

A CONTRIBUIÇÃO DA ERGONOMIA PARA A MECANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO CATARINENSE DE OSTRAS

Ana Regina de Aguiar Dutra (UNISUL)

ana.dutra@unisul.br

Marcos Antonio Garcia (IF-SC)

mm_mgarcia@yahoo.com.br

Ivete de Fatima Rossato (UNISUL)

ivete.rossato@unisul.br

Jose Roberto de Barros Filho (UNISUL)

Jose.Barros@unisul.br



O Estado de Santa Catarina é o primeiro produtor nacional de moluscos bivalves (ostras e mexilhões) no país. Os dados de 2009, da Epagri, mostram que o Estado produziu 10.663 toneladas (t) de mexilhões e 1.792 t, e que os municípios mais importantes são Florianópolis e Palhoça. Florianópolis com uma produção de 558 t de mexilhões e 1.301 t de ostras e Palhoça com 5.930 t de mexilhões e 251 t de ostras. O artigo objetiva apresentar um estudo feito para o desenvolvimento de protótipos destinados a mecanização da produção catarinense de ostras. A justificativa se faz a partir do momento em que a atividade da maricultura carece de mecanização. Essa carência tem impactos no tempo do ciclo de produção, na qualidade do processo e produto e, principalmente, no esforço físico e nas lesões decorrentes desta atividade. A metodologia aqui presente é uma combinação das metodologias de projeto e da ergonomia. Os resultados do estudo foram a construção de quatro protótipos, desenhos telhados dos mesmos e manuais de utilização. Nesse artigo ainda se mostra resultados qualitativos e quantitativos para os produtores de ostras e mexilhões, quanto ao uso dos protótipos.

Palavras-chaves: Maricultura, mecanização, ergonomia

1. Introdução

Segundo Vicente et al (2010), a malacocultura, cultivo de moluscos, representa uma das principais atividades da aqüicultura mundial. O Brasil é o segundo maior produtor de moluscos bivalves da América Latina, ficando atrás apenas do Chile, sendo que o Estado de Santa Catarina é responsável por 95% das ostras, mexilhões e vieiras produzidos em cultivo.

Santa Catarina possui um litoral com extensão aproximada de 500 quilômetros, recortado por pequenas baías e enseadas, o que confere ao Estado grande potencial para a maricultura. Atualmente, significativa parte da orla do Estado é ocupada por fazendas marinhas destinadas em sua quase totalidade ao cultivo de ostras e mexilhões, com 719 áreas aquícolas, totalizando 1213 hectares (ALVES et al, 2010).

Santa Catarina é o primeiro produtor nacional de moluscos bivalves (ostras e mexilhões). Além do mercado local, abastece grandes mercados como Rio de Janeiro e São Paulo. A produção catarinense representa cerca de 95% da produção nacional e posiciona o estado como o segundo maior produtor da América Latina, ficando atrás apenas do Chile. O cultivo de moluscos bivalves é praticado em 13 municípios catarinenses por cerca de 640 maricultores (EPAGRI *apud* SOUZA et al, 2009).

Ao longo dos últimos anos muito tem sido investido no sentido de tornar a atividade da maricultura mais profissional, contudo essa ainda carece de mecanização que permita a diminuição do ciclo de produção, a garantia da qualidade e, principalmente, que reduza o esforço físico dos maricultores e as lesões decorrentes dessa atividade. O desenvolvimento de equipamentos para a mecanização das etapas do ciclo de manejo e beneficiamento das ostras e mexilhões torna-se uma necessidade impar. Os requisitos de baixo custo e adaptabilidade devem permitir aos pequenos produtores a construção dos equipamentos básicos necessários, tanto individualmente quanto em regime de cooperativa. Assim a presente proposta de trabalho pretende abordar o problema da mecanização do ciclo produtivo da maricultura, por meio do desenvolvimento de quatro protótipos levantados como prioritários: debulhador de mexilhões, lavador de ostras/mexilhões, selecionador de ostras e triturador de conchas de ostras.

