

Desenvolvimento de produtos para mecanização da maricultura do estado de Santa Catarina

Aldrwin Farias Hamad (UFSC) aldrwin@nedip.ufsc.br
Fabio Evangelista Santana (UFSC) fsantana@nedip.ufsc.br
André Novaes (EPAGRI) altnovaes@yahoo.com.br
Régis Scalice (UFSC) regis.scalice@sociesc.com.br
Fernando Antônio Forcellini Dr. Eng (UFSC) forcellini@emc.ufsc.br

Resumo

A maricultura, em especial o cultivo de moluscos, vem se tornando cada vez mais uma alternativa de renda para as comunidades do litoral do estado de Santa Catarina que vem sobrevivendo da já escassa e inviável pesca artesanal. Com o objetivo de melhorar o desempenho, a produtividade e facilitar o trabalho na atividade, foi desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da UFSC, uma linha de equipamentos voltados ao atendimento das necessidades dos produtores locais, utilizando a metodologia de desenvolvimento de produtos, mapeando o processo de projeto e alcançando soluções com resultados satisfatórios do ponto de vista do atendimento das necessidades dos clientes envolvidos no processo.

Palavras chave: Maricultura, Mecanização, Desenvolvimento de produto.

1.0 Introdução

Segundo Molnar (2000), o mar é um dos mais importantes fornecedores de alimentos no mundo e a principal fonte de proteínas para cerca de um bilhão de pessoas. Para pelo menos 150 milhões a pesca não só é vital para a nutrição, como é também uma fonte não desprezível de renda e emprego.

A maricultura, em especial a malacocultura, especializada em cultivo de moluscos, constitui-se em atividade econômica de grande importância para vários países no mundo. No Brasil, há mais de uma década que pioneiros das regiões sul, sudeste e nordeste fazem desta, uma atividade econômica sustentável e socialmente benéfica.

O Estado de Santa Catarina é o maior produtor nacional de moluscos, mais especificamente Mexilhões (*perna perna*) (Figura 01 - A) e a Ostra do Pacífico (*Crassostrea gigas*) (Figura 01 - B). Isto se deve, principalmente, a geografia do litoral e pela utilização de tecnologias apropriadas, desenvolvidas e aprimoradas principalmente pelo Laboratório de Moluscos Marinhos (LMM), pertencente ao Departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), e difundidas pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. (EPAGRI).

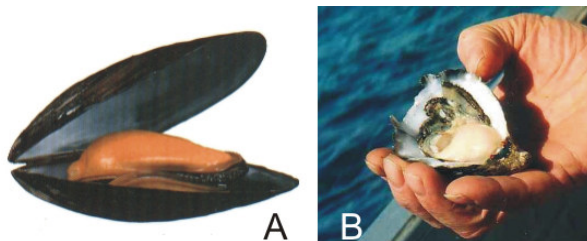


Figura 01 – A – Mexilhão aberto para consumo / B – Ostra do pacífico

Os cultivos comerciais de moluscos foram introduzidos junto às comunidades de pescadores artesanais do litoral catarinense no biênio 1989 - 1990, servindo como uma opção alternativa de trabalho e renda para as famílias de pescadores, ameaçadas pela queda dos estoques naturais de pescado e pela falta de condições para competir com a tecnologia da pesca industrial segundo Novaes (2002). A atividade tem se mostrado economicamente viável e socialmente justa, transformando pescadores extrativistas em maricultores, com um padrão de vida melhorado.

Embora esteja ocorrendo uma evolução acentuada na produção de moluscos no Brasil e no Estado de Santa Catarina, a produtividade das fazendas marinhas necessita, conforme estudos dos órgãos de pesquisa e extensão agrícola e das pesquisas elaboradas em estudos acadêmicos, de tecnologias adaptadas às condições locais com o objetivo de alcançar os patamares dos grandes produtores mundiais. Existem alguns fatores que impedem o crescimento da produção nacional.

