

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**Avaliação do frescor e vida útil do camarão de água doce,
Macrobrachium rosenbergii, armazenado em gelo**

Peter Gaberz Kirschnik

Zootecnista

Jaboticabal
São Paulo – Brasil
2003

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**Avaliação do frescor e vida útil do camarão de água doce,
Macrobrachium rosenbergii, armazenado em gelo**

Peter Gaberz Kirschnik

Orientadora: Profa. Dra. Elisabete Maria Macedo Viegas

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Aqüicultura, do Centro de Aqüicultura da UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Aqüicultura, Área de concentração em Aqüicultura em Águas Continentais.

Jaboticabal
São Paulo – Brasil2003

À minha querida mãe, Ericka
(in memoriam) com muitas
saudades e ao meu pai,
Alberto, pelo carinho,
Dedicação e amparo

À minha irmã Kátia e
Meu cunhado Evaldo
Pelo incentivo e apoio

À minha namorada Luciana pelo
amor, amizade e paciência.

Ofereço e Dedico

“Talvez meio caminho andado seja a gente acreditar no que faz.
Mas acima de tudo, o que mais nos incentiva, que mais nos valoriza e
também mais nos torna conscientes de nossa responsabilidade, é saber
que outros crêem em nós
E não há palavras que descrevam o que sentimos ao saber dos sacrifícios
a que eles se impõem por crerem não apenas em nós, mas também no que
cremos”

(Albert Einstein)

Homenagem

Á
Profa. Dra. Elisabete Maria Macedo Viegas

Pela atenção, dedicação e confiança em mim depositada.
Agradeço por todos os ensinamentos transmitidos desde a
graduação, pelo incentivo constante e pela paciência e
compreensão.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Wagner Cotroni Valenti pelo fornecimento dos camarões, pela atenção, por ter aceitado o convite para praticar desta Banca Examinadora e pelas contribuições científicas neste trabalho.

Á Dra. Rose Meire Vidotti, pesquisadora da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de alimentos (FZEA-USP), pela amizade, incentivo e valiosas Sugestões ao meu trabalho

Aos Técnicos do Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA-USP), Rosilda Loura, Roseli S. Lacerda e Raphael J. Corradini Jr., pela atenção dispensada e pelo auxílio nas análises de amostras.

Á Profa. Dra. Maria Laura Okada Nakaghi do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da FCAV/UNESP, pelo apoio e grande auxílio na análise de amostras.

Á Profa. Dra. Maria Regina Barbieri de Carvalho, do Departamento de Tecnologia da FCAV/UNESP, pela amizade e permissão de uso do Laboratório e reagentes sempre que precisei.

Ao prof. Dr. Paulo José A. Sobral do Depto. De Zootecnia da FZEA/USP pelo empréstimo do Texturômetro e á funcionária Ana Mônica Q. B. Habitante pelo auxílio no processamento das amostras.

Ao Prof. Dr. Carlos Augusto F. Oliveira do Depto. De Zootecnia da FZEA/USP por ter cedido o espaço no Laboratório de Microbiologia e pelo auxílio e atenção , e á funcionária Roice Eliana Rosim pelo auxílio no processamento das amostras.

Ao Prof. Dr. João Ademir de Oliveira, do Depto. De Ciências Exatas da FCAV/UNESP e Prof. Dr. César G. de lima da FZEA/USP pelo auxílio na análise estatística.

Á equipe de provadores, Neli Mariza Azevedo Silva, Rubens Nunes, Roice Eliana Rosim, Ana Mônica Q. B. Habitante, Paula de F. L. Agente e Marcelo M. L. O. Ribeiro.

Aos funcionários do Setor de Carcinicultura da FZAV/UNESP, Valdecir e Roberto pelo indispensável auxílio no cultivo e despesca dos camarões.

Aos funcionários do CAUNESP, Sr. Mauro, Márcio “Perereca, Marcio, D. Ana, Fátima, Veralice, D. Auta e D. Sueli, pelo grande ajuda sempre que necessário.

Aos estagiários do Setor de Carcinicultura da FCAV/UNESP pelo auxílio nos experimentos.

Aos funcionários do Laboratório de Piscicultura da FZEA/USP, José Apolinário Ferraz e Fernando J. B. de Andrade pela amizade e auxílio no processamento de amostras.

À Denise C. Verreschi e Maria Luiza R. Souza pela amizade e apoio durante todo o Mestrado, em especial durante o experimento.

Aos amigos Edney Murillo Secco e Marco Aurélio de Felício Porcionato, pela amizade mantida desde os tempos da faculdade.

Aos colegas da Pós-graduação, Murilo, Karina, Lot, Nilton “Paraca”, Newton “CATI”, Ana Elisa e Leo “Baccarin”, Leo Tachibana, Atomu, Ana Isabel, Miguel, Ricardo “Caio”, Denise, Maria Luiza, Gilberto e Roseli, pela agradável convivência.

À Família Nakaghi-Ganeco, por sempre me acolherem em Jaboticabal e pelo apoio e incentivo.

Ao Centro de Aqüicultura da UNESP pela oportunidade.

À Capes, pelo auxílio concedido na forma de Bolsa.

A todos, o meu muito obrigado !!!

SUMÁRIO

	Página
Lista de Tabelas.....	x
Listas de Figuras.....	xi
Introdução Geral.....	1
Produção de <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	1
Processo de deterioração em pescados.....	2
Conservação de crustáceos através da refrigeração em gelo...	4
Referências Bibliográficas.....	7
Capítulo 1 – Avaliação da vida útil do camarão de água doce <i>Macrobrachium rosenbergii</i>, armazenado com e sem contato com gelo	
Resumo.....	10
Abstract.....	11
1. Introdução.....	12
2. Material e Métodos.....	14
3. Resultados e Discussão.....	16
4. Conclusões.....	27
5. Referências bibliográficas.....	27

Capítulo 2 – Alterações na qualidade do camarão de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*) durante estocagem em gelo

Resumo.....	32
Abstract.....	33
1. Introdução.....	34
2. Material e métodos.....	36
2.1. Coleta e Armazenamento.....	36
2.2. Amostragem.....	36
2.3. Análises Químicas.....	37
2.4. Análises Físicas.....	37
2.5. Análises Microbiológicas.....	38
2.6. Análises Sensoriais.....	38
2.7. Análises Estatísticas.....	39
3. Resultados e Discussão.....	39
4. Conclusões.....	49
5. Referências Bibliográficas.....	49
Considerações Finais.....	53

LISTA DE FIGURAS

Página

Capítulo 1

FIGURA 1 – Avaliação sensorial para saber e odor, em *Macrobrachium Rosenbergii* armazenadas com contato com gelo (CCG) e Sem contato com gelo (SCG).....25

FIGURA 2 – Avaliação sensorial para textura tátil e textura oral, em *Macrobrachium rosenbergii* armazenado com contato com Gelo (CCG) e sem contato com gelo (SCG).....26

Capítulo 2

Figura 1 – Avaliação sensorial para sabor e odor, em *macrobrachium Rosenbergii* armazenados com contato com gelo (CCG) e Sem contato com gelo (SCG).....46

FIGURA 2 – Avaliação sensorial de textura tátil e textura oral, em *Macrobrachium rosenbergii* armazenados com contato Com gelo (CCG) e sem contato com gelo (SCG).....47

FIGURA 3 – Valores médicos da força de compressão do primeiro Segmento de *macrobrachium rosenbergii* armazenados Com contato com gelo (CCG) e sem contato com gelo (SCG) ao longo da estocagem.....48

INTRODUÇÃO GERAL

Produção de *Macrobrachium rosenbergii*

Considerado o maior dos camarões de água doce, o *Macrobrachium rosenbergii* pode atingir 32 cm de comprimento e 500 g de peso (Valenti, 1990). Pertence a macrofauna bentônica do ecossistema aquático, é onívoro, alimenta-se de organismos zoobentônicos (vermes, moluscos, larvas e insetos aquáticos) e vegetais (algas, plantas aquáticas, folhas, sementes e frutos) (Ling & Merican, 1961; Ling, 1969). Ocorre nas regiões tropicais e subtropicais do Indo-Pacífico. Introduzido no Brasil no final da década de 70, o *M. rosenbergii* demonstrou excelente capacidade de adaptação às nossas condições ambientais. O sistema de produção mais adotado no cultivo de camarão de água doce é o semi-intensivo, realizado por pequenos e médios produtores (Valle & Proença, 2000).

O cultivo de camarão de água doce é um dos setores da aquicultura que mais cresce no mundo. Segundo dados da FAO, entre 1990 e 2000, o volume de *Macrobrachium rosenbergii* produzido passou de 21.000 para 118.500 toneladas, correspondendo a um crescimento de quase 500% (Valenti, 2002). No Brasil, ao contrário do que ocorreu em outras partes do mundo, a produção praticamente estabilizou-se na última década, oscilando ao redor de 500 t anuais (FAO, 2002). Este comportamento ocorreu devido ao encerramento das atividades de uma grande empresa do setor e a falta de oferta de pós-larvas nos últimos anos da década de 90. A atividade também tem sido prejudicada pela má imagem do produto, criada pela expectativa de lucro exagerado e pela baixa qualidade do camarão na estocagem e comercialização, com sabor e textura alterados (“mushiness”) (Carvalho Filho, 2000).

Apesar do país apresentar amplo domínio da tecnologia de produção de camarão de água doce (Valenti, 1998) há carência de informações sobre a conservação pós-abate dos camarões

cultivados, bem como de formas de processamento que garantam a oferta de um produto de qualidade aos consumidores.

Processo de deterioração em pescados

Por serem alimentos muito perecíveis, os pescados devem ser criteriosamente armazenados para manutenção de suas qualidades e aumento de sua vida útil. A diminuição do frescor dos pescados depende de vários fatores como condições de captura, abate e processamento.

Como qualquer outro animal, ao morrer, os pescados passam por profundas alterações químicas, físicas e microbiológicas, que os conduzem à sua completa deterioração (Kai & Morais, 1988). Uma das principais alterações que ocorre em um animal após a morte é a instalação do “rigor mortis”.

Segundo Contreras-Gusmán (1994) o estado de rigor mortis é definido como a perda de plasticidade e extensibilidade dos músculos como resultado da alteração dos ciclos de contração e relaxamento. Nos pescados, identificam-se 3 fases: pré-rigor mortis, rigor mortis pleno e pós-rigor mortis. A duração da primeira fase depende das reservas de ATP e glicogênio no momento da morte. Qualquer situação que as tiver reduzido, diminuirá o período de pré-rigor, o que afetará proporcionalmente o período de rigor mortis pleno. Devido ao sistema de pesca, algumas espécies sofrem um grande desgaste que podem exaurir o glicogênio completamente antes da captura, o que resulta na ausência da fase de pré-rigor e um rigor mortis pleno curto sem a característica diminuição de pH nesta fase. Neste caso, instala-se rigor mortis alcalino e tais pescados apresentam problemas de textura e sua vida de prateleira é muito curta.

Crustáceos são naturalmente perecíveis e sua qualidade depende de vários fatores incluindo tempo de estocagem e temperatura. A perda de qualidade e a subsequente deterioração são causadas principalmente pelas enzimas dos tecidos e atividades de microorganismos (Fatima & Qadri, 1985). O processo de deterioração é mais rápido que nos peixes devido ao elevado conteúdo de metabólitos de pequeno peso molecular, bem como aminoácidos livres, que ficam mais disponíveis para alimentação das bactérias após a morte (Madrid, 1998).

Após a morte dos camarões, durante o processo deteriorativo, ocorrem mudanças qualitativas e quantitativas da flora microbiana. Porém, antes que o crescimento microbiano seja significativo, as principais mudanças que afetam a qualidade são devidas à degradação dos nucleotídeos, através do ciclo glicolítico. Com a autólise do hepatopâncreas ocorre a liberação de enzimas proteolíticas e colagenases do hepatopâncreas que entram em contato direto com o músculo iniciando um processo de degradação que pode ser chamado de “mushiness” (Madrid, 1998). A textura “mushi” pode ser definida como aquela que não oferece resistência à mordida, possui uma consistência farinhenta e facilidade de separação da musculatura em flocos (Nip et al., 1985; Angel et al., 1986a).

Nip & Moy (1988), relataram uma degradação sequencial do tecido muscular da cauda iniciando no perímio, endomíio, linha Z e zona H em camarões *M. rosenbergii* estocados em gelo. A degradação foi mais pronunciada no segmento anterior da cauda, confirmando a teoria relatada da ação das enzimas colagenases liberadas do hepatopâncreas durante a estocagem no gelo.

Papadopoulos et al. (1989) observou que os camarões *M. rosenbergii* armazenados inteiros em gelo após três dias de estocagem, apresentaram uma maior perda da integridade estrutural no músculo do que os animais estocados descabeçados e após dez dias de estocagem ambos perderam a integridade miofibrilar.

Foi mostrado que o “mushiness” não está relacionado com o número de bactérias proteolíticas em camarões estocados em gelo (Angel et al., 1985) e não é causado por um sistema proteolítico endógeno do músculo (Lindner et al. 1988). Somente uma pequena quebra das proteínas miofibrilares foi observada em segmentos da cauda que desenvolveram o “mushiness” durante o cozimento (Lindner et al. 1988). Tal fato, e a baixa eficiência do homogenado do hepatopâncreas na digestão das proteínas miofibrilares no tecido intacto, sugerem que a atividade coleagenolítica difusa da desintegração do hepatopâncreas pode ser responsável pelo início da deterioração do tecido levando o camarão estocado no gelo ao “mushiness”.

Conservação de crustáceos através da refrigeração em gelo

Quando os pescados são capturados e mortos, todo seu sistema natural de defesa é inativado e iniciam-se os processos deteriorativos. Estes no entanto, podem ser retardados pela ação do frio. O abaixamento da temperatura é um dos fatores mais importantes na conservação dos pescados, pois a velocidade de proliferação das bactérias e as reações químico-enzimáticas envolvidas no processo de autólise, dependem principalmente da temperatura. O resfriamento pode até manter as características do pescado em seu estado original, mas o tempo de vida útil do produto é curto (Machado, 1984, Ogawa & Diniz, 1999).