A atividade da maricultura ainda se desenvolve de forma artesanal com baixo índice de mecanização, sendo que a atividade envolve muito esforço físico e repetitivo por parte dos maricultores, que ao longo do tempo tende a desestimulá-los ou impossibilitá-los para continuar na atividade.

As tentativas de importar equipamentos mostraram-se, às vezes, infrutíferas devido à impossibilidade de adaptação dos mesmos às condições locais e aos custos de aquisição e manutenção.

Desenvolvimentos locais realizados com suporte técnico mostraram-se vantajosos. Iniciativas individuais de desenvolvimento de equipamentos pelos próprios produtores, muitas vezes, mostraram-se operacionais, mas com baixa eficiência e descumprindo as normas de segurança.

A partir do exposto, justifica-se o desenvolvimento de protótipos para a mecanização das etapas do ciclo de manejo e beneficiamento das ostras e mexilhões, concebidos a partir de requisitos de adaptabilidade e de baixo custo, permitindo aos maricultores a construção dos mesmos, individualmente ou em grupos.

2. Metodologia do trabalho

A metodologia empregada para o referido estudo fez uso das metodologias da ergonomia e de projetos, seguindo as seguintes etapas:

2.1 Caracterização dos equipamentos já existentes e levantamento de necessidades dos produtores

Nessa fase se buscou estudar equipamentos já existentes em outros estados e países, de forma a caracterizá-los e, ainda, por meio de entrevistas e visitas as fazendas marinhas, levantou-se as necessidades dos maricultores em relação a esses equipamentos.

Desde a negociação do projeto até a sua finalização, algumas apresentações foram feitas para os órgãos demandantes e aos maricultores, em diferentes locais, objetivando mostrar e discutir a situação dos protótipos e, ainda, levantar contribuições dos envolvidos para a melhoria dos mesmos.

2.2 Aplicação dos princípios ergonômicos

Para Wisner (1987, p. 12), a ergonomia constitui o conjunto de conhecimentos científicos relativos ao ser humano e necessários para a concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficácia.

A ergonomia tem sua própria metodologia de intervenção, contemplando cinco etapas, a saber: Análises da demanda, da tarefa e das atividades de trabalho e, ainda, o diagnóstico e o caderno de recomendações ergonômicas. Essas foram empregadas no referido estudo.

A partir das visitas as fazendas marinhas, pode-se conhecer as características dos maricultores e as suas condições de trabalho, as quais nos fizeram entender as dificuldades encontradas por eles, principalmente, do ponto de vista de esforço físico demandada pelas atividades.

2.3 Estudo e desenvolvimento dos protótipos

Para o projeto dos protótipos empregou-se a metodologia de projeto, apresentada na figura 1, proposta por Rozenfeld et al (2005), com suas diferentes etapas: projeto informacional, projeto conceitual, projeto detalhado, construção dos protótipos, teste de campo.