No Brasil ainda não se produzem de forma sistemática, equipamentos especialmente direcionados para o cultivo de moluscos. Os produtos e equipamentos encontrados foram desenvolvidos de forma empírica por pequenos produtores para resolução de problemas pontuais. Este é um quadro diferente do que se observa em outros países que têm maior tradição na produção de moluscos marinhos como a França, a Nova Zelândia, o Chile, a Espanha, o Japão, entre outros. Nestes, encontra-se uma grande variedade de equipamentos para o manejo da produção, desde embarcações especialmente projetadas para retirada das estruturas de cultivo do mar até equipamentos para lavagem, classificação, processamento e embalagem de moluscos. Estes produtos não estão disponíveis no mercado nacional.

A importação destes equipamentos não é viável, principalmente sob o ponto de vista econômico, em função do baixo poder aquisitivo e de ausência de financiamento específico para os produtores, os equipamentos chegam com um valor proibitivo para a realidade dos produtores brasileiros tanto para aquisição como para operacionalização. Além disso, as espécies de moluscos cultivados nestes países, em muitos casos, diferem das espécies aqui cultivadas (NOVAES 2002).

2.0 Modelo de desenvolvimento de máquinas para aquíicultura.

Diante deste panorama, a partir de 1998 o Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica da UFSC, por meio da criação de uma linha de pesquisa iniciada com uma tese de doutorado, passou a desenvolver uma família de produtos modulares destinados ao cultivo e industrialização de mexilhões com o desenvolvimento de um protótipo funcional testado e aprovado e em fase de implantação (SCALICE 2003). O projeto desta família de produtos modulares já pode ser considerado um grande avanço em tecnologia para o cultivo de mexilhões, embora existam ainda outras lacunas a serem preenchidas, em termos de mecanização nos cultivos de moluscos segundo Novaes (2002).

Mediante contatos estabelecidos com as entidades e instituições envolvidas com a maricultura, os órgãos públicos de pesquisa como a EPAGRI e a UFSC, além da unanimidade dos produtores consultados, ficou evidente a demanda por mecanização nos cultivos. Estes alegam que somente com o desenvolvimento de máquinas e equipamentos adequados às suas necessidades poderá ocorrer o aumento da produtividade das fazendas marinhas, sem que os lucros da atividade sejam comprometidos com a contratação de mão de obra.

Os produtos em desenvolvimento Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica deverão atender os produtores e indústrias de beneficiamento de mexilhões, restando ainda o atendimento das necessidades de mecanização dos produtores e indústrias beneficiadoras de ostras. Em seguida, foram enfrentados os três maiores problemas passíveis de soluções através de mecanização sendo Novaes (2002) com o desenvolvimento de um

sistema para lavagem e classificação de ostras, Santana (2005) com o desenvolvimento de um equipamento para a lavagem de lanternas de cultivo de ostras e Hamad (2003) com um sistema embarcado de elevação de carga para manejo das unidades de cultivo do mar.

Dentre os modelos de consenso, o modelo de projeto de produto proposto por Pahl & Beitz (1996) é um dos mais difundidos e foi utilizado como base metodológica para a solução do problema de projeto. Além de se tratar de um modelo completo, ele foi utilizado devido aos resultados positivos que vem sendo verificados nos trabalhos realizados, dispostos de forma objetiva em Forcellini (2003). Na (Figura 02) pode-se observar o fluxo de informações entre as fases, assim como o resultado obtido em cada uma delas e os meios utilizados para as tomadas de decisão dentro da fase de Projeto de Produto e do Processo.