O gelo é, sem dúvida, o meio mais comum, mais simples e mais conveniente para resfriar o pescado, pois apresenta grande poder refrigerante, além de conservar o brilho e a umidade dos animais, evitando a desidratação, que ocorreria se fosse utilizado ar frio (Machado, 1984; Madrid, 1998; Madrid & Phillips, 2000).

As informações para se definir o tempo adequado de acondicionamento de camarões *M. rosenbergii* em gelo tem sido conflitantes. Nip et al. (1985) tem estabelecido que o “mushiness”

aparece depois de 3 a 4 dias de armazenamento em gelo, enquanto que Lindner et al. (1988) e Angel et al. (1985 e 1986a) têm mostrado que esta variação de textura somente se apresenta no 8º dia.

A divergência quanto ao tempo em que o “mushiness” torna-se aparente é atribuída às diferenças existentes na fonte de matéria-prima (Angel et al., 1985). Diferentes métodos de cultivo aliados ao manejo pós-colheita inadequado podem induzir ao estresse alterando a qualidade da carne. Nip et al. (1985) submeteram *M. rosenbergii* a um processo de depuração por 18 horas em água corrente antes da estocagem em gelo e constataram que este processo ajudou a melhorar levemente a aparência dos animais, mas não afetou o desenvolvimento do “mushiness”.

O efeito da radurização sobre alterações bacteriológicas, químicas, físicas e sensoriais foram avaliados em *M. rosenbergii* estocados em gelo, por Angel et al. (1986b). As doses de radiação de 145 e 239 Krad, diminuíram a contaminação bacteriana, aumentaram o valor de bases nitrogenadas voláteis, mas não modificaram a textura dos animais. Os autores concluíram que não existe correlação entre o fenômeno de “mushiness” e o aumento de bactérias proteolíticas.

A vida útil de *M. rosenbergii* estocados inteiros e sem contacto direto com o gelo, foi avaliada por Angel et al. (1981). O odor característico da deterioração foi observado entre 14 a 16 dias de estocagem e os camarões apresentaram uma textura mais mole decorridos 4 dias no gelo, quando comparados com o estado inicial.

Srinivasan et al. (1997) relataram que as proteínas do músculo de *M. rosenbergii* são susceptíveis ao processo de congelamento e descongelamento, principalmente no primeiro mês de estocagem e que o descongelamento rápido (microondas) promove a desnaturação e desestabilização das proteínas. Os autores também recomendam o descongelamento do camarões com água fria (descongelamento lento) por apresentar um menor efeito adverso sobre as proteínas.

Noomhorm & Vongsawasdi (1998) estudaram o efeito de três métodos de conservação sobre a qualidade do *M. rosenbergii* : liofilização, enlatamento e o congelamento rápido individual (IQF). A liofilização e o enlatamento foram capazes de manter as características físicas, químicas e sensoriais dos camarões estocados à temperatura ambiente por seis meses, sem alterações na sua qualidade como ocorreu com os produtos congelados.

Estudos realizados com camarões marinhos (*P. monodon*) conservados em gelo, reportaram que a vida de prateleira, baseada em testes sensoriais de aceitação variou de 9 a 12 dias respectivamente, para camarões crus e cozidos (Basavakumar et al, 1998). Para o *Penaeus indicus*, a vida útil em gelo foi de 12, 16 e 18 dias respectivamente para os camarões não lavados, lavados com água do mar e tratados com água clorada por 10 minutos (Karthikeyan et al, 1999). Em camarões de água doce (*Kuruma*) o início da decomposição foi relatado com 4, 9 e 14 dias respectivamente para músculos de camarões armazenados sob temperaturas de 5° C, 0° C e -1°C (Matsumoto & Yamanaka, 1990).

Este trabalho está dividido em dois capítulos. O primeiro “Avaliação da vida útil do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii*, armazenado com e sem contato com gelo.”, determinou a vida útil do camarão armazenado descabeçado e descascado, sob duas condições de armazenamento em gelo. No segundo capítulo “Alterações na qualidade do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii*, durante estocagem em gelo”, avaliou-se a vida útil dos camarões armazenados inteiros sob duas condições de armazenamento, com e sem contato com gelo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Angel, S.; Basker, D.; Kanner, J. & Juven, B.J. 1981. Assessment of shelf life of freshwater prawns stored at 0° C. *Journal of Food Technology*. 16:357-366.
- Angel, S.; Weinberg, Z.G.; Juven, B.J. & Lindner, P. 1985. Quality changes in the fresh water prawns, *Macrobrachium rosenbergii* during storage on ice. *Journal of Food Technology*. 20:553-560.
- Angel, S.; Harpaz, S.; Lindner, P. & Navrot, C. 1986a. Technical note: Textural quality of cooked malaysian freshwater prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) as influenced by the moulting cycle. *Journal of Food Technology*. 21:643-647.
- Angel, S.; Juven, B.J.; Weinberg, Z.G.; Lindner, P. & Eisenberg, E. 1986b. Effects of radurization and refrigerated storage on quality and shelf-life of freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of Food Protect.* 49(2):142-145.
- Basavakumar, K.V.; Bhaskar, N.; Ramesh, A.M. & Reddy, G.V.S. 1998. Quality changes in cultured tiger shrimp (*Penaeus monodon*) during ice storage. *Journal of Food Scienci and Technology*. 35(4):305-309.
- Carvalho Filho, J. 2000. Gtcad pretende revigorar o cultivo de camarões de água doce no Brasil. In: *Panorama da Aqüicultura*. 10(62):52-53.
- Contreras-Guzmán, E. S. 1994. *Bioquímica de pescados e derivados*. Ed. FUNEP, Jaboticabal, São Paulo. 409p.
- Fatima, R. & Qadri, R.B. 1985. Quality changes in lobster (*Panulirus polyhagusp*) muscle during storage in ice. *Journal Agricultural Food Chemistry*. 33(1):117-122.
- Kai, M.; Morais, C. 1988. Vias de deterioração do pescado. In: *Controle de qualidade de pescado*. Editoras: Leopoldianum Editora e Edições Loyola, Santos. P. 13–20.

- Karthikeyan, M.; Jawahar Abraham, T.; Shanmugam, S.A.; Indra Jasmine, G. & Jeyachandran, P. 1999. Effect of washing and chlorine disinfection on the quality and shelf life of iced cultured shrimp. *Journal of Food Science and Technology*. 36(2):173-176.
- Lindner, P.; Angel, S.; Weinberg, Z.G. & Granit, R. 1988. Factors inducing mushiness in stored prawns. *Food Chemistry*. 29:119-132.
- Ling, S.W. & Merican, A.B.O. 1961. Notes on the life and Habits of the adults and larval stages of *Macrobrachium rosenbergii*. *Proc. Indo-Pacif. Fish. Counc.* 9(2):55-60.
- Ling, S. W. 1969. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii*. *FAO Fish. Rep.* 3(57):589-606.
- Machado, Z.L. 277. 1984. Tecnologia de recursos pesqueiros: Parâmetros, processos e produtos. Recife, SUDENE-DRN-DIV. Recursos pesqueiros. 277p.
- Madrid, R.M.M. 1998. Características intrínsecas e tratamento pós- colheita. In: W.C. Valenti (Editors), *Carcinicultura de água doce: Tecnologia para produção de camarões*, Brasília. p. 279-307.
- Madrid, M.M.R. & Phillips, H. 2000. Post-harvest handling and processing. In: *Freshwater prawn culture. The farming of Macrobrachium rosenbergii*. Ed. M.B. New & W.C. Valenti, Osney Mead, Oxford, uk., p. 236-344.
- Matsumoto, M. & Yamanaka, H. 1990. Post-mortem biochemical changes in the muscle of kuruma prawn during storage and evaluation of the freshness. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 56(7):1145-1149.
- Nip, W. K.; Moy, J. H. & Tzang, Y.Y. 1985. Effect of purging on quality changes of ice-chilled freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal Food Technology*. 20:9-15.
- Nip, W.K. & Moy, J.H. 1988. Microstructural changes of ice-chilled and cooked freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of Food Scienci*. 53(2):319-322.
- Noomhorm, A. & Vongsawasdi, P. 1998. Effect of preservation methods on qualities of giant freshwater prawns, (*Macrobrachium rosenbergii*). *Journal Food Quality*. 21:145-154.

- Ogawa, O. & Diniz, F.M. 1999. Conservação de produtos pesqueiros. In: Manual de pesca, ciência e tecnologia do pescado. Ed. M.I Ogawa & E.L. Maia. p. 159-171.
- Ostrensky, A.; Borghetti, J.R. & Pedini, M. 2000. Situação Atual da Aquicultura Brasileira e Mundial. In: Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável. Ed. W.C. VALENTI. Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, p. 354-381.
- Papadopoulos, L.S.; Smith, S.B.; Wheeler, T.L. & Finne, G. 1989. Muscle Ultrastructural changes in freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii* during iced storage. Journal of Food Scienci. 54(5):1125-128.
- Srinivasan, S.; Xiong, Y.L. & Blanchard, S.P. 1997. Effects of freezing and thawing methods storage time on thermal properties of freshwater prawns, (*Macrobrachium rosenbergii*). Journal Scienci and Food Agricultural. 75: 37-44.
- Valenti, W.C. 1990. Criação de camarões de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 27 / Reunião da Sociedade Latino-Americana de Produção Animal, Campinas, Anais... p. 757-785.
- Valenti, W.C. 1998. Carcinicultura de água doce no Brasil: mitos, realidade e perspectivas. In: X Simpósio Brasileiro de Aqüicultura, Recife, Pernambuco, 1998. Anais... P. 199-206.
- Valenti, W.C. 2002. Situação atual, perspectivas e novas tecnologias para produção de camarões de água doce. In: XII Simpósio Brasileiro de Aqüicultura, Goiânia, Goiás, 2002. Anais... P. 99-106.
- Valle, R.P. & Proença, C.E. 2000. Evolução e perspectivas da aquicultura no Brasil. In: Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável. Ed. W.C. Valenti. Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, p. 384-398.

Avaliação da vida útil do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii*, armazenado com e sem contato com gelo

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a vida útil do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* armazenado descabeçado em gelo durante 14 dias, comparando duas condições de armazenamento: CCG - camarões armazenados em contato direto com o gelo e SCG - sem contato com gelo (camarões em sacos plásticos mantidos em gelo). A vida útil foi monitorada por meio de análises químicas como nitrogênio não protéico (NNP), bases nitrogenadas voláteis (BNV), TBA, determinação do pH, e também por análises microbiológicas e sensoriais. Foram realizadas amostragens em intervalos de tempo aos 0, 2, 4, 7, 10 e 14 dias de estocagem. Os teores iniciais de BNV de 18,75 mg de N/100g de amostra atingiram 21,73 mg N/100g no tratamento SCG e 5,47 mg de N/100g no tratamento CCG após 14 dias de estocagem. Os teores de NNP para o tratamento SCG aumentaram de 436,99 mg de N/100g no dia zero para 542,30 mg de N/100g no final do armazenamento. No tratamento CCG, os teores de NNP diminuíram até o final do experimento (436,99 a 158,24 mg de N/100g). Os valores de TBA aumentaram no tratamento SCG ao longo da estocagem (0,08 a 1,83 mg de malonaldeído/kg) e mantiveram-se constantes no tratamento CCG (0,08 mg de malonaldeído/kg para 0,18 mg de malonaldeído/kg). Os dois tratamentos tiveram o mesmo comportamento quanto ao pH, mantendo-se constantes durante toda a estocagem. As contagens de coliformes fecais e totais mantiveram-se dentro dos níveis de aceitação em ambos os tratamentos. A contagem inicial de psicotróficos foi de log 2,32 UFC/g para os dois experimentos, verificando-se,

posteriormente um aumento de cerca de duas casas logarítmicas para o tratamento SCG e três unidades logarítmicas por grama de tecido para o tratamento CCG. Na análise sensorial os provadores não constataram alterações de sabor até o 10^o dia de estocagem, nos camarões do tratamento SCG, detectando porém queda ($P < 0,05$) no 14^o dia de estocagem. No tratamento CCG os valores atribuídos ao sabor foram diminuindo ($P < 0,05$) durante a estocagem atingindo valores médios de 4 numa escala que variava de 1 a 9. O atributo odor manteve-se estável até o 10^o dia de estocagem, diminuindo no 14^o dia em ambos os tratamentos. Durante o armazenamento também ocorreu enfraquecimento da textura avaliada por meio do tato e oralmente. Os resultados obtidos neste estudo permitem concluir que as caudas dos camarões estocadas sem contato com o gelo se mantêm aceitáveis para o consumo por até 10 dias, e as estocadas com contato com o gelo, por 7 dias.

Palavras chaves: “mushiness”, deterioração, estocagem em gelo, vida útil, *Macrobrachium rosenbergii*.

ABSTRACT

ASSESSMENT OF SHELF-LIFE OF FRESHWATER PRAWN *Macrobrachium rosenbergii* STORED WITH AND WITHOUT ICE CONTACT

The objective of the present work was to evaluate the shelf-life of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* deheaded, shelled and stored in ice during 14 days. Two storage conditions were compared: DIC – prawn storage with direct ice contact and WIC – prawns without ice contact (specimens packed in polyethylene bags). The shelf-life was evaluated by chemical analysis, namely: non-protein nitrogen (NPN), total volatile base nitrogen (TVB-N), rancidity (TBA), pH; and also by microbiological and sensorial analysis. Samples were collected at 0, 2, 4, 7, 10, and 14 days of storage. TVB-N initial contents (18.75 mg N/100g sample) reached 21.73 mg N/100g in WIC treatment and 5.47 mg N/100g in DIC treatment after 14 days of storage. NNP contents in WIC treatment increased from 436.99 mg N/100g

at day zero to 542.30 mg N/100g in the end of storage. In DIC treatment, NNP contents decreased until the last day of this study (from 436.99 to 158.24 mg N/100g). TBA values increased in WIC treatment along of storage (from 0.08 to 1.83 mg of malonaldehyde/kg) and remained approximately constant in DIC treatment (from 0.08 mg to 0.18 of malonaldehyde/kg). Also for both treatments the pH was observed to remain constant during the whole storage time. Total and faecal coliforms countings were within the acceptable levels in both treatments. The initial psychrotrophic counting scored log 2.32 CFU/g for both experiments; at the end of the storage we observed an increase of about two logarithmic units/g for WIC treatment and of three logarithmic units/g for DIC treatment. Regarding the sensorial analysis, the assessors observed no changes in flavour until the 10th storage day for prawns in WIC treatment. At the 14th day, a decrease in quality ($P < 0.05$) was detected. In DIC treatment, however, flavour scores continuously decreased ($P < 0.05$) during the storage, reaching an average value of 4 in a scale from 1 to 9. The odour scores remained stable until the 10th storage day, and then decreased at the 14th day in both treatments. The prawn texture, assessed by a tactile and oral analysis, showed a small degradation during the storage. These results allows us to conclude that the tails of the prawns stored without ice contact remained acceptable for consumption until 10 storage days, and the prawns stored with direct ice contact have a shelf-life of 7 days.

