribuídos aleatoriamente em dois tratamentos: Com Contato com Gelo (CCG) e Sem Contato com Gelo (SCG). No primeiro, os camarões foram armazenados diretamente em gelo triturado, em caixas com isolamento térmico, durante 10 dias, com drenagem da água de fusão e reposição diária do gelo. No tratamento SCG, lotes de 400g de camarão foram embalados em sacos de polietileno de 0,01mm de espessura e submetidos às mesmas condições. O gelo utilizado foi obtido de água filtrada e clorada.

Para cada tratamento foram feitas cinco amostras (cerca de 400g cada), no início do armazenamento (tempo 0) e a intervalos de 2, 4, 7 e 10 dias.

2.2 – Análises químicas

A leitura do pH foi feita em peagâmetro, após homogeneização de 10g de músculo com 40mL de água destilada. Análises de Nitrogênio de Bases Nitrogenadas Voláteis (N-BNV) foram realizadas de acordo com HOWGATE [14], as de Nitrogênio Não-Protéico (NNP) segundo a AOAC [4] e as de Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS), conforme VYNCKE [32]. Teores de umidade, cinza, extrato etéreo e proteína bruta foram determinados de acordo com AOAC [4].

2.3 – Análises físicas

O teste de compressão realizado no músculo dos camarões foi baseado em ANGEL et al. [2]. Três amostras de cada tratamento foram retiradas e cozidas em água fervente, por 4 minutos. O primeiro segmento da cauda foi separado dos demais e submetido ao teste de compressão em texturômetro TA-XT2i. A amostra foi colocada na plataforma e comprimida por uma Probe (sonda) de 20mm, a uma velocidade de 0.8mm por segundo, até atingir 50% de sua altura original.

2.4 – Análises microbiológicas

O desenvolvimento microbiológico foi avaliado por meio das análises de contagem total de psicotróficos em placas, pela técnica do “pour plate”; e contagens de coliformes fecais e totais, segundo o Número Mais Provável (NMP) [5].

2.5 – Análises sensoriais

Para a avaliação de sabor, odor, textura tátil e textura oral, amostras de cada tratamento foram cozidas em água fervente contendo 1% de sal, por 4 minutos, e avaliadas por um grupo de seis provadores treinados. Para a avaliação dos atributos sabor e odor, os valores foram expressos de acordo com uma escala ABC baseada em NIP & MOY [27]. Os dados foram transformados para uma escala de pontos com A (excelente)= 9, B (bom)= 7, C (razoável)= 5, D (insatisfatório)= 3 e E (inaceitável)= 1. Na avaliação sensorial de textura tátil (de acordo com ANGEL et al. [2]), as mudanças foram determinadas colocando-se o primeiro segmento da cauda do camarão cozido entre os dedos e “sentindo” o seu “grau de firmeza”. Avaliação de textura oral do primeiro segmento foi avaliada colocando-o na boca e “sentindo” o seu “grau de firmeza”. Cada provador examinou um camarão de cada tratamento e um camarão recém-abatido (controle) e classificou a textura de acordo com a escala: A (firme ou sem “mushiness”), B (ligeiramente “mushiness”), C (com “mushiness”) e D (muito “mushiness”). Os dados foram transformados para a escala de pontos 0; 0,5; 1,0 e 1,5 respectivamente.

2.6 – Análises estatísticas

Para a avaliação estatística aplicou-se o esquema de parcelas subdivididas, com duas condições de armazenamento em gelo (CCG) e (SCG) nas parcelas, e 5 períodos nas sub-parcelas em um delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade [6]. Para as análises sensoriais utilizou-se o método não-paramétrico por meio da prova de Kruskal-Wallis [29].

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de umidade permaneceram constantes durante o período de estocagem em ambos os tratamentos, o mesmo ocorrendo com a proteína bruta, cinzas e extrato etéreo (*Tabela 1*).