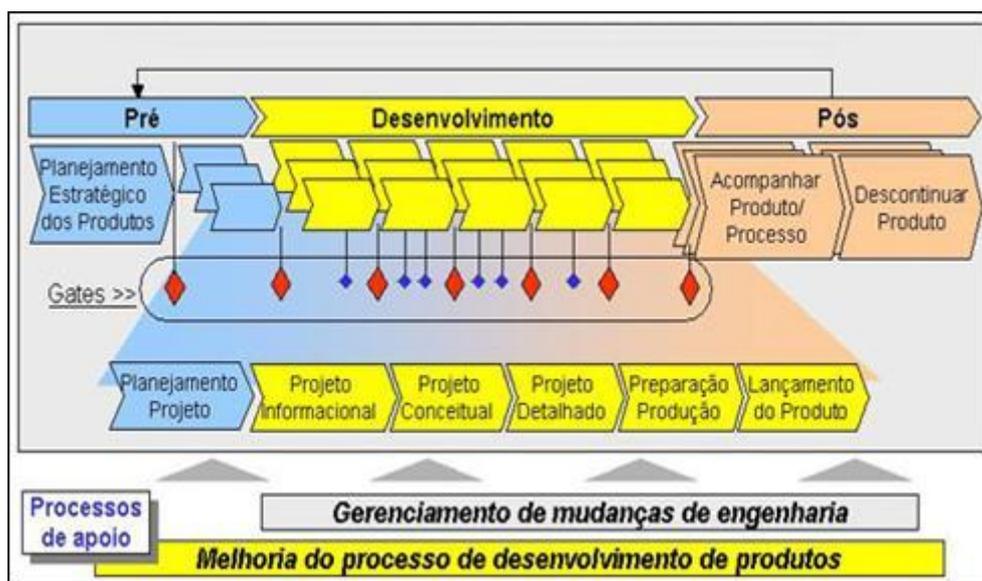


Figura 1- Etapas do desenvolvimento dos protótipos
 Fonte: Rozenfeld et al (2005)

Para o levantamento das informações empregou-se visitas *in loco*, entrevistas com maricultores, bem com a utilização da observação armada (fotos e filmagens).

3. Apresentação e discussão dos resultados

O projeto demandado diz respeito à concepção de protótipos (físico), desenhos detalhados e os manuais de utilização. Nesse sentido, apresentar-se-á os quatro protótipos com suas características de desempenho e ergonômicas.

3.1. Caracterização de equipamentos já existentes

Nessa etapa, objetiva-se principalmente a apresentação e caracterização de equipamentos já existentes para o processo produtivo de ostras, buscando a concepção daqueles demandados, quais sejam: um equipamento para lavagem de ostras/mexilhões, um selecionador de ostras, um debulhador de mexilhões e um triturador de conchas. Como os dois primeiros já existiam em funcionamento, o estudo tornou-se mais acessível, o mesmo não aconteceu com os dois últimos. O debulhador encontrado não era adequado e não se encontrava em funcionamento.

A seguir, por meio da figura 2, apresenta-se um modelo de equipamento para a lavagem de ostras/mexilhões encontrado em uma fazenda marinha da capital catarinense, bem como em La Rochelle na França (figura 3).



Figuras 2: Modelos de lavadores de ostras/mexilhões no Estado de Santa Catarina

A partir das entrevistas com os maricultores foram levantados algumas informações pertinentes aos modelos de lavadores já existentes.

- Sobre a usabilidade:

. Manuseio: os dispositivos de comandos (botoeiras) são de fácil acesso e, as vezes, de manuseio comprometido;

. Partes perfuro-cortantes presentes na estrutura do equipamento, como por exemplo, quinas, arestas e pinos salientes;

. Os equipamentos vistos na capital catarinense provocam alguns danos aos produtos (ostras e mariscos), não atendem adequadamente as funções de lavagem, sendo utilizados, muitas vezes, para a retirada de resíduos excessivos. Em La Rochelle/França, os equipamentos já atendem de forma mais adequada a função de lavagem.

- Sobre os princípios ergonômicos:

- . O maricultor frequentemente flexionada e rotaciona as costas;
- . Os espaços físicos das fazendas marinhas são limitados;
- . A dimensão e o peso dos equipamentos, como se apresentam com uma estrutura fixa, não trazendo grandes problemas aos maricultores.
- . As queixas mais freqüentes expressas pelos maricultores são dores na região lombar e nos braços.



Figura 3: Modelos de lavadores de ostras/mexilhões em La Rochelle/França

E, ainda, alguns modelos de equipamentos de seleção de ostras encontrados nos locais já citados (figuras 4 e 5).