Keywords: "mushiness", degradation, storage on ice, shelf-life, *Macrobrachium rosenbergii*.

1. INTRODUÇÃO

A produção do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii*, aumentou consideravelmente entre 1989 e 1998, tendo alcançado mais de 650% de crescimento neste período (New, 2000). No Brasil, ao contrário do que ocorreu em outras partes do mundo, a

produção praticamente estabilizou-se com ligeira tendência ao declínio. O Brasil apresenta amplo domínio da tecnologia de produção de camarão de água doce (Valenti, 1998). No entanto, há carência de informações sobre a conservação pós-captura dos camarões cultivados, bem como de formas de processamento (congelamento, salga e outros) que garantam a oferta de um produto de qualidade aos consumidores. Este fato se constitui em grande gargalo para a conquista dos mercados consumidores e consequente desenvolvimento da atividade.

As mudanças bioquímicas e microbiológicas que ocorrem nos tecidos dos pescados após a captura, e que determinam sua perda de qualidade dependem principalmente dos fatores que afetam a concentração dos substratos e metabólitos nos tecidos dos animais vivos, atividades das enzimas endógenas, contaminação microbiológica e contaminações na captura (Sikorski et al., 1994; Fatima & Qadri, 1985). A avaliação da qualidade e vida útil de pescados e derivados, baseiam-se principalmente em testes químicos e microbiológicos e análise sensoriais (Leitão & Rios, 2000).

Alguns estudos relacionados à conservação pós-captura do *M. rosenbergii* foram realizados em outros países (Angel et al., 1985, Lindner et al. 1988, Nip & Moy, 1988, Lindner et al., 1989), mas os resultados apresentam discrepâncias e não são conclusivos. Além disto, é importante destacar que, segundo Madrid (1998), os dados obtidos em um determinado país, poderão não se aplicar necessariamente a outros considerando que diferentes métodos de cultivo aliados ao manejo pós-colheita inadequado podem induzir ao estresse, alterando a qualidade da carne.

O maior problema que esta espécie apresenta é o desenvolvimento do “mushiness” no músculo da cauda após o cozimento, principalmente na porção anterior, logo após o cefalotórax (Nip et al., 1985). O “mushiness” é um fenômeno no qual ocorre uma pronunciada diminuição da integridade muscular, caracterizada por perda de qualidade da textura (Papadopoulos et al. 1989), devido a uma provável atividade coleagenolítica difundida a partir da desintegração do hepatopâncreas (Lindner et al., 1989).

Alguns autores (Angel et al., 1985; Angel et al., 1986; Lindner et al., 1988) reportaram vida útil de 8 dias para *M. rosenbergii* armazenados inteiros em gelo, embora Nip et al. (1985) e Nip & Moy (1988) tenham recomendado um armazenamento em gelo por 3 dias.

Desta forma, são necessários estudos que forneçam subsídios sobre a melhor forma de conservar a qualidade dos camarões de água doce após a despesca. Estes serão de grande importância para o setor produtivo e conseqüentemente permitirão aumentar a receita desta atividade em desenvolvimento.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a vida útil do camarão de água doce, *Macrobrachium rosenbergii*, estocado limpo, sem o cefalotórax e sem a carapaça sob duas condições de armazenamento, com contato com gelo (CCG) e sem contato com gelo (SCG) por meio de análises químicas, microbiológicas e sensoriais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 846 camarões de água doce *Macrobrachium rosenbergii*, com peso médio de 35 g (± 11 g), cultivados no sistema de cultivo semi-intensivo provenientes dos viveiros de cultivo do setor de Carcinicultura do Centro de Aquicultura da UNESP, de Jaboticabal (São Paulo, Brasil). Os camarões foram retirados dos viveiros e lavados imediatamente com água limpa e clorada (5 ppm). Em seguida os camarões foram abatidos por choque térmico sendo imersos em um recipiente contendo uma mistura de água e gelo (0,6:1) durante 10 minutos. Os camarões foram então limpos com a retirada do cefalotórax e do exoesqueleto do abdômen para a extração completa do hepatopâncreas e a cauda limpa foi então lavada em água deionizada.

Após este procedimento inicial, as caudas limpas foram distribuídas aleatoriamente em dois tratamentos: Com Contato com Gelo (CCG) e Sem Contato com Gelo (SCG). No primeiro, as caudas limpas foram armazenadas em contato direto com gelo triturado, em

caixas com isolamento térmico, durante 14 dias, com drenagem da água de fusão e reposição do gelo diariamente; no tratamento SCG - as caudas limpas foram embaladas em sacos de polietileno de 0,006 mm de espessura (150 g camarões/saco) e estes, envolvidos por gelo triturado, em caixas com isolamento térmico, durante 14 dias, com drenagem da água de fusão e reposição do gelo diariamente. O gelo utilizado neste experimento foi obtido de água filtrada e clorada. Cinco amostragens (± 150 g) foram feitas: no início do armazenamento (tempo 0) e a intervalos de 2, 4, 7, 10 e 14 dias de armazenamento, para cada tratamento citado.

Determinou-se o pH muscular por meio de um peagômetro digital, homogeneizando-se 10g de músculo com 40ml de água destilada. Análises de Bases Nitrogenadas Voláteis (BNV) foram realizadas de acordo com Howgate (1976), de Nitrogênio Não Protéico (NNP) segundo Horwitz (1980) e a oxidação lipídica foi avaliada pela formação de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA) determinada pelo método de Vyncke (1970). Teores de umidade, cinzas, extrato etéreo e proteína bruta foram determinados de acordo com AOAC (1984).

As alterações microbiológicas foram avaliadas por meio das análises de contagem total em placas de psicotróficos pela técnica do pour plate (APHA, 1992); contagem de coliformes fecais e totais pela técnica do Número Mais Provável (NMP) (APHA, 1992).

Para a avaliação sensorial de sabor, odor, textura tátil e textura oral, amostras de cada tratamento foram retiradas e cozidas em água fervente por 4 minutos com 1% de sal e avaliados por um grupo de seis provadores treinados. Para os atributos de sabor e odor os valores foram expressos de acordo com uma escala ABC (Thompson & Karmas, 1963, citado por Nip & Moy, 1981). Os dados foram transformados para uma escala de pontos correspondentes como sendo 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, 1985), as mudanças foram determinadas colocando-se o primeiro segmento da cauda do camarão cozido entre os dedos e “sentindo” o seu “grau de firmeza”. Para avaliação sensorial de textura oral a textura do primeiro segmento foi avaliada colocando-se

o segmento na boca e “sentindo” o seu “grau de firmeza”. Cada provador examinou um camarão de cada tratamento e um padrão (recém abatido) 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 para A, B, C e D.

Para analisar estatisticamente os dados das determinações físicas, químicas e microbiológicas aplicou-se o esquema de parcelas subdivididas, com duas condições de armazenamento em gelo (CCG) e (SCG) nas parcelas, e 6 períodos nas sub-parcelas em um delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Para as análises sensoriais utilizou-se o método não paramétrico por meio da prova de Kruskal-Wallis (Siegel, 1979).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No tratamento SCG os teores de umidade permaneceram praticamente constantes durante o período de estocagem (aumento de apenas 0,5%) enquanto no tratamento CCG ocorreu aumento ($P < 0,05$) de 78,25% (tempo zero) para 84,02% (14^o dia de estocagem), aproximadamente 6% (Tabela 1). Basavakumar et al. (1998) também observaram aumento de umidade (4%) no *Penaeus monodon*, que foi atribuído a uma provável absorção muscular de água. Aumento semelhante (3,9%) foi encontrado por Joseph et al. (1998) em *Penaeus indicus* conservados em gelo, após 18 dias.

Tabela 1: Valores médios (\pm DP) de Umidade, Proteína Bruta, Extrato Etéreo e Cinzas determinados em músculo de camarões armazenados com contato com gelo (CCG) e sem contato com gelo (SCG).

Nutrientes	Tratamentos	TEMPO DE ESTOCAGEM (Dias)					
		0	2	4	7	10	14
Umidade (%)	SCG ¹	78,25 \pm 0,27 ^{Aa}	78,13 \pm 0,61 ^{Aa}	77,93 \pm 0,59 ^{Aa}	77,67 \pm 0,46 ^{Aa}	78,22 \pm 0,66 ^{Aa}	77,74 \pm 0,45 ^{Aa}
	CCG ²	78,25 \pm 0,27 ^{Aa}	78,13 \pm ,070 ^{Aa}	77,93 \pm 0,59 ^{Aa}	77,67 \pm 0,48 ^{Aa}	78,22 \pm 0,47 ^{Aa}	77,74 \pm 0,58 ^{Aa}
Proteína Bruta (%)	SCG	18,59 \pm 0,15 ^{Aa}	18,85 \pm 0,55 ^{Aa}	18,82 \pm 0,39 ^{Aa}	18,92 \pm 0,12 ^{Aa}	18,54 \pm 0,56 ^{Aa}	19,04 \pm 0,40 ^{Aa}
	CCG	18,59 \pm 0,15 ^{Aa}	16,55 \pm 0,52 ^{Bb}	16,01 \pm 0,23 ^{Bb}	14,86 \pm 0,41 ^{Cb}	14,21 \pm 0,42 ^{Cb}	14,56 \pm 0,44 ^{Cb}
Extrato Etéreo (%)	SCG	0,29 \pm 0,07 ^{Aa}	0,29 \pm 0,06 ^{Aa}	0,30 \pm 0,14 ^{Aa}	0,29 \pm 0,06 ^{Aa}	0,31 \pm 0,06 ^{Aa}	0,32 \pm 0,02 ^{Aa}
	CCG	0,29 \pm 0,07 ^{Aa}	0,36 \pm 0,05 ^{Aa}	0,25 \pm 0,07 ^{Aa}	0,35 \pm 0,08 ^{Aa}	0,36 \pm 0,03 ^{Aa}	0,33 \pm 0,02 ^{Aa}
Cinzas (%)	SCG	1,35 \pm 0,05 ^{Aa}	1,27 \pm 0,08 ^{Aa}	1,28 \pm 0,03 ^{Aa}	1,29 \pm 0,03 ^{Aa}	1,04 \pm 0,13 ^{Aa}	1,41 \pm 0,10 ^{Aa}
	CCG	1,35 \pm 0,05 ^{Aa}	1,28 \pm 0,10 ^{Aa}	1,34 \pm 0,04 ^{Aa}	1,29 \pm 0,06 ^{Aa}	1,28 \pm 0,02 ^{Aa}	1,27 \pm 0,06 ^{Aa}

¹ Tratamento Sem Contacto com Gelo;

² Tratamento Com Contacto com Gelo;

Médias do mesmo parâmetro nas mesmas colunas, seguidas de letras minúsculas distintas, e médias nas mesmas linhas seguidas por letras maiúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) entre si.

Médias obtidas de cinco amostras e análises realizadas em triplicata.

Angel et al. (1981), reportam menores acréscimos de umidade (1,5%) para o *M. rosenbergii*, mantido a 0°C e sem contato com gelo, da mesma forma que neste estudo. Mathen & Thomas (1988), observaram que camarões (*Metapenaeus monoceros*) armazenados em gelo na forma inteiro, porém sem a carapaça, a absorção de água no estágio inicial (24 horas) de estocagem em gelo não é acompanhada pela diminuição de sólidos. A diminuição do conteúdo de sólidos inicia-se somente após a máxima absorção de água, cerca de 30 horas após o armazenamento em gelo. Porém, no presente estudo o ganho máximo de água pelo *M. rosenbergii* só foi observado no tratamento CCG, após 7 dias de estocagem em gelo, coincidindo com a perda máxima de sólidos, que pode ser representada aqui pelos teores de proteína bruta.

Os teores de proteína bruta mantiveram-se estáveis no tratamento SCG e diminuíram significativamente ($P < 0,05$) até o 7^o dia de estocagem, permanecendo constantes até o final do experimento, no tratamento CCG (Tabela 1). Bauer & Eitenmiller (1976) sugerem que a proteína e o nitrogênio não protéico dos fluidos intersticiais podem ser perdidos através do rompimento celular durante a estocagem. Segundo Basavakumar et al. (1998), a diminuição da proteína muscular observada em *Penaeus monodon*, após 7 dias de estocagem em gelo, pode ser devida a lixiviação dos componentes solúveis em água e ao efeito de diluição causado pela absorção de água. Os teores de cinzas e extrato etéreo permaneceram constantes até o final do período de armazenamento em ambos os tratamentos (Tabela 1).

Segundo Sikorski et al. (1994), para se determinar o frescor de pescados utiliza-se frequentemente índices químicos indiretamente relacionados com atividade microbiana, como BNV, TMA (trimetilamina), ácidos voláteis e NNP, embora nenhum destes índices seja suficiente por si só, para qualificar o alimento como fresco. A determinação do NNP é realizada principalmente por ser a primeira fração a ser utilizada pelos microorganismos (Contreras-Guzmán, 1994).