Os valores de umidade deste estudo estão próximos dos observados por ANGEL et al. [1], que constataram um leve aumento, de 79,3% (2º dia) para 80,85% (14º dia), durante a estocagem em gelo de *M. rosenbergii*. Diferentemente, KIRSCHNIK [19] observou aumentos significativos, de 78,25% (Inicial) para 84,0% (14º dia). Em espécies marinhas (*Penaeus indicus* e *Penaeus monodon*) foram verificados acréscimos de umidade muscular durante a estocagem, de 75% para 79,4% ao 18º dia e de 77,6% para 81,8% ao 15º dia, respectivamente, atribuídos a uma provável absorção de água como consequência da deterioração da textura [7, 16].

TABELA 1. Umidade (g/100g), proteína bruta (g/100g), extrato etéreo (g/100g) e cinza (g/100g) em músculo de *M. rosenbergii* armazenado com contato com gelo (CCG) e sem contato com gelo (SCG).

Tratamentos		Estocagem (Dias)				
		0	2	4	7	10
Umidade	SCG	78,54± 0,53	78,65± 0,40	78,62± 0,38	79,23± 0,60	79,06± 0,28
	CCG	78,54± 0,53	77,21± 0,19	77,53± 0,67	78,08± 1,25	78,89± 0,29
Proteína bruta	SCG	19,50± 0,53	19,37± 0,36	19,61± 0,54	19,77± 0,44	19,46± 0,45
	CCG	19,50± 0,53	19,85± 0,26	19,59± 0,64	19,68± 0,45	19,26± 0,32
Extrato etéreo	SCG	0,15± 0,08	0,23± 0,07	0,24± 0,03	0,24± 0,08	0,24± 0,04
	CCG	0,15± 0,08	0,20± 0,11	0,23± 0,13	0,22± 0,06	0,20± 0,05
Cinzas	SCG	1,35± 0,11	1,21± 0,03	1,23± 0,03	1,28± 0,09	1,18± 0,14
	CCG	1,35± 0,11	1,26± 0,09	1,23± 0,07	1,22± 0,15	1,19± 0,03

Médias (n=5)±DP (desvio padrão) de análises em triplicata. Os resultados (colunas e linhas) não diferem entre si estatisticamente.

É provável que, por estarem armazenados inteiros, os exemplares do *M. rosenbergii*, no presente trabalho, tenham sido protegidos da perda de água e solutos importantes como determinadas proteínas, fato constatado por KIRSCHNIK & VIEGAS [18], com *M. rosenbergii* estocados em gelo, sem exoesqueleto.

Os teores de NNP nos tratamentos SCG e CCG foram semelhantes entre si, com aumento significativo ($P<0,05$) ao longo do armazenamento de 10 dias (Tabela 2). Isto pode ser atribuído à hidrólise de proteínas por enzimas bacterianas [16] ou por proteases musculares [11]. Valores ao redor de 500mg NNP/100g de músculo de *M. rosenbergii* fresco foram relatados por CONTRERAS-GUZMAN [11]. JOSE JOSEPH, PERIGREEN & GOPALAKRISHNA [16], estudando o *Penaeus indicus* armazenado inteiro em contato direto com gelo, constataram variação oposta. Níveis máximos foram encontrados no 2º dia, 671mg/100g, que diminuíram para até 525mg/100g, no 15º.

No tratamento SCG, o N-BNV aumentou significativamente ($P<0,05$) ao longo do armazenamento, atingindo 27,10mg/100g; no CCG, ocorreu um rápido aumento significativo ($P<0,05$) no 2º dia, permanecendo constante até o fim (Tabela 2). A produção de N-BNV durante a estocagem do pescado é resultante da ação de enzimas dos tecidos e da atividade microbiológica [10]. O aumento constante de N-BNV no tratamento SCG pode ter ocorrido devido ao efeito protetor da embalagem, não permitindo perdas por lixiviação.

MATSUMOTO & YAMANAKA [25] relataram aumento de N-BNV, de 2,4 a 2,75mg/100g, no músculo de *Penaeus japonicus* armazenado sem exoesqueleto a 0°C, após 11 dias. Entretanto, KARTHIKEYAN et al. [17] constataram diminuição em *Penaeus indicus*, armazenados inteiros, durante 14 dias em gelo, com valor inicial de 13,49mg e final de 3,73mg/100g. MOURA et al. [26] coletaram amostras de camarão-rosa comercializado como “fresco” (*Penaeus brasiliensis* e *Penaeus paulensis*) no município de São Paulo e encontraram altos teores de N-BNV, variando de 27,6 a 73,0mg/100g.