Figura 4 - Modelos de selecionadores de ostras no Estado de Santa Catarina

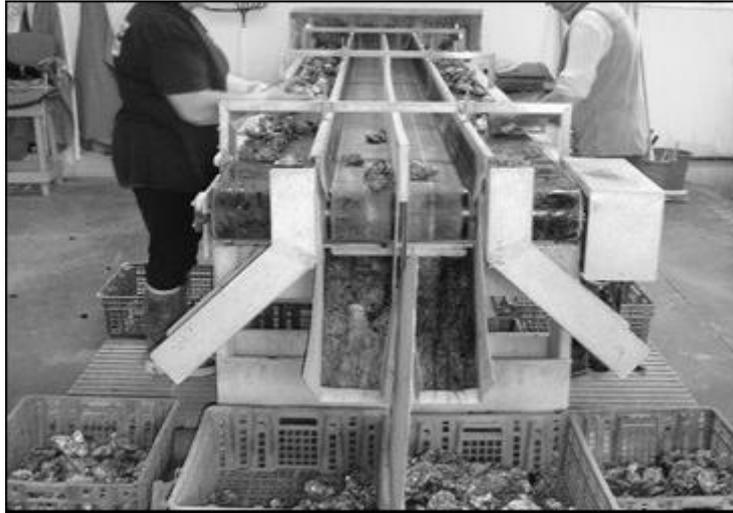


Figura 5 - Modelo de selecionador de ostras em La Rochelle/França

Algumas características dos equipamentos de seleção, já utilizados nas mariculturas, foram obtidas com os trabalhadores:

- Sobre a usabilidade do equipamento:

. O manuseio dos dispositivos de comandos (botoeiras) não são de fácil acesso e, as vezes, de manuseio comprometido;

. Partes salientes como arestas vivas (quinas) metálicas e partes giratórias desprotegidas foram encontradas, no caso dos equipamentos em uso na capital catarinense;

. Essa etapa do processo da produção acaba sendo demorada e sem a eficiência pretendida, pois os equipamentos não dão conta das diferentes geometrias das ostras.

- Sobre os princípios ergonômicos:

. O maricultor frequentemente flexionada as costas e, em alguns momentos, faz elevação de braços, acima do ombro;

. A dimensão e o peso dos equipamentos, como se apresentam com uma estrutura fixa, não trazem problemas aos maricultores;

. As queixas mais frequentes expressas pelos maricultores são dores na região lombar, braços e ombros.

3.2 Desenvolvimento dos Protótipos

Nesse item, inicia-se a apresentação dos protótipos desenvolvidos com suas vantagens e limitações em relação ao manejo manual.

3.2.1 Debulhador de mexilhões

Na estrutura geral do debulhador (figura 6A), destaca-se a presença das pás, para debulhar a penca de mexilhões e de uma guia, que serve para levá-la até as pás. Há um guincho que a puxa, sem necessitar para isso do esforço físico do produtor, destinado ao mesmo apenas o acionamento das botoeiras. A guia e o guincho são componentes que ajudam a minimizar os esforços físicos nos braços, bem como otimiza o tempo da atividade.