Os músculos dos camarões do tratamento SCG apresentaram aumento dos teores de NNP ao longo do período de armazenamento, ao contrário do tratamento CCG no qual ocorreu uma marcante diminuição ($P < 0,05$) dos teores de NNP ao decorrer do

armazenamento (Tabela 2). A diminuição do conteúdo do NNP no tratamento CCG pode ser atribuída a lixiviação dos compostos solúveis quando o tecido muscular do pescado perde a impermeabilidade natural e começa a absorver a água da fusão do gelo. Joseph et al. (1998) observaram aumentos nos teores de NNP em *Penaeus indicus* armazenados em gelo por 18 dias e atribuíram o aumento à hidrólise das proteínas por enzimas bacterianas.

Contreras-Guzman (1994) relata valores de NNP ao redor de 500mg N/100g músculo de *Macrobrachium rosenbergii* fresco, e associa o envolvimento de parte dos aminoácidos livres, na geração do aroma e sabor dos camarões, sendo estes prejudicados com a lixiviação do NNP durante o armazenamento em gelo. Uma correlação positiva ($r = 0,97$) e significativa ($P < 0,01$) foi observada entre o teor de NNP e a avaliação sensorial de sabor dos camarões no tratamento CCG, ou seja, a pior avaliação do sabor realizada pelos provadores coincidiu com o mínimo teor de NNP. Tal correlação observada no tratamento CCG, confirma o envolvimento de componentes do NNP na geração do aroma e sabor. O tratamento CCG apresentou uma contínua queda nos teores de BNV ($P < 0,05$) ao longo do armazenamento, enquanto no tratamento SCG os teores permaneceram estáveis no início da estocagem com tendência de aumento nos dias subseqüentes (Tabela 2). De acordo com Contreras-Guzmán (1994) o termo genérico de BNV, inclui principalmente a amônia, seguida de bases como a trimetilamina, dimetilamina e provavelmente traços de monometilamina e propilamina.

Tabela 2: Valores médios (\pm DP) de Nitrogênio Não Protéico (NNP), Bases nitrogenadas voláteis (BNV), Ácido tiobarbitúrico (TBA) e pH determinados em músculo de camarões armazenados com contato com gelo (CCG) e sem contato com gelo (SCG).

Parâmetros	Tratamentos	TEMPO DE ESTOCAGEM (Dias)					
		0	2	4	7	10	14
NNP mg N/100g	SCG ¹	436,99 \pm 16,4 ^{Aa}	501,35 \pm 10,9 ^{Ba}	524,05 \pm 16,5 ^{BCa}	524,50 \pm 21,0 ^{BCa}	546,87 \pm 21,2 ^{Ca}	542,30 \pm 7,7 ^{Ca}
	CCG ²	436,99 \pm 16,4 ^{Aa}	410,28 \pm 21,0 ^{Ab}	343,28 \pm 16,4 ^{Bb}	293,63 \pm 27,4 ^{Bb}	209,21 \pm 12,28 ^{Cb}	158,24 \pm 29,4 ^{Db}
BNV mg N/100g	SCG	18,75 \pm 1,15 ^{Aa}	19,70 \pm 2,08 ^{ABa}	18,64 \pm 0,96 ^{Aa}	20,08 \pm 1,43 ^{ABa}	21,33 \pm 0,83 ^{ABa}	21,73 \pm 0,84 ^{Ba}
	CCG	18,75 \pm 1,15 ^{Aa}	15,06 \pm 0,96 ^{Bb}	11,84 \pm 0,63 ^{Cb}	9,22 \pm 0,35 ^{Cb}	7,66 \pm 0,51 ^{Db}	5,47 \pm 1,04 ^{Eb}
TBA MA/kg ³	SCG	0,08 \pm 0,04 ^{Aa}	0,19 \pm 0,14 ^{Aa}	1,25 \pm 0,47 ^{BCa}	1,24 \pm 0,46 ^{BCa}	0,86 \pm 0,32 ^{CAa}	1,83 \pm 0,53 ^{DBa}
	CCG	0,08 \pm 0,04 ^{Aa}	0,04 \pm 0,22 ^{Aa}	0,57 \pm 0,12 ^{Aa}	0,40 \pm 0,13 ^{Ab}	0,35 \pm 0,11 ^{Aa}	0,18 \pm 0,08 ^{Ab}
pH	SCG	6,94 \pm 0,07 ^{Aa}	5,84 \pm 0,09 ^{Ba}	6,70 \pm 0,25 ^{Aa}	6,70 \pm 0,09 ^{Aa}	6,76 \pm ,015 ^{Aa}	6,69 \pm 0,07 ^{Aa}
	CCG	6,94 \pm 0,07 ^{Aa}	5,98 \pm 0,11 ^{Ba}	6,86 \pm 0,08 ^{Aa}	6,84 \pm 0,06 ^{Aa}	6,76 \pm 0,06 ^{Aa}	6,84 \pm 0,07 ^{Aa}

¹ Tratamento Sem Contacto com Gelo;

² Tratamento Com Contacto com Gelo;

³ mg de malonaldeido/kg de músculo.

Médias do mesmo parâmetro nas mesmas colunas, seguidas de letras minúsculas distintas, e médias nas mesmas linhas seguidas por letras maiúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) entre si.

Médias obtidas de cinco amostras e análises realizadas em triplica

A diferença de comportamento entre os dois tratamentos quanto aos teores de BNV neste estudo, pode ser conseqüência da intensa lixiviação das BNV que ocorreu quando os camarões estavam em contato direto com o gelo (CCG). Provavelmente a perda de BNV deve ter sido maior de que sua produção por microorganismos, ou ainda maior que a produção pela degradação enzimática endógena. Leitão et al, (2000) reportaram teores de BNV de 18,65 mg N/100g em *Macrobrachium rosenbergii* frescos, e 26 mg N/100g de tecido após 10 dias de estocagem em sacos plásticos, sem contato direto com o gelo. Entretanto Karthikeyan et al. (1999) observaram uma diminuição nos valores de BNV em *Penaeus indicus* durante 14 dias de estocagem em gelo, com valores iniciais de 13,49 mg de N/100g e finais de 3,73 mg de N/100g.

Os valores encontrados na determinação de BNV estão dentro dos limites de aceitabilidade indicados para pescado em geral, que é de 30mg N/100g músculo (Fátima et al., 1988; Contreras-Guzmán, 1994). Entretanto, os resultados deste experimento sugerem que o teor de BNV não deve ser usado como índice de qualidade para cauda de camarões armazenados em contato direto com gelo devido à intensa lixiviação ocorrida no tratamento CCG. Para o tratamento SCG a determinação de BNV pode ser um bom indicador de deterioração uma vez que os teores foram aumentando significativamente durante a estocagem.

Os valores de TBA presentes no músculo de *M. rosenbergii* durante o armazenamento aumentaram significativamente ($P < 0,05$) no tratamento SCG (Tabela 2). Valores médios de 0,08mg de malonaldeído/kg de músculo fresco aumentaram para 1,83 mg de malonaldeído/kg de músculo no 14^o dia de estocagem, no tratamento SCG, e para o tratamento CCG os valores mantiveram-se constantes nos dois dias iniciais com tendência a aumentar nos dias subsequentes, embora os valores não tenham se diferenciado significativamente ($P > 0,05$). Os valores mais elevados de TBA no tratamento SCG provavelmente ocorreram devido à oxidação dos ácidos graxos polinsaturados musculares, propiciada pela presença de oxigênio no interior da embalagem deste tratamento. No tratamento CCG, as caudas de *M. rosenbergii* estavam totalmente envolvidas pelo gelo

moído, fato que provavelmente diminuiu o contato do oxigênio com os músculos dos camarões, retardando o processo oxidativo dos ácidos graxos polinsaturados. Reddy et al. (1981) encontraram valores mínimos de TBA no músculo de *M. rosenbergii* quando estocados e congelados em embalagens à vácuo (0,59mg de malonaldeído/kg) no primeiro mês de congelamento. Variações dos valores de TBA durante o período de estocagem também foi observada pelos autores Reddy et al., (1981), aumentando nos primeiros 4 meses e decaindo gradualmente nos meses subsequentes.

Segundo Srinivasan et al. (1998), a remoção da casca do camarão além de danificar o tecido superficial, retira uma importante barreira para o oxigênio contribuindo para a rápida formação de malonaldeído. O teste do TBA é baseado na produção de malonaldeído como um dos resultados da dissociação dos hidroperóxidos formados durante a oxidação dos ácidos graxos polinsaturados. O malonaldeído é um composto ativo que pode reagir com várias substâncias, incluindo aminoácidos livres (Angel et al, 1981). Com o acúmulo de aminoácidos livres durante a estocagem em gelo, é provável que o malonaldeído seja lixiviado junto com os aminoácidos (Kanner & Karel, 1976), resultando em valores mais baixos de TBA.

Não ocorreram diferenças significativas ($P > 0,05$) quanto aos valores de pH muscular do *M. rosenbergii* entre dois tratamentos durante a estocagem em gelo (Tabela 2). Observou-se uma queda nos valores de pH entre a amostragem inicial e a do 2º dia de armazenamento, e posterior aumento até o 4º dia, tornando-se constante até o final da estocagem, para os dois tratamentos. Qualquer aumento significativo no pH muscular é uma indicação indireta da degradação protéica devido à produção de substâncias alcalinas como a amônia e outras aminas. Nip et al. (1985), observaram aumento significativo nos valores de pH muscular de *M. rosenbergii* armazenado inteiro em gelo, variando de 6,87 à 7,30 respectivamente para o primeiro e 7º dia de estocagem.

Os valores praticamente constantes de pH observados no presente estudo, não eram esperados, uma vez que ocorreram aumentos gradativos de teores de NNP e BNV, no músculo dos camarões do tratamento SCG, o que provavelmente deveria ter elevado os

valores de pH. Hale & Water (1981) também não observaram alterações nos valores de pH do *M. rosenbergii* armazenados congelados por 9 meses, embora os valores de BNV tenham se mantidos constantes até o 6^o mês de estocagem e aumentado significativamente nos três meses subsequentes.

As contagens de coliformes totais e fecais tiveram o mesmo comportamento nos dois tratamentos mantendo-se abaixo dos níveis recomendados pela legislação brasileira (Oetterer, 2002) ao longo da estocagem (Tabela 3). A contagem total em placas de bactérias psicotróficas manteve-se constante até o fim do armazenamento para o tratamento SCG e até o 7^o dia de armazenamento para o tratamento CCG, sendo observado um aumento significativo ($P < 0,05$) até o final do armazenamento (Tabela 3). Este comportamento 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 (Leitão & Rios, 2000). Em ambos os tratamentos os valores mantiveram-se dentro dos limites permitidos de aceitação para pescado marinho fresco de log 7,0 UFC/g (ICMSF, 1986) (Tabela 3). Os valores iniciais encontrados estão abaixo dos reportados por Angel et al. (1981) e Leitão & Rios (2000), que obtiveram valores de log 6,1 e 5,2 UFC/g respectivamente, em *Macrobrachium rosenbergii* recém abatidos.

Os provadores não observaram alterações de sabor até o 10^o dia de estocagem, nos camarões do tratamento SCG, tendo uma leve queda ($P < 0,05$) no 14^o dia de estocagem (Figura 1). No tratamento CCG os valores atribuídos ao sabor foram diminuindo ($P < 0,05$) durante a estocagem atingindo valores médios de 4,0, numa escala de 0,0 à 9,0. O atributo odor manteve-se estável até o 10^o dia de estocagem, diminuindo no 14^o dia em ambos os tratamentos (Figura 1). Os resultados da análise sensorial de sabor e odor sugerem que os camarões permaneceram aceitáveis até o 10^o dia para o tratamento SCG e até o 7^o dia para o tratamento CCG.

Tabela 3: Valores médios (\pm DP) de contagem de coliformes fecais, coliformes totais e contagem total em placas de psicotróficos em músculo de camarões armazenados com contato com gelo (CCG) e sem contato com gelo (SCG).

Microrganismos	Tratamentos	TEMPO DE ESTOCAGEM (Dias)					
		0	2	4	7	10	14
Coliformes Fecais	SCG ¹	0,00 ^{Aa}	0,00 ^{Aa}	0,67 \pm 0,58 ^{Aa}	0,52 \pm 0,48 ^{Aa}	0,00 ^{Aa}	0,00 ^{Aa}
log NMP/g ³	CCG ²	0,00 ^{Aa}	0,00 ^{Aa}	0,32 \pm 0,32 ^{Aa}	0,56 \pm 0,49 ^{Aa}	0,16 \pm 0,28 ^{Aa}	0,00 ^{Aa}
Coliformes Totais	SCG	0,00 ^{Aa}	0,89 \pm 0,36 ^{Ba}	0,98 \pm 0,33 ^{Ba}	0,59 \pm 0,59 ^{ABa}	0,00 ^{Aa}	0,00 ^{Aa}
log NMP/g ³	CCG	0,00 ^{Aa}	0,56 \pm 0,07 ^{Ba}	1,56 \pm 0,07 ^{Cb}	0,60 \pm 0,04 ^{Ba}	0,00 ^{Aa}	0,00 ^{Aa}
Psicotróficos	SCG	2,32 \pm 0,86 ^{Aa}	2,58 \pm 0,70 ^{Aa}	2,13 \pm 1,07 ^{Aa}	1,77 \pm 0,68 ^{Aa}	2,55 \pm 0,22 ^{Aa}	3,92 \pm 0,70 ^{Aa}
Log UFC/g ⁴	CCG	2,32 \pm 0,86 ^{Aa}	2,08 \pm 0,21 ^{Aa}	2,96 \pm 0,52 ^{ABa}	2,39 \pm 0,28 ^{Aa}	4,24 \pm 0,90 ^{BCb}	5,57 \pm 0,48 ^{Cb}

¹ Tratamento Sem Contacto com Gelo;

² Tratamento Com Contacto com Gelo;

³ Log de Número Mais Provável por grama de músculo;

⁴ Log de Unidades Formadoras de Colônia por grama de músculo;

Médias do mesmo parâmetro nas mesmas colunas, seguidas de letras minúsculas distintas, e médias nas mesmas linhas seguidas por letras maiúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) entre si.