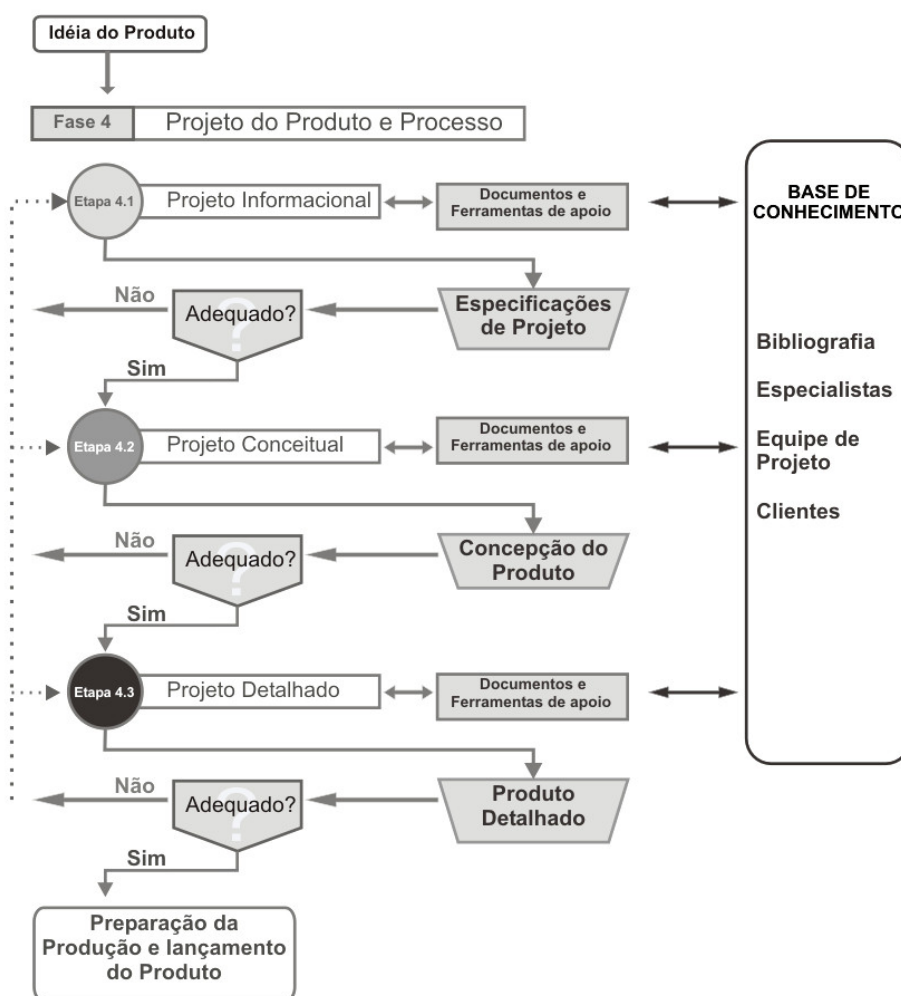


Figura 02 – Modelo de processo de projeto adotado

Seguindo o modelo de desenvolvimento de produtos, os projetos foram desenvolvidos buscando seguir as etapas descritas no processo objetivando detectar, medir e sistematizar as necessidades demonstradas e as não percebidas, dos produtores de moluscos da região. Cada projeto foi conduzido de forma independente, buscando detectar os problemas e formular soluções utilizando uma série de ferramentas auxiliares no processo de conversão dos dados obtidos em pesquisas bibliográficas, de campo e experimentais visando o desenvolvimento de equipamentos que proporcionassem uma maior desempenho, fazendo com isso com que

houvesse um aumento de produtividade tanto do processo produtivo quanto dos indivíduos envolvidos no processo.

Esta produtividade pôde ser medida e observada através da melhoria da qualidade dos moluscos oferecidos para comercialização, redução do tempo de tarefas, redução de esforços físicos operacionais dos produtores, redução de lesões, aumento da taxa de crescimento dos moluscos, entre outras vantagens. Os casos serão citados em seguida.

3. Casos específicos dos produtos desenvolvidos

Para exemplificar as etapas e o processo de desenvolvimento destes produtos, serão descritas algumas fases do desenvolvimento do projeto que caracterizaram a necessidade da utilização do processo metodológico como ferramenta para orientar, auxiliar e facilitar as etapas de desenvolvimento do processo de projeto.