Os níveis detectados no presente estudo para o N-BNV estão dentro do limite de aceitabilidade indicada para pescado em geral, que é de 30mg/100g [8].

Médias dos mesmos parâmetros nas mesmas colunas, seguidas de letras minúsculas distintas, e médias nas mesmas linhas seguidas por letras maiúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P<0,05$) entre si.

Ocorreu um aumento significativo nos valores das TBARS nos dois tratamentos, no 2º dia de estocagem, permanecendo constantes subsequentemente, com exceção ao 10º dia, do tratamento CCG (Tabela 2). Os valores relativamente baixos de TBARS observados podem ser devido à presença do exoesqueleto, servindo como barreira ao contato do oxigênio e retardando a oxidação dos lipídios [30]. O baixo conteúdo lipídico verificado (Tabela 1) não favorece a oxidação lipídica.

As formas de armazenamento SCG e CCG igualmente tiveram efeito significativo sobre o pH muscular do *M. rosenbergii* (Tabela 2). Aumento significativo ($P<0,05$) foi observado no 2º dia até o 7º dia.

Alterações bioquímicas como o aumento do N-BNV devido à degradação por microrganismos e ação de enzimas tissulares, promovem a elevação do pH muscular [31]. NIP, MOY & TZANG [28] reportaram aumento significativo no pH em *M. rosenbergii*, durante estocagem em gelo, atribuído à degradação de proteínas e aminoácidos. Correlações significativas entre N-BNV e pH foram observadas no presente estudo, para o tratamento SCG ($r = 0,96$) ($P<0,01$) e CCG ($r = 0,91$) ($P<0,05$). Esse tipo de correlação também foi observada por BASAVAKUMAR et al. [7] em *Penaeus monodon*, armazenados inteiros em gelo. LÓPEZ-CABALLERO et al. [22] verificaram brusco aumento de pH no músculo de *Penaeus japonicus*, após 8 dias de estocagem em ambiente refrigerado (1°C), atingindo valores maiores que 8,0, embora o odor e a aparência geral continuassem em níveis aceitáveis.

Não foi constatada a presença de coliformes fecais antes e durante o armazenamento do *M. rosenbergii* em

TABELA 2. Nitrogênio não-protéico (NNP), Nitrogênio de bases nitrogenadas voláteis (N-BNV), Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), pH, coliformes totais e contagem total em placas de psicrotróficos em músculo de *M. rosenbergii* armazenado sem contato com gelo (SCG) e com contato com gelo (CCG).