Médias obtidas de três amostras e análises realizadas em triplica

Fatima et al. (1988) observaram que a qualidade máxima em *Penaeus merguensis* descabeçados, foi mantida durante 8 dias de estocagem em gelo. Estudos realizados com camarões marinhos (*P. monodon*) conservados em gelo, reportaram que a vida de prateleira, baseada em testes sensoriais de aceitação variou de 9 a 12 dias respectivamente, para camarões crus e cozidos (Basavakumar et al., 1998). Em camarões de água doce (*Kuruma*) o início da decomposição foi relatado com 4, 9 e 14 dias respectivamente para músculos de camarões armazenados á 5,0; 0,0 e -1,0°C (Matsumoto & Yamanaka, 1990).

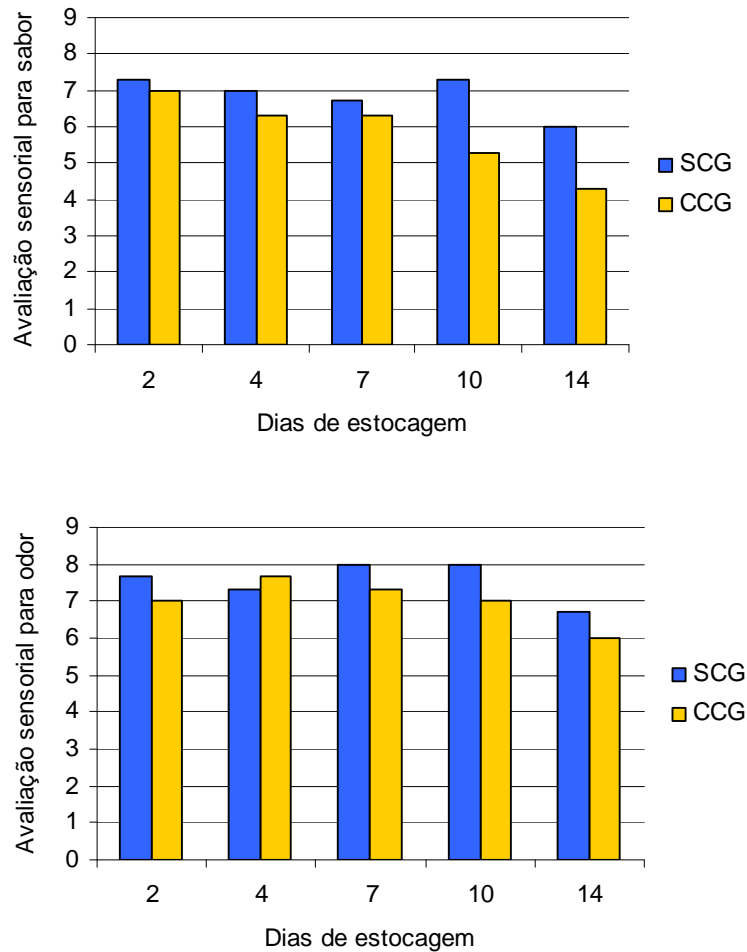


Figura 1: Avaliação sensorial para sabor e odor, em *Macrobrachium rosenbergi*

armazenados com contato com gelo (CCG) e sem contato com gelo (SCG).

O aumento das notas atribuídas ao atributo textura tanto tátil como oral, representa piora na qualidade da textura, sendo representada por 1,5 quando os provadores percebiam muito “mushiness” na amostra (Figura 2). Houve um aumento constante nos valores atribuídos à textura tátil durante a estocagem sendo significativo ($P < 0,05$) somente após o 10º dia de estocagem nos dois tratamentos, evidenciando o aumento do “mushiness” após este período. O mesmo comportamento foi observado pelos provadores na avaliação sensorial da textura oral, entretanto o aumento não foi significativo ($P > 0,05$). Resultado semelhante foi observado por Angel et al. (1985), que constataram um aumento progressivo nas notas atribuídas pelos provadores na análise sensorial de textura tátil, do primeiro até o oitavo dia de estocagem em gelo de *Macrobrachium rosenbergii*.

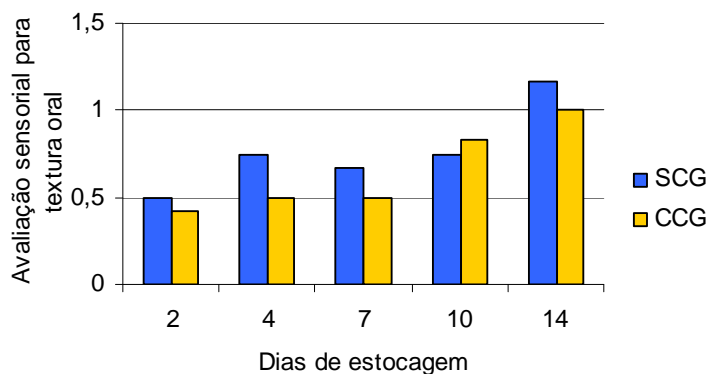
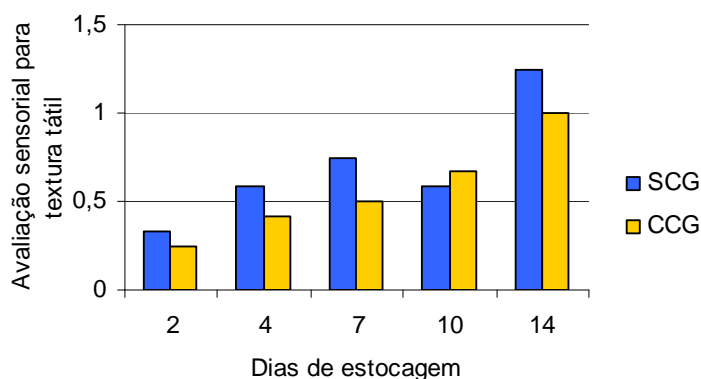


Figura 2: Avaliação sensorial para textura tátil e textura oral, em *Macrobrachium rosenbergii* armazenado com contato com gelo (CCG) e sem contato com gelo (SCG).

Neste estudo, os provadores perceberam pela textura tátil o início da degradação da textura (“mushiness”) no *M rosenbergii* a partir do 4º dia de estocagem em gelo nos dois tratamentos, ao passo que esta textura “mushi” foi sentida no momento da mastigação, já a partir do 2º dia de estocagem.

4. CONCLUSÕES

Os resultados observados neste estudo sugerem que os camarões armazenados sem cefalotórax e exoesqueleto e sem contato com o gelo se mantêm aceitáveis para o consumo por um período de até 10 dias, e os camarões armazenados com contato com o gelo, por 7 dias. Devido à intensa lixiviação observada no tratamento CCG sugere-se que os índices de bases nitrogenadas voláteis e nitrogênio não protéico não devam ser utilizados como indicadores de frescor em camarões *Macrobrachium rosenbergii* armazenados sem cefalotórax e sem exoesqueleto diretamente em gelo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angel, S.; Basker, D.; Kanner, J. & Juven, B.J. 1981. Assessment of shelf life of freshwater prawns stored at 0° C. *Journal of Food Technology*. 16:357-366.
- Angel, S.; Weinberg, Z.G.; Juven, B.J. & Lindner, P. 1985. Quality changes in the fresh water prawns, *Macrobrachium rosenbergii* during storage on ice. *Journal of Food Technology*. 20:553-560.

- Angel, S.; Juven, B.J.; Weinberg, Z.G.; Lindner, P. & Eisenberg, E. 1986. Effects of radurization and refrigerated storage on quality and shelf-life of freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. Journal of Food Protection. 49(2):142-145.
- AOAC. 1984. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 14th ed. Washington.
- APHA. 1992. American Public Health Association. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Ed. 3, Washington.
- Basavakumar, K.V.; Bhaskar, N.; Ramesh, A.M. & Reddy, G.V.S. 1998. Quality changes in cultured tiger shrimp (*Penaeus monodon*) during ice storage. Journal of Food Science and Technology. 35(4):305-309.
- Bauer, B.A. & Eitenmiller, R.R. 1976. A study of some kinetic properties of partially purified *Penaeus setiferus* arylamidase. Journal of Food Science. 39:10-14.
- Contreras-Guzmán, E. S. 1994. Bioquímica de pescados e derivados. Ed. FUNEP, Jaboticabal, São Paulo. 409p.
- Fatima, R. & Qadri, R.B. 1985. Quality changes in lobster (*Panulirus polyphagus*) muscle during storage in ice. Journal Agricultural Food Chemistry. 33(1):117-122.
- Fatima, R., Khan, M.A. & Qadri, R.B. 1988. Shelf life of shrimp *Penaeus merguensis* stored in ice (0°C) and partially frozen (-3°C). Journal of Science Food and Agricultural. 42:235-247.
- Hale, M. B. & Waters, M. E. 1981. Frozen storage stability of whole and headless freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. Marine Fishery Review., 43(12):18-21.
- Horwitz, W. 1980. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. A.O.A.C. 13th ed., Washington DC.
- Howgate, P. 1976. Determination of total volatile bases. Torry Research Station. Aberdeen, TD 564, Appendix 4.
- International Commission on Microbiological Specification for Foods – ICMSF. 1986. Microorganisms in foods. 2-Sampling for microbiological analysis: principles and specific applications. University of Toronto Press, Toronto. 193p.

- Jose Joseph; P.A. Perigreen & Gopalakrishna Iyer, T.S. 1998. Storage characteristics of cultured *Penaeus indicus* in ice and at ambient temperature. *Fishery Technology*. 35(2):84-89.
- Kanner, J. & Karel, M. 1976. Changes in lysozyme due to reactions with peroxidizing methyl linoleate in a dehydrated model system. *Journal Agricultural Food chemistry*. 24(3):468-472.
- Karthikeyan, M.; Jawahar Abraham, T.; Shanmugam, S.A.; Indra Jasmine, G. & Jeyachandran, P. 1999. Effect of washing and chlorine disinfection on the quality and shelf life of iced cultured shrimp. *Journal of Food Science and Technology*. 36(2):173-176.
- Leitão, M.F.F. & Rios, D.P. 2000. Microbiological and chemical changes in freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) stored under refrigeration. *Brazilian Journal of Microbiology*. 31:178-183.
- Lindner, P.; Angel, S.; Weinberg, Z.G. & Granit, R. 1988. Factors inducing mushiness in stored prawns. *Food Chemistry*. 29:119-132.
- Lindner, P.; Angel, S.; Weinberg, Z.G. & Granit, R. 1989. Study of the proteolytic activity of the hepatopancreas of the freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*, and its role in inducing mushiness in muscle tissue during post-mortem storage. *Food Chemistry*. 32:19-29.
- Madrid, R.M.M. 1998. Características intrínsecas e tratamento pós- colheita. In: W. C. Valenti (Editors), *Carcinicultura de água doce: Tecnologia para produção de camarões*, Brasília. p. 279-307.
- Matsumoto, M. & Yamanaka, H. 1990. Post-mortem biochemical changes in the muscle of kuruma prawn during storage and evaluation of the freshness. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 56(7):1145-1149.
- Mathen, C. & Thomas F. 1988. Solid loss and weight gain in prawns during storage in ice. *Fishery Technology*. 25:111.
- New, M.B. 2000. History and global status of freshwater prawn farming. In: M. B. NEW & W. C. VALENTI (Editors), *Freshwater prawn culture. The farming of *Macrobrachium rosenbergii**, Osney Mead, Oxford, uk., p. 1-11.

- Nip, W.K. & Moy, J.H. 1981. Effect of thawing and subsequent chilling on the quality of prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. Journal of Food Processing and Preservation. 5:207-213.
- Nip, W. K.; Moy, J. H. & Tzang, Y.Y. 1985. Effect of purging on quality changes of ice-chilled freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. Journal Food Technology. 20:9-15.
- Nip, W.K. & Moy, J.H. 1988. Microstructural changes of ice-chilled and cooked freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. Journal of Food Science. 53(2):319-322.
- Oetterer, M. 2002. Industrialização do pescado cultivado. Livraria e editora Agropecuária. Guaíba-RS, Brasil. 200p.
- Papadopoulos, L.S.; Smith, S.B.; Wheeler, T.L. & Finne, G. 1989. Muscle Ultrastructural changes in freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii* during iced storage. Journal of Food Science. 54(5):1125-128.
- Reddy, S.K.; Nip, W.K. & Tang, C.S. 1981. Changes in fatty acids and sensory quality of fresh water prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) stored under freezer conditions. Journal of Food Science. 46:353-356.
- Sikorski, E.Z; Kolakowska, J. & Burt, J.R. 1994 Cambios bioquímicos y microbianos subsiguientes a la captura. In: Zdzislaw E. Sikorski (Editor), Tecnologia de los productos del mar: recursos, composicion nutritiva y conservacion. Editorial Acribia,S.A. Zaragoza, España. Cap:4 p.75-101.
- Siegel, S. 1979. Estatística não-paramétrica (para as ciências do comportamento). Editora McGRAW-HILL do Brasil. LTDA. 350p.
- Srinivasan, S.; Xiong, Y.L.; Blanchard, S.P. & Tidwell, J.H. 1998. Effects of freezing and thawing methods and storage time on physicochemical properties of freshwater prawns, (*Macrobrachium rosenbergii*). Journal of Aquatic Food Product Technology. 7(2):47-69.
- Valenti, W.C. 1998. Carcinicultura de água doce no Brasil: mitos, realidade e perspectivas. In: X Simpósio Brasileiro de Aqüicultura, Recife, Pernambuco, 1998. Anais.. P. 199-206.

Vyncke, W. 1970. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. *Fette-Seifen Anstrichmittel*, Hamburgo, 72(12):1084-1087.