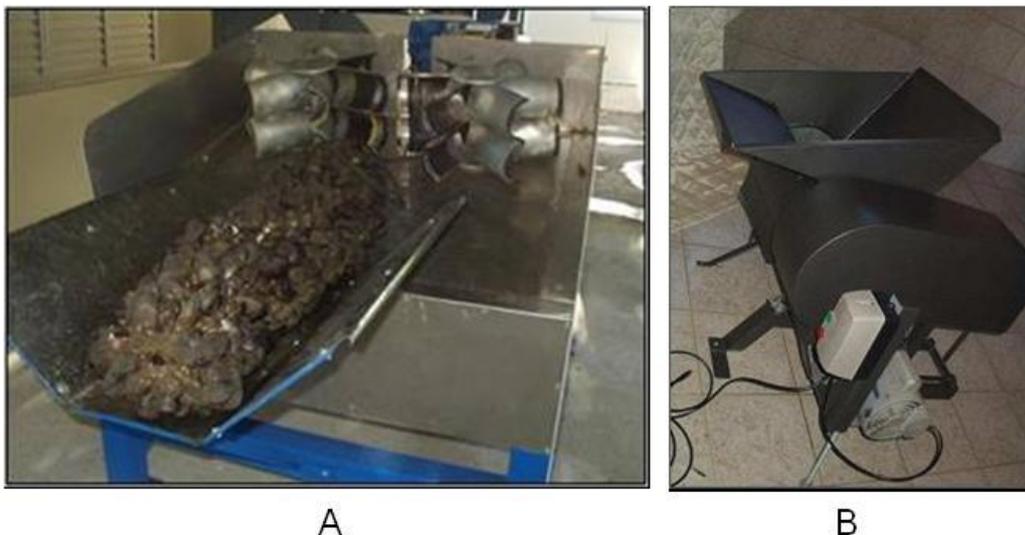


Figura 6 - Debulhadores de mexilhões (A-grande, B-pequeno)

Em resumo, o tempo de debulhamento, de uma forma geral, se mostrou importante (15 a 18 segundos). Pequenas quebras de mexilhões (de 1 a 4 mexilhões) foram constatadas e não houve o rompimento das cordas, que fica no centro da penca. Observou-se com os testes que algumas pencas não foram debulhadas totalmente, ficando os mexilhões em blocos, os quais podem ser finalizados com a ajuda do debulhador menor (figura 6B) ou manualmente, uma vez que ficam fáceis de serem debulhados. O debulhamento manual, segundo os maricultores, dependendo do peso da penca, pode levar de 10 a 15 minutos. Essa atividade exige do produtor o trabalho na posição em pé e do uso constante das mãos, ante-braços e braços e, as vezes, dos pés.

O debulhador menor (figura 6B) é de funcionamento simples, praticamente não se tem quebra dos mexilhões, comparado a outros equipamentos com o mesmo objetivo. A opção por uma velocidade mais baixa está baseada nos critérios de minimizar ou eliminar a quebra dos mexilhões, bem como de segurança de operação. Outra vantagem do equipamento é quanto à saída dos mexilhões, os quais vão caindo na caixa ao serem debulhados, tornando a atividade mais fácil de ser realizada.

3.2.2 Triturador de conchas de ostras

Em virtude da crescente demanda da ostreicultura no Estado de Santa Catarina, é necessário que se pratique uma aquíicultura sustentável, e para isso é de primordial importância uma correta destinação dos resíduos, principalmente conchas, gerados por essa atividade. Os efeitos sócio-ambientais da disposição incorreta das conchas das ostras já vêm sendo sentidos pela população próxima aos locais de cultivo (BOICKO et al, 2011).

As conchas das ostras são resíduos que precisam ter um destino adequado, Segundo Petrielli (2008), as conchas de ostras podem ter vários destinos, como por exemplo: matéria-prima na indústria cimenteira, em base de rodovias, como componente para rações de aves, como corretor de solos, na elaboração de tintas e na fabricação de papel ou de plástico, ou ainda na indústria farmacológica, como componente de dentifrícios e maquiagem, quando o produto é mais purificado.

Nas Universidades do Estado de Santa Catarina, alguns estudos vêm demonstrando o uso das conchas de ostras em várias frentes, agregando, dessa forma, um valor ao resíduo do processo produtivo, e minimizando assim os impactos ambientais.

Para ajudar os maricultores a darem um destino aos resíduos das conchas de ostras, foi então concebido um protótipo (figura 7) para triturá-las.