Parâmetros	Tratamentos	Estocagem (Dias)				
		0	2	4	7	10
NNP *	SCG	502,45± 27,6 ^{Aa}	547,20± 14,3 ^{Ba}	538,81± 21,3 ^{ABa}	597,97± 3,8 ^{Ca}	629,94± 11,5 ^{Ca}
mg N/100g	CCG	502,45± 27,6 ^{Aa}	520,97± 9,1 ^{Aba}	547,35± 15,0 ^{Ba}	603,23± 6,9 ^{Ca}	620,00± 6,3 ^{Ca}
N-BNV *	SCG	10,83± 1,03 ^{Aa}	14,74± 1,03 ^{Ba}	19,21± 2,17 ^{Ca}	26,18± 0,50 ^{Da}	27,10± 0,88 ^{Da}
mg N/100g	CCG	10,83± 1,03 ^{Aa}	21,00± 1,7 ^{Bb}	23,02± 0,50 ^{Bb}	22,59± 0,68 ^{Ba}	23,38± 0,64 ^{Bb}
TBARS *	SCG	0,01± 0,01 ^{Aa}	0,21± 0,04 ^{Ba}	0,18± 0,02 ^{Ba}	0,16± 0,04 ^{Ba}	0,22± 0,02 ^{Ba}
AM/kg ¹	CCG	0,01± 0,01 ^{Aa}	0,22± 0,03 ^{Ba}	0,16± 0,02 ^{Ba}	0,16± 0,03 ^{Ba}	0,38± 0,06 ^{Cb}
pH *	SCG	6,62± 0,04 ^{Aa}	6,99± 0,06 ^{Ba}	7,27± 0,07 ^{BCa}	7,54± 0,21 ^{Ca}	7,44± 0,21 ^{Ca}
	CCG	6,62± 0,04 ^{Aa}	7,01± 0,04 ^{Ba}	7,14± 0,05 ^{BCa}	7,41± 0,21 ^{Ca}	7,36± 0,10 ^{Ca}
Coliformes totais**	SCG	0,88± 0,56 ^{ABa}	1,66± 0,30 ^{Ba}	<0,5	0,75± 0,65 ^{ABa}	1,97± 0,54 ^{Ba}
Log NMP/g ²	CCG	0,88± 0,56 ^{Aa}	1,49± 0,42 ^{Aa}	<0,5	0,96± 0,40 ^{Aa}	1,11± 1,01 ^{Aa}
Psicrotróficos **	SCG	1,44± 0,65 ^{Aa}	2,01± 0,62 ^{Aa}	2,46± 0,78 ^{ABa}	2,31± 0,34 ^{ABa}	4,01± 0,13 ^{Ba}
Log UFC/g ³	CCG	1,44± 0,65 ^{Aa}	1,58± 0,51 ^{ABa}	2,42± 0,43 ^{ABCa}	2,83± 0,57 ^{BCa}	3,52± 0,13 ^{Ca}

* Médias (n=5) ± DP (desvio padrão) de análises em triplicata.

** Médias (n=3) ± DP (desvio padrão) de análises em triplicata.

¹ mg de aldeído malônico/kg de músculo.² Log de Número Mais Provável por grama de músculo;³ Log de Unidades Formadoras de Colônia por grama de músculo;

Médias dos mesmos parâmetros nas mesmas colunas, seguidas de letras minúsculas distintas, e médias nas mesmas linhas seguidas por letras maiúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey (p≤0,05) entre si.

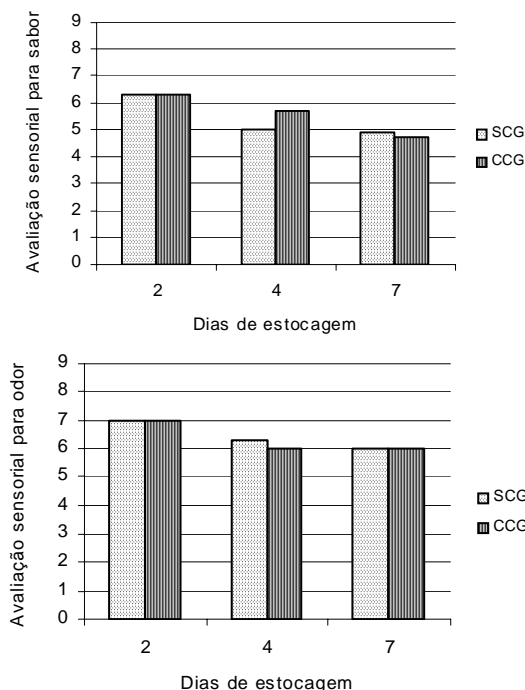
gelo. O número de coliformes totais não foi afetado (P>0,05) pelos tratamentos (Tabela 2), estando dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira [9].

A contagem total de psicrotróficos manteve-se constante até o 7^o dia de armazenamento para o tratamento SCG, aumentando significativamente (P<0,05) no 10^o. No tratamento CCG os valores permaneceram constantes até o 4^o dia, aumentando significativamente (P<0,05) até o fim do armazenamento (Tabela 2). Embora a ANVISA [9] não estabeleça limites para psicrotróficos, níveis elevados podem reduzir a vida-útil do pescado. Os resultados para os dois tratamentos mantiveram-se abaixo do limite permitido (log 7,0 UFC/g) pela ICMSF [15], para contagem padrão em placas de microrganismos aeróbicos.