Alterações na qualidade do camarão de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*) durante estocagem em gelo

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a vida útil do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* armazenado inteiro em gelo durante 10 dias. Foram comparadas duas condições de armazenamento: CCG - camarões armazenados em contato direto com o gelo e SCG - sem contato com gelo (camarões em sacos plásticos mantidos em gelo). Para o monitoramento da vida útil do camarão, foram realizadas análises para determinação do nitrogênio não protéico (NNP), bases nitrogenadas voláteis (BNV), oxidação lipídica (TBA), determinação do pH, assim como análises microbiológicas, sensoriais e de textura, em intervalos de tempo de 0, 2, 4, 7 e 10 dias de estocagem. Nos dois tratamentos, os teores de NNP aumentaram até o 10^o dia, variando de 502,45 mg de N/100g a 629,94 mg de N/100g para o tratamento SCG e para 620,0 mg de N/100g no tratamento CCG. Os teores iniciais de BNV aumentaram de 10,83 mg de N/100g de amostra para 27,1 mg N/100g no tratamento SCG e 23,4 mg de N/100g no tratamento CCG após 10 dias de estocagem, sendo que no tratamento CCG os teores se mantiveram constantes a partir do 4^o dia. Os valores de TBA aumentaram em ambos os tratamentos nos dois primeiros dias de estocagem permanecendo constantes até o final no tratamento SCG e aumentando após o 7^o dia de estocagem no tratamento CCG. Os dois tratamentos tiveram o mesmo comportamento quanto ao pH, o qual aumentou significativamente alcançando valores acima de 7,0 a partir do 4^o dia de armazenamento em gelo. Não foi observada a presença de coliformes fecais nos músculos de camarões durante o armazenamento. Os níveis de coliformes totais encontrados no período de estocagem não ultrapassaram os limites permitidos para consumo. Embora tenha ocorrido aumento no número de bactérias

psicrotróficas, os níveis também mantiveram-se abaixo dos limites permitidos para consumo. Na análise sensorial dos camarões os provadores observaram perda dos atributos de sabor e odor para os dois tratamentos durante o armazenamento. As análises sensoriais de textura tátil e oral demonstraram uma diminuição rápida na textura para ambos os tratamentos nos primeiros dias de estocagem, o mesmo ocorrendo com a força de compressão medida instrumentalmente. Constatou-se portanto, um rápido surgimento do “mushiness” em camarões inteiros armazenados em gelo. Concluiu-se que o *Macrobrachium rosenbergii* mantido inteiro, pode ser considerado de primeira qualidade até o 2º ou 3º dia de armazenamento em gelo, mas podendo ainda estar apto ao consumo até o 7º dia, seja em contato direto com gelo ou embalado em sacos de polietileno.

Palavras chaves: “mushiness”, deterioração, estocagem em gelo, vida útil, *Macrobrachium rosenbergii*.

ABSTRACT

CHANGES IN THE QUALITY OF FRESHWATER PRAWN (*Macrobrachium rosenbergii*) DURING STORAGE IN ICE

The aim of this work was to evaluate the shelf-life of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* stored as a whole in ice during 10 days. Two storage conditions were compared: DIC – prawn storage with direct ice contact and WIC – without ice contact (specimens packed in polyethylene bags). The shelf-life of the prawn was evaluated by chemical analysis: non-protein nitrogen (NPN), total volatile base nitrogen (TVB-N), rancidity (TBA), pH, as well as by microbiological, sensorial and texture analysis. Samples were collected at 0, 2, 4, 7 and 10 days of storage. In both treatments, NPN values increased until the 10th day, changing from the inicial value of 502.45 mg de N/100g to 629.94 mg N/100g for WIC treatment and 620.0 mg N/100g for DIC treatment. Inicial values of TVB-N (10.83 mg N/100g of sample) increased to 27.1 mg/100g in WIC and 23.4 mg N/100 g in DIC after 10

storage days. For DIC treatment the values remained constant from the 4th day ahead. TBA values increased in both treatments during the two first storage days and remained constant until the end for WIC and increased after the 7th storage day for the DIC treatment. Both treatments showed the same behaviour for the prawn pH, which increased significantly to values above 7.0 from the 4th storage day ahead. No faecal coliforms were observed in the prawn muscles during the storage. The score of faecal coliforms that was present in the storage period didn't exceed the limits allowed for consumption. Although an increase in the psychrotrophic counting has occurred, the values remained within the limits allowed for consumption. Regarding sensorial analysis, the assessors observed a degradation in flavour and odour attributes for both treatments during the storage. Sensorial analysis of tactile and oral texture showed a fast degradation in both treatments in the first days of storage. The same occurred with the instrumental compression force tests, indicating that the prawn stored as a whole in ice presented a fast transition to mushiness (2 to 3 storage days). We concluded that the *Macrobrachium rosenbergii* stored as a whole in ice should be considered of first quality until the 2nd or 3rd storage day, but could be normally consumed until the 7th storage day, either if kept in direct ice contact or packed in polyethylene bags.

Key word: "mushiness", degradation, storage on ice, shelf life, *Macrobrachium rosenbergii*.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de camarão de água doce é um dos setores da aquicultura que mais cresce no mundo. Segundo dados da FAO, entre 1990 e 2000, o volume de *Macrobrachium rosenbergii* produzido passou de 21.000 para 118.500 toneladas, correspondendo a um crescimento de quase 500% (FAO, 2002). No Brasil, ao contrário do que ocorreu em outras partes do mundo, a produção praticamente estabilizou-se na última década, oscilando ao

redor de 500 t anuais (FAO, 2002). Embora os conhecimentos sobre a biologia, a larvicultura e o manejo de cultivo do camarão *M. rosenbergii* estejam bem desenvolvidos, os estudos sobre a sua conservação após a colheita, são escassos e não oferecem informações conclusivas.

A vida útil do *M. rosenbergii* armazenado sob refrigeração tem sido divulgada como sendo de apenas alguns dias, após os quais ocorre um fenômeno denominado de “mushiness” (Madri, 1998). Este fenômeno caracteriza-se por uma pronunciada perda da integridade muscular, principalmente no primeiro segmento, causada pela difusão de enzimas proteolíticas e colagenolíticas, a partir da autólise do hepatopâncreas (Lindner et al., 1988). Como consequência, ocorrem modificações na textura dos músculos da cauda, tornando-os muito macios e esfarinhando-se facilmente na boca (Nip et al., 1985; Angel et al., 1986; Madri, 1998).

Alterações bioquímicas como aumento das BNV devido a degradação por microrganismos e ação de enzimas tissulares, promovem aumento do pH muscular. (Vongsawasdi & Noomhorm, 2000).

As informações para se definir o tempo adequado de acondicionamento de camarões *M. rosenbergii* em gelo tem sido conflitantes. Nip et al. (1985) tem estabelecido que o “mushiness” aparece depois de 3 a 4 dias de armazenamento em gelo, enquanto que Lindner et al. (1988) e Angel et al. (1985 e 1986) têm mostrado que esta variação de textura somente se apresenta no 8^o dia. Esta discrepância aparente pode ser atribuída a diferentes origens da matéria prima provenientes de viveiros operados com diferentes práticas e condições de cultivo, que podem induzir ao estresse (Angel et al., 1985), alterando a qualidade da carne. Desta forma, segundo Madrid (1998), os dados obtidos em um determinado país, poderão não se aplicar necessariamente a outros. No Brasil, o trabalho mais recente sobre conservação do *M. rosenbergii* foi desenvolvido por Leitão & Rios (2000) que observaram aumentos dos valores de pH, teores de L-triptofano e bases voláteis totais, quando os camarões foram estocados a 5°C e contagens de bactérias psicrótróficas e teores de BNV abaixo dos limites recomendados, após 10 dias de estocagem a 0°C.

No Brasil geralmente, os produtores de *Macrobrachium rosenbergii* comercializam os animais estocados diretamente no gelo. Esta forma de armazenamento pode ser um dos fatores que interferem na qualidade e vida útil dos camarões, devido a uma provável lixiviação dos componentes solúveis em água. Em vista disso, são necessários estudos que forneçam subsídios para melhorar a conservação, prolongando a qualidade dos camarões de água doce provenientes da aquicultura.

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

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 750 camarões de água doce *Macrobrachium rosenbergii*, com peso médio de 30 g ($\pm 7,5$ g), cultivados no sistema de cultivo semi-intensivo provenientes dos viveiros de cultivo do setor de Carcinicultura do Centro de Aquicultura da UNESP, de Jaboticabal (São Paulo, Brasil).

2.1. Coleta e Armazenamento

Os camarões foram retirados dos viveiros e lavados imediatamente com água limpa e clorada (5 ppm). Em seguida, os camarões foram abatidos por choque térmico sendo imersos em um recipiente contendo uma 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 em contato direto com gelo triturado, em caixas com isolamento térmico, durante 10 dias, com drenagem da água de fusão e reposição do gelo diariamente; no tratamento SCG - os camarões foram embalados em sacos de polietileno de 0,01 mm de

espessura (400 g camarões/saco) e rodeados de gelo triturado, em caixas com isolamento térmico, durante 10 dias, com drenagem da água de fusão e reposição do gelo diariamente. O gelo utilizado neste experimento foi obtido de água filtrada e clorada.

2.2. Amostragem

Para cada tratamento foram feitas cinco amostragens (± 400 g cada) no início do armazenamento (tempo 0) e a intervalos de 2, 4, 7 e 10 dias de armazenamento. Estas foram destinadas às análises químicas, físicas e microbiológicas. Para as análises sensoriais foram retiradas amostras em intervalos de 2, 4, 7 dias de armazenamento. No momento das análises, os camarões amostrados eram submetidos a uma limpeza, retirando-se o cefalotórax e o exoesqueleto.

2.3. Análises Químicas

A determinação do pH muscular foi feita por meio de um peagômetro digital, após homogeneização de 10g de músculo com 40ml de água destilada. Análises de Bases Nitrogenadas Voláteis (BNV) foram realizadas de acordo com Howgate (1976), de Nitrogênio Não Protéico (NNP) segundo Horwitz (1980) e a oxidação lipídica foi avaliada pela formação de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA) determinada pelo método de Vyncke (1970). Teores de umidade, cinzas, extrato etéreo e proteína bruta foram determinados de acordo com AOAC (1984).

2.4. Análises Físicas

O teste de compressão realizado no músculo dos camarões foi baseado em Angel et al. (1985). Foram retiradas três amostras de cada tratamento (SCG e CCG), em cada período de tempo de estocagem (0, 2, 4, 7 e 10 dias). As amostras foram cozidas em água fervente por 4 minutos e o primeiro segmento foi separado dos demais e submetido a um teste de compressão em um Texturômetro modelo TA-XT2i. O segmento foi colocado em

uma plataforma e comprimido por uma Probe (sonda) de 20 mm com uma velocidade de 0.8mm por segundo até atingir 50% de sua altura original.

2.5. Análises Microbiológicas

O desenvolvimento microbiológico foi avaliado por meio das análises de contagem total em placas de psicotróficos pela técnica do pour plate (APHA, 1992); contagem de coliformes fecais e totais pela técnica do Número Mais Provável (NMP) (APHA, 1992).

2.6. Análises Sensoriais

Para a avaliação sensorial de sabor, odor e textura tátil e textura oral, amostras de cada tratamento foram retiradas e cozidas em água fervente por 4 minutos com 1% de sal e avaliadas por um grupo de seis provadores treinados. Para a avaliação sensorial dos atributos sabor e odor, os valores foram expressos de acordo com uma escala ABC (Thompson & Karmas, 1963, citado por Nip & Moy, 1981). 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,1985), as mudanças foram determinadas colocando-se o primeiro segmento da cauda do camarão cozido entre os dedos e “sentindo” o seu “grau de firmeza”. Para avaliação sensorial de textura oral a textura do primeiro segmento foi avaliada colocando-se o segmento na boca e “sentindo” o seu “grau de firmeza”. Cada provador examinou um camarão de cada tratamento e um padrão (recém abatido) 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.

2.7. Análises Estatísticas

Para a avaliação estatística das determinações físicas, químicas e microbiológicas 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 à nível de 5% de probabilidade. Para as análises sensoriais utilizou-se o método não paramétrico por meio da prova de Kruskal-Wallis (Siegel, 1979).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de umidade permaneceram constantes durante o período de estocagem em ambos os tratamentos (Tabela 1). Os valores obtidos neste estudo, estão próximos aos observados por Angel et al. (1981) que constataram um leve aumento de 79,3% (2^o dia) para 80,85 (14^o dia) nos teores de umidade durante a estocagem em gelo de *Macrobrachium rosenbergii*. Por outro lado, Kirschnik & Viegas (2002) observaram aumentos significativos de umidade nos músculos (cauda) de exemplares desta espécie armazenados diretamente no gelo. Em espécies marinhas (*P. indicus* e *P. monodon*) foram observados acréscimos de água muscular na estocagem, atribuído a uma provável absorção como consequência da deterioração da textura muscular (Joseph et al. 1998; Basavakumar et al. 1998). É provável que por estarem armazenados inteiros (com cefalotorax e carapaça) os exemplares do *M. rosenbergii* no presente trabalho, tenham sido protegidos da desidratação evitando-se desta forma perda da água e solutos importantes, como determinadas proteínas solúveis, fato constatado por Kirschnik & Viegas (2002), com *M. rosenbergii*, estocados em gelo sem cabeça e sem cefalotórax. Os teores de proteína bruta, cinzas e extrato etéreo permaneceram constantes até o final do período de armazenamento em ambos os tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1: Valores médios (\pm DP) de Proteína Bruta, Extrato Etéreo, Cinzas e Umidade determinados em músculo de camarões armazenados com contato com gelo (CCG) e sem contato com gelo (SCG).