Figura 7 - Triturador de conchas de ostras

Na estrutura geral do triturador destacam-se a presença de uma plataforma, para que maricultores de diferentes estaturas (alturas) pudessem alcançar a entrada do protótipo; uma bandeja de saída das conchas trituradas, a qual tem dimensões adequadas ao encaixe da caixa empregada comumente nas atividades; uma bandeja de entrada das conchas, a qual pode ser alongada ou não, dependendo da necessidade do maricultor, em função do volume, do tempo e de ter ou não uma segunda pessoa para ajudá-lo.

Recomenda-se, do ponto de vista ergonômico, a utilização da bandeja de entrada para depositar as conchas, no sentido de minimizar os esforços físicos nos braços, principalmente, quando estes podem permanecer um tempo acima da linha dos ombros, o que provoca cansaço físico ou dores. A colocação das conchas no triturador pode ser feita com uma pá ou rodo.

Para avaliar o desempenho do referido protótipo, fez-se testes com conchas de ostras secas e molhadas, conchas grandes, médias e pequenas, e com velocidades diferentes (30% e 50%), sempre tendo como base uma caixa de conchas (48 litros).

Na velocidade de 30%, considerando o volume de uma caixa, 10% das conchas ficam em pó (figura 8C), 40% em fragmentos médios (figura 8 B) e 50% em fragmentos grandes (figura 8A). Já na velocidade de 50%, 15% da caixa ficam em pó, 48% em fragmentos médios e 37% em fragmentos grandes.



A B C
 Figura 8 - Fragmentos de conchas de ostras trituradas (A- grande, B-médio, C-pó)

3.2.3 Seleccionador de ostras

Na estrutura geral do selecionador destacam-se a presença de uma bandeja de entrada; duas bandejas intermediárias, uma que seleciona as ostras que voltarão ao mar (2ª bandeja) e outra que seleciona as ostras *babies* (3ª bandeja); uma quarta que seleciona as ostras médias e grandes, conforme a figura 9. As ostras *babies*, médias e grandes são destinadas ao consumo.



Figura 9 - Seleccionador de ostras (frente e lado)

Recomenda-se, do ponto de vista ergonômico, para minimizar os esforços físicos do maricultor, o uso de uma bancada ao lado do selecionador, na mesma altura da bandeja de entrada. Assim o maricultor pode depositar as ostras sobre a bancada e as colocar com uma pá na bandeja, de modo que não necessite fazer flexão e rotação de tronco.

Quanto ao desempenho, tomando como base uma caixa, na velocidade de 5% do protótipo, os testes mostraram que os tempos variam de 1min a 1min15seg para a seleção. Nos testes feitos, com diferentes tamanhs de ostras, sempre levando em conta o volume de uma caixa, encontrou-se os seguintes percentuais de acertos/erros na seleção:

- Para as ostras grandes, obteve-se 88% de acertos, ou seja, 88% das ostras foram selecionadas pela quarta bandeja, já 12% das ostras grandes foram selecionadas na terceira bandeja;

- Para as ostras médias, obteve-se 80% de acertos, ou seja, 80% das ostras foram selecionadas pela quarta bandeja, já 20% das ostras médias foram selecionadas na terceira bandeja, por estarem muito próximas (dimensões) de uma ostra *baby*;
- Para as ostras pequenas e *babies*, obteve-se 95% de acertos, ou seja, as pequenas foram selecionadas pela segunda bandeja e as ostras *babies* foram selecionadas pela terceira bandeja, com exceção das ostras tipo banana, as quais ora eram selecionadas pela segunda, ora pela terceira bandeja.

Salienta-se que o protótipo seleciona as ostras pela largura e pela altura.

3.2.4 Lavador de ostras

Na estrutura geral do lavador destaca-se a presença de duas bandejas, uma de entrada da e outra de saída, conforme figura 10.



Figura 10 - Lavador de ostras

Os dados de desempenho serão mostrados por meio de uma análise comparativa entre o lavar manual e o lavar com o protótipo.