O baixo crescimento microbiano neste estudo pode ser atribuído à microflora mesófila original do *M. rosenbergii* que, por ser de águas tropicais, se torna apta a iniciar o crescimento sob temperatura de refrigeração somente após um longo período de adaptação [20]. Os resultados iniciais encontrados estão abaixo dos reportados por ANGEL et al. [1], que constataram log 6,1 e 8,3UFC/g em *M. rosenbergii* recém abatido e após 14 dias de estocagem em gelo, respectivamente. LEITÃO & RIOS [20] relataram que a contagem de psicrotróficos permaneceu constante em *M. rosenbergii*, armazenados inteiros e sem contacto com o gelo, como no presente estudo.

Os resultados sugerem que o camarão estudado permaneceu aceitável sensorialmente até o 4^o dia de armazenamento em gelo, principalmente em relação ao sabor, ao qual foram atribuídas notas inferiores a 5,0 (Figura 1).

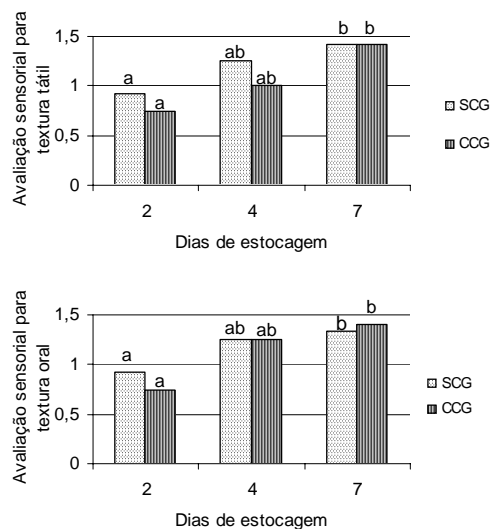
Entretanto, as médias observadas entre os tratamentos, para os atributos odor e sabor, não foram significativas.

**FIGURA 1.** Avaliação sensorial do sabor e odor do *M. rosenbergii* armazenado sem contato com gelo (SCG) e com contato com gelo (CCG).

FÁTIMA, KHAN & QADRI [13] verificaram que a qualidade de *Penaeus merguensis* descabeçado foi mantida

durante 8 dias de estocagem em gelo. Estudos realizados com o camarão marinho *Penaeus monodon* conservado em gelo demonstraram que a vida-útil, baseada em testes sensoriais de aceitação, variou de 9 a 12 dias, respectivamente para espécimes crus e cozidos [7].

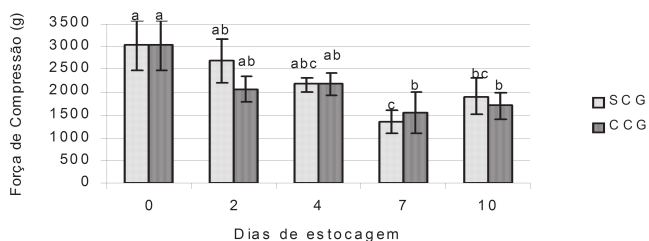
Os valores atribuídos à textura tátil durante a estocagem, nos dois tratamentos, demonstram aumento correspondente do “mushiness” após o 4º dia, sendo significativos ($P < 0,05$) no 7º dia, o mesmo ocorrendo com a textura oral (Figura 2). ANGEL et al. [2] constataram em *M. rosenbergii* o aparecimento do “mushiness” somente ao oitavo dia de estocagem em gelo.



(Médias do mesmo tratamento, seguidas de letras minúsculas distintas, diferem significativamente pela prova de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$) entre si).

FIGURA 2. Avaliação sensorial de textura tátil e textura oral do *M. rosenbergii* armazenado com contato com gelo (CCG) e sem contato com gelo (SCG).

Foi observada diminuição da força de compressão do primeiro segmento da cauda do *M. rosenbergii* ao longo do experimento, sendo significativa após o 4º dia em relação aos tratamentos SCG ($P < 0,05$) e CCG ($P < 0,01$) (Figura 3).



(Médias do mesmo tratamento, seguidas de letras minúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) entre si).

FIGURA 3. Força de compressão do primeiro segmento de *M. rosenbergii* armazenado sem contato com gelo (SCG) e com contato com gelo (CCG) ao longo da estocagem.