Nutrientes	Tratamentos	TEMPO DE ESTOCAGEM (Dias)				
		0	2	4	7	10
Umidade (%)	SCG ¹	78,54 \pm 0,53 ^{Aa}	78,65 \pm 0,40 ^{Aa}	78,62 \pm 0,38 ^{Aa}	79,23 \pm 0,60 ^{Aa}	79,06 \pm 0,28 ^{Aa}
	CCG ²	78,54 \pm 0,53 ^{Aa}	77,21 \pm 0,19 ^{Aa}	77,53 \pm 0,67 ^{Aa}	78,08 \pm 1,25 ^{Aa}	78,89 \pm 0,29 ^{Aa}
Proteína Bruta (%)	SCG	19,50 \pm 0,53 ^{Aa}	19,37 \pm 0,36 ^{Aa}	19,61 \pm 0,54 ^{Aa}	19,77 \pm 0,44 ^{Aa}	19,46 \pm 0,45 ^{Aa}
	CCG	19,50 \pm 0,53 ^{Aa}	19,85 \pm 0,26 ^{Aa}	19,59 \pm 0,64 ^{Aa}	19,68 \pm 0,45 ^{Aa}	19,26 \pm 0,32 ^{Aa}
Extrato Etéreo (%)	SCG	0,15 \pm 0,08 ^{Aa}	0,23 \pm 0,07 ^{Aa}	0,24 \pm 0,03 ^{Aa}	0,24 \pm 0,08 ^{Aa}	0,24 \pm 0,04 ^{Aa}
	CCG	0,15 \pm 0,08 ^{Aa}	0,20 \pm 0,11 ^{Aa}	0,23 \pm 0,13 ^{Aa}	0,22 \pm 0,06 ^{Aa}	0,20 \pm 0,05 ^{Aa}
Cinzas (%)	SCG	1,35 \pm 0,11 ^{Aa}	1,21 \pm 0,03 ^{Aa}	1,23 \pm 0,03 ^{Aa}	1,28 \pm 0,09 ^{Aa}	1,18 \pm 0,14 ^{Aa}
	CCG	1,35 \pm 0,11 ^{Aa}	1,26 \pm 0,09 ^{Aa}	1,23 \pm 0,07 ^{Aa}	1,22 \pm 0,15 ^{Aa}	1,19 \pm 0,03 ^{Aa}

¹ Tratamento Sem Contacto com Gelo;

² Tratamento Com Contacto com Gelo;

Médias do mesmo parâmetro nas mesmas colunas, seguidas de letras minúsculas distintas, e médias nas mesmas linhas seguidas por letras maiúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) entre si.

Médias obtidas de análises de cinco amostras realizadas em triplicata

Os teores de NNP nos tratamentos CCG e SCG apresentaram comportamentos semelhantes, tendo um aumento significativo ($P < 0,05$) ao longo do armazenamento, por 10 dias (Tabela 2). Isto pode ser atribuído à hidrólise das proteínas por enzimas de bactérias (Joseph et al., 1998). Contreras-Guzman (1994) relataram valores de NNP ao redor de 500 mg N/100g de músculo de *Macrobrachium rosenbergii* fresco. Joseph et al. (1998), em um estudo com *P. indicus*, armazenados inteiros em contato direto com gelo, observaram variação dos teores de NNP ao longo do período de estocagem. Valores máximos de NNP foram encontrados no 2º dia de armazenamento (671mg N/100g), diminuindo para 525mg N/100g no 15º dia.

A produção de bases nitrogenadas voláteis durante a estocagem de pescados é resultante da ação de enzimas dos tecidos e atividade microbológica (Cheuk et al., 1979). No tratamento SCG os valores de BNV aumentaram significativamente ($P < 0,05$) ao longo do período de armazenamento atingindo 27,10 mg N/100g de tecido após 10 dias (Tabela 2). No tratamento CCG ocorreu um rápido aumento significativo ($P < 0,05$) até o 2º dia de estocagem permanecendo constante até o fim do experimento (Tabela 2). Os valores se mantiveram constantes neste tratamento (CCG) provavelmente devido a sua perda por lixiviação, que deve ter sido igual a sua produção por microorganismos ou pela produção por degradação enzimática endógena. Matsumoto & Yamanaka (1990) relataram aumento de BNV, com valores iniciais de 2,4 mg de N/100g no músculo de camarões de água doce *Kuruma* armazenados sem o cefalotórax e sem a casca, a 0°C e valores de 27,5 mg N/100g após 11 dias de armazenamento. Entretanto, Karthikeyan et al. (1999) observaram diminuição nos valores de BNV em *Penaeus indicus*, armazenados inteiros durante 14 dias de estocagem em gelo, com valores iniciais de 13,49 mg de N/100g e finais de 3,73 mg de N/100g. Os valores encontrados no presente estudo para BNV estão dentro dos limites de aceitabilidade indicados para pescado em geral, que é de 30mg BNV/100g músculo (Fátima et al. 1988; Contreras-Guzman, 1994).

Tabela 2: Valores médios (\pm DP) de Nitrogênio Não Protéico (NNP), Bases nitrogenadas voláteis (BNV), ácido tiobarbitúrico (TBA) e pH determinados em músculo de camarões inteiros armazenados com contato com gelo (CCG) e sem contato com gelo (SCG).

Parâmetros	Tratamentos	TEMPO DE ESTOCAGEM (Dias)				
		0	2	4	7	10
NNP mg N/100g	SCG ¹	502,45 \pm 27,6 ^{Aa}	547,20 \pm 14,3 ^{Ba}	538,81 \pm 21,3 ^{ABa}	597,97 \pm 3,8 ^{Ca}	629,94 \pm 11,5 ^{Ca}
	CCG ²	502,45 \pm 27,6 ^{Aa}	520,97 \pm 9,1 ^{Aba}	547,35 \pm 15,0 ^{Ba}	603,23 \pm 6,9 ^{Ca}	620,00 \pm 6,3 ^{Ca}
BNV mg N/100g	SCG	10,83 \pm 1,03 ^{Aa}	14,74 \pm 1,03 ^{Ba}	19,21 \pm 2,17 ^{Ca}	26,18 \pm 0,50 ^{Da}	27,10 \pm 0,88 ^{Da}
	CCG	10,83 \pm 1,03 ^{Aa}	21,00 \pm 1,7 ^{Bb}	23,02 \pm 0,50 ^{Bb}	22,59 \pm 0,68 ^{Ba}	23,38 \pm 0,64 ^{Bb}
TBA MA/kg ³	SCG	0,01 \pm 0,01 ^{Aa}	0,21 \pm 0,04 ^{Ba}	0,18 \pm 0,02 ^{Ba}	0,16 \pm 0,04 ^{Ba}	0,22 \pm 0,02 ^{Ba}
	CCG	0,01 \pm 0,01 ^{Aa}	0,22 \pm 0,03 ^{Ba}	0,16 \pm 0,02 ^{Ba}	0,16 \pm 0,03 ^{Ba}	0,38 \pm 0,06 ^{Cb}
pH	SCG	6,62 \pm 0,04 ^{Aa}	6,99 \pm 0,06 ^{Ba}	7,27 \pm 0,07 ^{BCa}	7,54 \pm 0,21 ^{Ca}	7,44 \pm 0,21 ^{Ca}
	CCG	6,62 \pm 0,04 ^{Aa}	7,01 \pm 0,04 ^{Ba}	7,14 \pm 0,05 ^{BCa}	7,41 \pm 0,21 ^{Ca}	7,36 \pm 0,10 ^{Ca}

¹ Tratamento Sem Contacto com Gelo;

² Tratamento Com Contacto com Gelo;

³ mg de malonaldeído/kg de músculo.

Médias do mesmo parâmetro nas mesmas colunas, seguidas de letras minúsculas distintas, e médias nas mesmas linhas seguidas por letras maiúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) entre si.

Médias obtidas de análises de cinco amostras realizadas em triplicata.

A forma de estocagem (SCG e CCG) somente teve efeito sobre a oxidação dos lipídios (TBA) do músculo do *M. rosenbergii* no 10^o dia de estocagem, observando-se valores máximos no tratamento CCG (Tabela 2). Nos demais períodos de amostragens, os aumentos nos valores de TBA foram semelhantes. Ocorreu um aumento significativo nos valores de TBA para os dois tratamentos no 2^o dia de estocagem, permanecendo constantes nos dias subsequentes até o 7^o dia. Os valores relativamente baixos de TBA observados no presente estudo, ao final do período de estocagem podem ser devido a presença da casca intacta, servindo como uma barreira ao contato do oxigênio retardando a oxidação do lipídios (Srinivasan et al., 1998). A carapaça dos camarões contém antioxidantes (Seymour et al., 1996), o que também pode ajudar a diminuir a oxidação dos lipídios.

A forma de armazenamento (SCG e CCG) não teve efeito significativo sobre os valores de pH muscular do *M. rosenbergii*, apresentando praticamente o mesmo comportamento ao longo do período de armazenamento (Tabela 2). Observou-se um aumento significativo ($P < 0,05$) nos valores do pH entre a amostragem inicial e a do 2^o dia de armazenamento, com posterior aumento ($P < 0,05$) até o 7^o dia, permanecendo constante até o final da estocagem, para os dois tratamentos. Nip et al. (1985) também reportaram um aumento significativo nos valores do pH em *M. rosenbergii* durante estocagem em gelo, que foi atribuído à degradação de proteínas e aminoácidos do tecido abdominal durante a estocagem em gelo. Uma correlação significativa entre BNV e pH foi observada neste estudo para o tratamento SCG ($r = 0,96$) ($P < 0,01$) e CCG ($r = 0,91$) ($P < 0,05$). Tal correlação também foi reportada por Basavakumar et al. (1998) em *Penaeus monodon*, armazenados inteiros em gelo. López-Caballero et al. (2000), observaram brusco aumento dos valores de pH no músculo de *P. 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 nível aceitável.

Não foi constatada a presença de coliformes fecais durante o armazenamento do *M. rosenbergii* em gelo. O número de coliformes totais não foi afetado ($P > 0,05$) pelos

tratamentos, mas variou ao longo do período de estocagem no tratamento SCG (Tabela 3). Os dois tratamentos apresentaram valores dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira (Oetterer, 2002).

A contagem total em placas de psicrotróficos manteve-se constante até o 7º dia de armazenamento para o tratamento SSG, aumentando significativamente ($P < 0,05$) ao 10º dia de armazenamento (Tabela 3). No tratamento CCG os valores permaneceram constantes até o 4º dia, aumentando significativamente ($P < 0,05$) até o fim do armazenamento (Tabela 3). Embora a legislação brasileira não cite valores permitidos para psicrotróficos, níveis elevados destas bactérias podem reduzir a vida útil dos pescados. Os valores observados nos dois tratamentos mantiveram-se abaixo dos limites de aceitação permitidos ($\log 7,0$ UFC/g), pela ICMSF (1986).

Os valores baixos de crescimento microbiano neste estudo podem ser atribuídos a 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 (Leitão et al., 2000). Os valores iniciais encontrados estão abaixo dos reportados por Angel et al. (1981) que obtiveram valores de $\log 6,1$ e $8,3$ UFC/g, em *Macrobrachium rosenbergii* recém abatidos e após 14 dias de estocagem em gelo, respectivamente. Leitão et al. (2000) reportaram que os valores de contagem total em placas de psicrotróficos permaneceram constantes em *M. rosenbergii*, armazenados inteiros e sem contacto com gelo, da mesma forma que neste estudo, durante 10 dias de estocagem em gelo.

Tabela 3: Valores médios (\pm DP) de coliformes totais e contagem total em placas de psicrotróficos em músculo de camarões armazenados com contato com gelo (CCG) e sem contato com gelo (SCG).

Microrganismos	Tratamentos	TEMPO DE ESTOCAGEM (Dias)				
		0	2	4	7	10
Coliformes Totais	SCG ¹	0,88 \pm 0,56 ^{ABa}	1,66 \pm 0,30 ^{Ba}	0,00 ^{Aa}	0,75 \pm 0,65 ^{ABa}	1,97 \pm 0,54 ^{Ba}
log NMP/g ³	CCG ²	0,88 \pm 0,56 ^{Aa}	1,49 \pm 0,42 ^{Aa}	0,00 ^{Aa}	0,96 \pm 0,40 ^{Aa}	1,11 \pm 1,01 ^{Aa}
Psicrotróficos	SCG	1,44 \pm 0,65 ^{Aa}	2,01 \pm 0,62 ^{Aa}	2,46 \pm 0,78 ^{ABa}	2,31 \pm 0,34 ^{ABa}	4,01 \pm 0,13 ^{Ba}
Log UFC/g ⁴	CCG	1,44 \pm 0,65 ^{Aa}	1,58 \pm 0,51 ^{ABa}	2,42 \pm 0,43 ^{ABCa}	2,83 \pm 0,57 ^{BCa}	3,52 \pm 0,13 ^{Ca}

¹ Tratamento Sem Contacto com Gelo;

² Tratamento Com Contacto com Gelo;

³ Log de Número Mais Provável por grama de músculo;

⁴ Log de Unidades Formadoras de Colônia por grama de músculo;

Médias do mesmo parâmetro nas mesmas colunas, seguidas de letras minúsculas distintas, e médias nas mesmas linhas seguidas por letras maiúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) entre si.

Médias obtidas de análises de três amostras realizadas em duplicata.

No atributo sabor observou-se diminuição constante até o 7^o dia de estocagem nos dois tratamentos, sendo ligeiramente mais pronunciada no tratamento SCG (Figura 1). Os provadores constataram uma piora do odor no músculo do camarão ao longo do período de armazenamento para ambos os tratamentos. Os resultados da análise sensorial sugerem que os camarões permaneceram aceitáveis até o 4^o dia de armazenamento em gelo, principalmente para o sabor no qual, foram obtidas notas inferiores a 5,0.

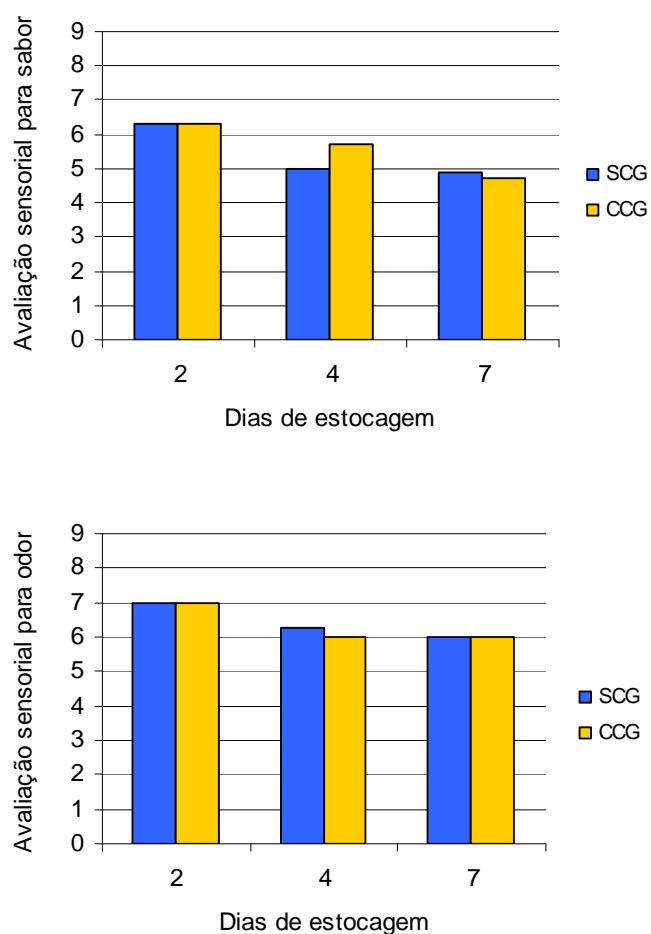


Figura 1: Avaliação sensorial para sabor e odor, em *Macrobrachium rosenbergii* armazenados com contato com gelo (CCG) e sem contato com gelo (SCG).