A grande parte dos maricultores coloca uma quantidade de 3 a 5 dúzias de ostras numa caixa, para facilitar o manuseio da mesma, e as lava com uma lavadora de hidro-pressão (comumente chamada de *vap*), sacudindo a caixa constantemente para que todas as faces da ostra sejam lavadas (figuras 11), levando de 4 a 5 minutos em média.



Figuras 11 - Uso do “vap” para lavar as ostras

Ao sacudir a caixa observa-se uma posição de flexão e rotação da coluna vertebral, o que pode ao longo do tempo trazer algumas queixas de dores, ou até mesmo alguma deficiência na coluna vertebral, a exemplo da lombalgia.

Após serem lavadas manualmente, as ostras são raspadas para a retirada da fauna acompanhante (figura 12 e 13), recebendo na seqüência mais uma lavada para a limpeza final, totalizando em média de 6 a 7 minutos no processo de lavação manual.

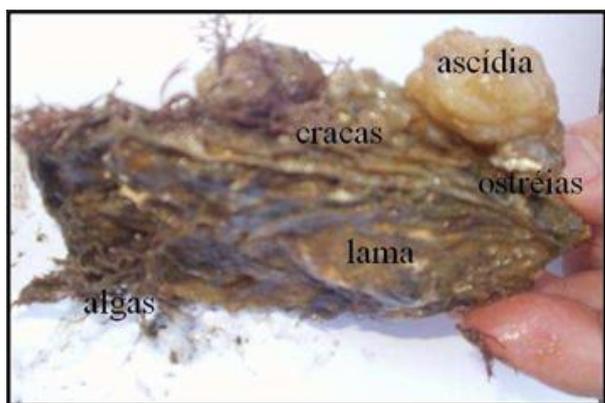


Figura 12 - Ostra antes da lavação, com fauna acompanhante Figura 13 - Ostra lavada e raspada manualmente

Apresenta-se nos próximos parágrafos conclusões a respeito da lavação das ostras com o protótipo (figura 10), bem como recomendações para a eficácia do processo.

Recomenda-se para a lavação das ostras o uso de uma bancada. A bancada deverá ficar ao lado do lavador, na mesma altura da bandeja de entrada, sobre a qual o maricultor depositará as ostras e as colocará, com a ajuda de uma pá, na bandeja de entrada. Dessa forma, o maricultor não precisará elevar a caixa para colocar as ostras na bandeja e tão pouco fazer flexão e rotação de tronco para pegar as caixas no chão.

Os testes foram feitos com ostras de vários tamanhos, com quantidades que variaram de 5 dúzias a uma caixa de ostras. O tempo de lavação ficou em média de 1min 30 segundos.

A partir dos testes, concluiu-se que as ostras precisam de duas passadas pelo protótipo para garantir uma eficácia na lavação, o que totaliza em média 3 minutos. Recomenda-se que antes da segunda lavada, as ostras sejam raspadas.

A figura 14 mostra ostras depois da primeira lavada e a figura 15 mostra ostras depois da segunda lavada, em ambos os casos utilizando o lavador .



Figura 14 - Ostras depois da primeira lavada



Figura 15 - Ostras depois da segunda lavada

Como as ostras lavadas pelo protótipo (nos testes) não foram raspadas, encontrou-se após a segunda lavada, ostréias e cracas e, algumas vezes, as ascídias. Estes acompanhantes, tanto nos processos manual e como no mecanizado, serão retirados no processo de raspagem.

3.2.5 Sobre os materiais e a fabricação dos protótipos

Para a fabricação dos protótipos foram priorizados processos simples e fáceis de serem encontrados na região, como por exemplo, a utilização do torno, serra, furadeira e solda. Foi também empregado o processo de fundição para os anéis dos cilindros do lavador e selecionador.

Para os materiais e elementos mecânicos e elétricos, buscou-se sempre um equilíbrio na relação custo/benefício, barato e resistente e, ainda, podendo ser encontrados em lojas do entorno.