NIP, MOY & TZANG [28] observaram diminuição ($P < 0,01$) na força de cisalhamento a partir do 3º dia de

estocagem. Entretanto ANGEL et al. [2] verificaram diminuição na força de compressão ao longo do período de estocagem, sendo mais proeminente até o 11º dia, mas sem correlação significativa entre a força de compressão e a análise sensorial de textura.

4 – CONCLUSÕES

Não foi observada diferença significativa entre os dois métodos de armazenamento estudados para o camarão estocado inteiro em gelo. Apesar das análises químicas e microbiológicas estarem dentro dos níveis de aceitação, até o 10º dia de armazenamento, o camarão *Macrobrachium rosenbergii* manteve-se apto ao consumo até o 4º dia em gelo, seja em contato direto ou embalado em saco de polietileno.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGEL, S.; BASKER, D.; KANNER, J.; JUVEN, B. J. Assessment of shelf life of fresh water prawns stored at 0° C. **J. Food Technol.**, v. 16, p. 357-366, 1981.
- ANGEL, S.; WEINBERG, Z. G.; JUVEN, B. J.; LINDNER, P. Quality changes in the fresh water prawns, *Macrobrachium rosenbergii* during storage on ice. **J. Food Technol.**, v. 20, p. 553-560, 1985.
- ANGEL, S.; HARPAZ, S.; LINDNER, P.; NAVROT, C. Technical note: Textural quality of cooked malaysian freshwater prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) as influenced by the moulting cycle. **J. Food Technol.**, v. 21, p. 643-647, 1986.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists, **Official Methods of Analysis**, 14th ed. Washington, 1984.
- APHA. American Public Health Association, **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**, 3ª edição. Washington, 1992.
- BANSATO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**, 3ª edição. Jaboticabal: Funep, 1995.
- BASAVAKUMAR, K. V.; BHASKAR, N.; RAMESH, A. M.; REDDY, G. V. S. Quality changes in cultured tiger shrimp (*Penaeus monodon*) during ice storage. **J. Food Sci. Technol.**, v. 35, n. 4, p. 305-309, 1998.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Legislação de Pesca e Derivados**, Brasília, 1997. Portaria n.185, de 13 de maio de 1997 – Diário Oficial da União 19 de maio de 1997.
- BRASIL. Ministério da Saúde. ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília, 2001. Resolução RDC n. 12, de 02 de janeiro de 2001 – **Diário Oficial da União** 10 de janeiro de 2001, seção 1.
- CHEUK, W. L.; FINNE, G.; NICKELSON, I. I. R. Stability of adenosine deaminase and adenosine monophosphate deaminase during ice storage of pink and brown shrimp from the gulf of Mexico. **J. Food Sci.**, v. 44, p. 1625-1628, 1979.
- CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Ed. FUNEP, Jaboticabal, São Paulo, 1994.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **Yearbook of fishery statistics: summary table**. FAO, Roma (<http://www.fao.org>) 2002.
- FÁTIMA, R.; KHAN, M. A.; QADRI, R. B. Shelf life of shrimp *Penaeus merguensis* stored in ice (0°C) and