Fátima et al. (1988) observaram que a qualidade de *Penaeus merguensis* descabeçados, foi mantida durante 8 dias de estocagem em gelo. Estudos realizados com

camarões marinhos (*P. monodon*) conservados em gelo, demonstraram que a vida útil, baseada em testes sensoriais de aceitação variou de 9 a 12 dias, respectivamente para camarões crus e cozidos (Basavakumar et al., 1998).

O aumento dos valores atribuídos à textura tátil durante a estocagem nos dois tratamentos, demonstra o aumento correspondente do “mushiness” após o 4º dia de stocagem, sendo que os valores foram significativos ($P < 0,05$) ao 7º dia de armazenamento (Figura 2). O mesmo ocorreu com a textura oral, na qual os provadores também observaram uma perda gradual na textura oral durante a estocagem, sendo significativa ao 7º dia de armazenamento (Figura 2). Entretanto, Angel et al. (1985), constataram em *M. rosenbergii*, piores valores atribuídos à análise sensorial de textura no 8º dia de estocagem em gelo, reportando o aparecimento do “mushiness” somente ao oitavo dia.

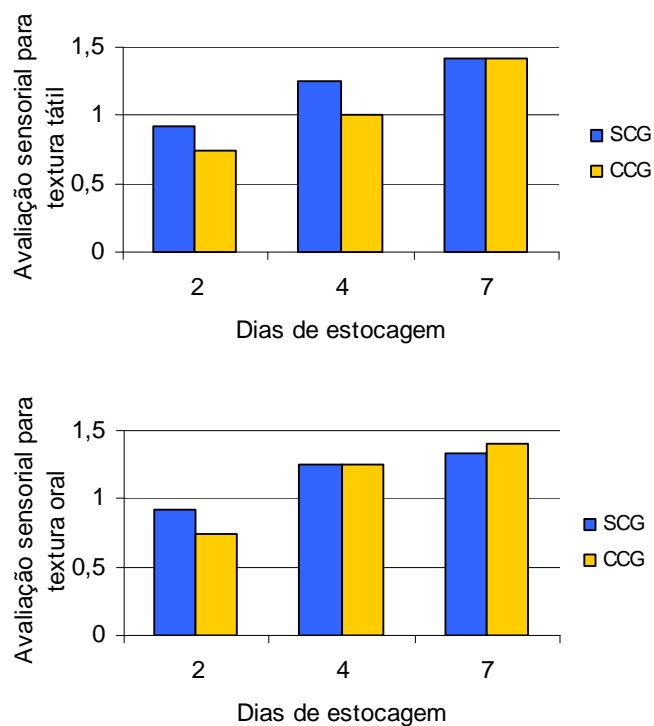
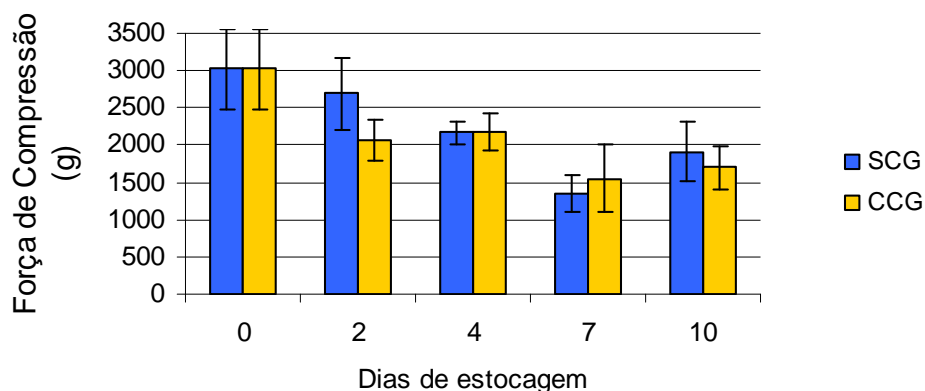


Figura 2: Avaliação sensorial de textura tátil e textura oral, em *Macrobrachium rosenbergii* armazenados com contato com gelo (CCG) e sem contato com gelo (SCG).

A força de compressão no tratamento SCG teve uma diminuição constante até o final do armazenamento, sendo significativa ($P < 0,05$) após o 4º dia de estocagem. Comportamento semelhante foi observado no tratamento CCG, com diminuição significativa ($P < 0,01$) após o 4º dia de estocagem (Figura 3).

Nip et al. (1985), observaram uma diminuição ($P < 0,01$) na força de cisalhamento a partir do 3º dia de estocagem. Entretanto, Angel et al. (1985), observaram diminuição na força de compressão ao longo do período de estocagem, sendo mais proeminente até o 11º dia, porém observou-se uma baixa correlação entre a força de compressão e análise



nsorial de textura.

Figura 3: Valores médios da força de compressão do primeiro segmento de *Macrobrachium rosenbergii* armazenados com contato com gelo (CCG) e sem contato com gelo (SCG) ao longo da estocagem.

4. CONCLUSÕES

Não foi observada nenhuma diferença significativa entre os dois métodos de armazenamento estudados para os camarões estocados inteiros em gelo. Apesar das análises químicas e microbiológicas estarem dentro dos níveis de aceitação até o 10º dia de armazenamento em ambos os tratamentos, o rápido surgimento do “mushiness”, permite sugerir que o *Macrobrachium rosenbergii* pode ser considerado de primeira qualidade até o 2º ou 3º dia de armazenamento, mas podendo estar apto ao consumo até o 7º dia.

Pelo fato do “mushiness” ter ocorrido provavelmente devido a autólise do hepatopâncreas, pode-se sugerir que o armazenamento do *Macrobrachium rosenbergii* descabeçado poderia retardar o surgimento do “mushiness”, aumentando sua vida útil.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Angel, S.; Basker, D.; Kanner, J. & Juven, B.J. 1981. Assessment of shelf life of fresh water prawns stored at 0° C. *Journal of Food Technology*. 16:357-366.

Angel, S.; Weinberg, Z.G.; Juven, B.J. & Lindner, P. 1985. Quality changes in the fresh water prawns, *Macrobrachium rosenbergii* during storage on ice. *Journal of Food Technology*. 20:553-560.

Angel, S.; Harpaz, S.; Lindner, P. & Navrot, C. 1986. Technical note: Textural quality of cooked malaysian freshwater prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) as influenced by the moulting cycle. *Journal of Food Technology*. 21:643-647.

AOAC. 1984. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*. 14th ed. Washington.

APHA. 1992. American Public Health Association. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. Ed. 3, Washington.

- Basavakumar, K.V.; Bhaskar, N.; Ramesh, A.M. & Reddy, G.V.S. 1998. Quality changes in cultured tiger shrimp (*Penaeus monodon*) during ice storage. *Journal of Food Science and Technology*. 35(4):305-309.
- Cheuk, W.L.; Finne, G. & Nickelson II, R. 1979. Stability of adenosine deaminase and adenosine monophosphate deaminase during ice storage of pink and brown shrimp from the gulf of Mexico. *Journal of Food Science*. 44:1625-1628.
- Contreras-Guzmán, E.S. 1994. *Bioquímica de pescados e derivados*. Ed. FUNEP, Jaboticabal, São Paulo. 409p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2002. Yearbook of fishery statistics: summary table. FAO, Roma (obtido via internet, <http://www.fao.org>)
- Fátima, R., Khan, M.A. & Qadri, R.B. 1988. Shelf life of shrimp *Penaeus merguensis* stored in ice (0°C) and partially frozen (-3°C). *Journal of Science Food and Agricultural*. 42:235-247.
- Horwitz, W. 1980. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. A.O.A.C. 13^o. ed., Washington DC.
- Howgate, P. 1976. Determination of total volatile bases. Torry Research Station. Aberdeen, TD 564, Appendix 4.
- International Commission on Microbiological Specification for Foods – ICMSF. 1986. *Microorganisms in foods. 2-Sampling for microbiological analysis: principles and specific applications*. University of Toronto Press, Toronto. 193p.
- Jose Joseph, P.A. Perigreen & Gopalakrishna Iyer, T.S. 1998. Storage characteristics of cultured *Penaeus indicus* in ice and at ambient temperature. *Fishery Technology*. 35(2):84-89.
- Karthikeyan, M.; Jawahar Abraham, T.; Shanmugam, S.A.; Indra Jasmine, G. & Jeyachandran, P. 1999. Effect of washing and chlorine disinfection on the quality and shelf life of iced cultured shrimp. *Journal of Food Science and Technology*. 36(2):173-176.
- Kirschnik, P.G. & Viegas, E.M.M. 2002. 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.

- Leitão, M.F.F. & Rios, D.P. 2000. Microbiological and chemical changes in fresh water prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) stored under refrigeration. Brazilian Journal of Microbiology. 31:178-183.
- Lindner, P.; Angel, S.; Weinberg, Z.G. & Granit, R. 1988. Factors inducing mushiness in stored prawns. Food Chemistry. 29:119-132.
- Lopez-Caballero, M.E.; Pérez-Mateos, M.; Borderías, J.A. & Montero, P. 2000. Extension of the shelf life of prawns (*Penaeus japonicus*) by vacuum packaging and high-pressure treatment. Journal of Food Protection. 63(10):1381-1388.
- Madrid, R.M.M. 1998. Características intrínsecas e tratamento pós- colheita. In: W. C. Valenti (Editors), Carcinicultura de água doce: Tecnologia para produção de camarões, Brasília. p. 279-307.
- Matsumoto, M. & Yamanaka, H. 1990. Post-mortem biochemical changes in the muscle of kuruma prawn during storage and evaluation of the freshness. Nippon Suisan Gakkaishi. 56(7):1145-1149.
- Nip, W. K.; Moy, J. H. & Tzang, Y.Y. 1985. Effect of purging on quality changes of ice-chilled freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. Journal Food Technology. 20:9-15.
- Nip, W. K. & Moy, J. H. 1981. Effect of thawing and subsequent chilling on the quality of prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. Journal of Food Processing and Preservation. 5:207-213.
- Oetterer, M. 2002. Industrialização do pescado cultivado. Livraria e editora Agropecuária. Guaíba-RS, Brasil. 200p.
- Seymour, T.A.; Li, S.J. & Morrissey, M.T. 1996. Characterization of a natural antioxidant from shrimp shell waste. Journal Agricultural and Food Chemistry. 44:682-685.
- Siegel, S. 1979. Estatística não-paramétrica (para as ciências do comportamento). Editora McGRAW-HILL do Brasil. LTDA. 350p.
- Srinivasan, S.; Xiong, Y.L.; Blanchard, S.P. & Tidwell, J.H. 1998. Effects of freezing and thawing methods and storage time on physicochemical properties of freshwater prawns, (*Macrobrachium rosenbergii*). Journal of Aquatic Food Product Technology. 7(2):47-69.

Vongsawasdi, P. & Noomhorm, A. 2000. Effects of handling methods on quality changes of giant freshwater prawns (*Macrobrachium rosenbergii*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 9(3):57-71.

Vyncke, W. 1970. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. *Fette-Seifen Anstrichmittel, Hamburgo*, 72(12):1084-1087.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo fato de ser um produto extremamente perecível os camarões devem ser apropriadamente conservados após a despesca. Neste sentido, este estudo foi desenvolvido com o objetivo de se obter subsídios para melhorar a conservação e prolongar a vida útil dos camarões de água doce, *Macrobrachium rosenbergii*.

Em vista dos resultados deste trabalho, pode-se afirmar que ao se manter os camarões inteiros, na forma de armazenamento (com ou sem contato com gelo) não interfere na vida útil dos mesmos. Para os camarões armazenados sem o cefalotórax e sem carapaça, a embalagem em sacos de polietileno permitiu prolongar a vida útil em até 4 dias. Devido à intensa lixiviação observada nos camarões do tratamento com contato com gelo, concluiu-se que os índices de bases nitrogenadas voláteis e nitrogênio não protéico não devem ser utilizados como indicadores de frescor em camarões *Macrobrachium rosenbergii* armazenados sem cefalotórax e sem carapaça, diretamente no gelo.

Apesar dos resultados obtidos nas análises químicas e microbiológicas situarem-se dentro dos níveis de aceitação até o 10^o dia de armazenamento para os camarões inteiros em ambos os tratamentos, o rápido surgimento do “mushiness”, permite-nos sugerir que o *Macrobrachium rosenbergii* pode ser considerado de primeira qualidade até o 2^o ou 3^o dia de armazenamento estando, entretanto apto ao consumo até o 7^o dia. O armazenamento dos camarões sem cefalotórax e sem carapaça permitiu manter a qualidade máxima por um período de 7 a 10 dias, portanto por período maior que o armazenado inteiro.

O curto período de qualidade máxima constatado nos camarões *Macrobrachium rosenbergii* armazenados inteiros (2 a 3 dias), e a maior vida útil os camarões armazenados na forma sem cefalotórax e sem carapaça (7 a 10 dias), vem confirmar a teoria de que o fenômeno “mushiness” provém da ação de enzimas proteolíticas e coleagenolíticas oriundas

da degradação do hepatopâncreas, que ao entrarem em contato com o músculo da cauda iniciam uma degradação que originará a perda de textura e o “mushiness”.

Tendo-se observado a vida útil mais prolongada nos camarões estocados na forma sem cefalotórax e exoesqueleto, sugere-se a realização de outros estudos que possam avaliar a vida útil de camarões estocados descabeçados, porém com o exoesqueleto.