Para os componentes/peças dos protótipos mais sujeitas à intempérie e, ainda, a resíduos orgânicos foram empregados materiais mais duráveis, como por exemplo, o inox.

Como a proposta do Arranjo Produtivo Local é de fazer circular os protótipos por várias fazendas marinhas, as quais apresentam características de leiaute bastante particulares, optou-se por matérias mais fortes e duráveis para esta primeira versão do projeto.

4. Considerações finais

A atividade da maricultura se mostra cada vez mais importante, no cenário nacional e mundial, como geradora de renda, direta e indiretamente, e da preservação do ecossistema.

O objetivo geral do estudo aqui relatado foi atingido, a partir do momento em que se conceberam protótipos possíveis (financeiramente) de serem adquiridos pelos pequenos produtores, para os quais foram também elaborados os desenhos detalhados e os manuais de utilização.

Os protótipos desenvolvidos colaboraram com a melhoria das condições de trabalho dos maricultores, reduzindo os esforços físicos dos diferentes segmentos corporais (braços, antebraços, pernas, costas...). Outra contribuição é a redução dos resíduos sólidos, minimizando assim os impactos ambientais.

A mecanização contribuiu numa redução do tempo de realização das atividades (lavação, debulhamento, seleção), as quais vinham sendo realizadas manualmente, numa melhoria da qualidade dos manejos e na redução do desgaste físico dos envolvidos.

Os resultados demonstraram que a interação entre as metodologias da ergonomia e de projeto pode contribuir para soluções específicas, as vezes, não cobertas pelo mercado.

Salienta-se, ainda, que o referido estudo proporcionou a inserção do ambiente universitário na prática da responsabilidade social e a interação dos professores e alunos envolvidos com a realidade das comunidades do entorno.

Referencias

ALVES, A.; VENTURA, R.; NOVAES, A.; MATTAR, G.; HAYASHI, L. O cultivo da *Kappaphycus alvarezii* como alternativa para maricultores catarinenses. *Panorama da aquicultura*, v.20, n.121, set/out 2010.

BOICKO, A. L.; HOTZA, D.; SANT'ANNA, F. Utilização de Conchas da Ostra *Crassostrea Gigas* como carga para Produtos de Policloreto de Vinila (PVC). Disponível<<http://www.projetoconchas.ufsc.br/upload/arquivos/1198006215.PDF>> acesso em 22/02/2011.

EPAGRI. Dados da aquicultura de Santa Catarina por espécie de 2009. Disponível<http://cedap.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=140&Itemid=173> acesso em 22/02/2011.

IIDA, I. *Ergonomia: Projeto e Produção*. São Paulo: Edgard Blücher, 2ª ed. revisada e ampliada, 2005.

PETRIELLI, F. A. S. Viabilidade técnica e econômica da utilização comercial das conchas de ostras descartadas na localidade do Ribeirão da Ilha, Florianópolis/SC. Programa de Pós- Graduação em Engenharia Ambiental/UFSC. Dissertação de mestrado, Florianópolis, 2008.

ROZENFELD, H. et al. *Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo*. São Paulo: Saraiva, 2005.

SOUZA, R.V.; NOVAES, A.; RUPP, G.; ALVES, A.; SILVA, F.M. Controle Higiênico-sanitário de Moluscos Bivalves no Litoral de Santa Catarina. *Panorama da aquicultura*, Nov/dez, 2009.

VICENTE, A. L. ; SOUZA, R. V.; NOVAES, A.T.; SANTOS, A.; SILVA, F. M. *Diagnóstico de Problemas e demandas da Malacocultura em Santa Catarina: Uma Visão de Maricultores, Extensionistas e Pesquisadores*. Epagri 2010. Disponível <http://cedap.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=132&Itemid=173> acesso em 20/01/ 2011.

WISNER, A. *Por dentro do trabalho. Ergonomia: método & técnica*. São Paulo: FTD/Oboré, 1987