- partially frozen (-3°C). **J. Sci. Food Agr.**, v. 42, n. 235-247, 1988.
- [14] HOWGATE, P. Determination of total volatile bases. **Torry Research Station**. Aberdeen, TD 564, Appendix 4. 1976.
- [15] ICMSF – International Commission on Microbiological Specification for Foods. **Microorganisms in foods**. 2-Sampling for microbiological analysis: principles and specific applications. University of Toronto Press, Toronto. 1986.
- [16] JOSE JOSEPH, P. A. PERIGREEN; GOPALAKRISHNA IYER, T. S. Storage characteristics of cultured *Penaeus indicus* in ice and at ambient temperature. **Fish. Technol.**, v. 35, n. 2, p. 84-89, 1998.
- [17] KARTHIKEYAN, M.; JAWAHAR ABRAHAM, T.; SHANMUGAM, S. A.; INDRA JASMINE, G.; JEYACHANDRAN, P. Effect of washing and chlorine disinfection on the quality and shelf life of iced cultured shrimp. **J. Food Sci. Technol.**, v. 36, n. 2, p. 173-176, 1999.
- [18] KIRSCHNIK, P. G.; VIEGAS, E. M. M. Alterações bioquímicas no músculo de camarão de água doce, *Macrobrachium rosenbergii*, armazenados em gelo. In: *XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Porto Alegre, 2002. Anais...CD – Rom, 2002.
- [19] KIRSCHNIK, P. G. **Avaliação do frescor e vida útil do camarão de água doce, *Macrobrachium rosenbergii*, armazenado em gelo**. Jaboticabal, 2003, 53p. Dissertação (Mestre em Aqüicultura de Águas Continentais), Centro de Aqüicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista (UNESP).
- [20] LEITÃO, M. F. F.; RIOS, D. P. Microbiological and chemical changes in fresh water prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) stored under refrigeration. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 31, n. 178-183, 2000.
- [21] LINDNER, P.; ANGEL, S.; WEINBERG, Z. G.; GRANIT, R. Factors inducing mushiness in stored prawns. **Food Chem.**, v. 29, n. 119-132, 1988.
- [22] LOPEZ-CABALLERO, M. E.; PÉREZ-MATEOS, M.; BORDERÍAS, J. A.; MONTERO, P. Extension of the shelf life of prawns (*Penaeus japonicus*) by vacuum packaging and high-pressure treatment. **Journal of Food Protection**, v. 63, n. 10, n. 1381-1388, 2000.
- [23] MADRID, R. M. M. Características intrínsecas e tratamento pós- colheita. In: VALENTI, W. C. (Editors), **Carcinicultura de água doce: Tecnologia para produção de camarões**, Brasília. p. 279-307, 1998.
- [24] MADRID, R. M. M.; PHILLIPS, H. Post-harvest handling and processing. In: NEW, M. B. & VALENTI, W. C. (Editors), **Freshwater prawn culture**. The farming of *Macrobrachium rosenbergii*, Osney Mead, Oxfor, uk., 2000, Cap. 18, p..
- [25] MATSUMOTO, M.; YAMANAKA, H. Post-mortem biochemical changes in the muscle of kuruma praw during storage and evaluation of the freshness. **Nippon Suisan Gakkaishi**, v. 56, n. 7, p. 1145-1149, 1990.
- [26] MOURA, A. F. P.; MAYER, M. D. B.; LANDGRAF, M.; TENUTA-FILHO, A. Qualidade química e microbiológica de camarão-rosa comercializado em São Paulo. **Braz. J. Pharm. Sci.**, v. 5, n. 2, p. 203-208, 2003.
- [27] NIP, W. K.; MOY, J. H. Effect of thawing and subsequent chilling on the quality of prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 5, p. 207-213, 1981.
- [28] NIP, W. K.; MOY, J. H.; TZANG, Y. Y. Effect of purging on quality changes of ice-chilled freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. **J. Food Technol.**, v. 20, p. 9-15, 1985.
- [29] SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica** (para as ciências do comportamento). Editora McGRAW-HILL do Brasil. LTDA. 1979.
- [30] SRINIVASAN, S.; XIONG, Y. L.; BLANCHARD, S. P.; TIDWELL, J. H. Effects of freezing and thawing methods and storage time on physicochemical properties of freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. **J. Aquatic Food Prod. Technol.**, v. 7, n. 2, p. 47-69, 1998.
- [31] VONGSAWASDI, P.; NOOMHORM, A. Effects of handling methods on quality changes of giant freshwater prawns (*Macrobrachium rosenbergii*). **J. Aquatic Food Prod. Technol.**, v. 9, n. 3, p. 57-71, 2000.
- [32] VYNCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette-Seifen Anstrichmittel**, v. 72, n. 12, p. 1084-1087, 1970.

6 – AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor, ao Prof. Dr. Paulo José A. Sobral e Prof. Dr. Carlos Augusto F. Oliveira, pelas facilidades ao acesso a equipamentos e laboratórios necessários para a conclusão desta pesquisa.