3.1 Sistema embarcado de manejo de estruturas de cultivo usadas na maricultura.

Teve como objetivo desenvolver um equipamento para facilitar o processo de retirada das estruturas de cultivo submersa, também chamada de “lanternas” (Figura 03 - A) para a embarcação de coleta e manejo, com uma redução considerável de esforço dos usuários proporcionando maior segurança e estabilidade, sem comprometer a capacidade de carga da embarcação, adequando-o à realidade dos modelos e formas de embarcações comumente utilizadas no litoral catarinense.

Para isso foi feita uma pesquisa de princípios de solução embarcados utilizados em equipamentos desenvolvidos para maricultura nos principais países produtores e em outros princípios de solução que pudessem ser aproveitados para desempenhar o papel atualmente exercido pela aplicação de esforços físicos em posturas inadequadas e que acarretam lesões e acidentes (Figura 03 - B e C), aumento do tempo de operações que com isso tem tornado a atividade pouco atrativa para a entrada e permanência de novos produtores.



Figura 03 – (A) espinhel de suporte; (B) Posição para alcançar espinhel; (C) Retirada manual da lanterna

Utilizando métodos de seleção das alternativas propostas, a alternativa mais bem pontuada passou para a fase seguinte de detalhamento e em paralelo a construção de um protótipo de testes (Figura 04) para avaliar o desempenho do modelo proposto. Este consistia em um equipamento de peso baixo e bem distribuído. Que não ocupasse as áreas úteis do convés, que proporcionasse alcance e resistência suficiente para operacionalizar as diferentes formas de cultivo e reduzisse os esforços e lesões na operação do mesmo, que facilitasse as operações de movimentação ao longo do espinhel, que reduzisse o tempo entre as atividades, resultando enfim em um equipamento que proporcione maior desempenho e produtividade para a atividade. Desta forma a configuração obtida corresponde à solicitação dos requisitos de projeto apresentados nas fases iniciais da atividade de projeto.



Figura 04 – (A) mudança da posição e modo de exercer a força com postura adequada – (B) Elevação da estrutura de cultivo através de um sistema de cabos e polias com redução de esforço – (C) Vista geral do protótipo desenvolvido para testar o conceito do sistema.

A opção por utilizar as embarcações existentes surgiu da forte demanda de um equipamento de baixo custo que possibilitasse a utilização das embarcações existentes, reduzindo com isso o investimento financeiro em uma nova embarcação.

3.2. Protótipo de uma lavadora de lanternas no cultivo de ostras.

Uma outra tarefa da maricultura carente de mecanização no cultivo de ostras é a lavagem de lanternas, petrechos utilizados para manter as ostras no mar isoladas de outros organismos. A necessidade de se realizar esta tarefa surge devido à presença de incrustações, denominadas *fouling*, que são prejudiciais ao cultivo por causar acúmulo de peso nas estruturas, maior probabilidade de presença de predadores e redução do fluxo de água dentro das lanternas, prejudicando o metabolismo das ostras. O peso acumulado nas estruturas do cultivo e o tempo necessário para se realizar as lavagens com o método artesanal tornam esta tarefa onerosa (Figura 05).



Figura 05 – Processo artesanal de lavagem de lanternas: a) retirada da água, b) transporte c) lavagem com jato de água.

A fim de se verificar quantitativamente o peso decorrente do acúmulo de *fouling*, foi realizado um experimento nas dependências do LMM. O experimento mostrou que o acúmulo de *fouling* nas lanternas está relacionado à periodicidade de lavagem. Foram comparados quatro lotes de lanternas, lavadas com periodicidade de 7, 15, 21 e 120 dias.

Tomando-se como referência a situação onde ocorreu maior acúmulo de *fouling*, o Lote IV, há um acúmulo de 7,6 kg nas lanternas e 4,2 kg nas ostras, totalizando 11,8 Kg. Sendo o peso próprio da lanterna igual a 2 Kg e o peso aproximando de 300 ostras igual a 30 Kg, tem-se um total de 44 Kg por lanterna. Dessa forma, o peso do *fouling* representa 27% do total da lanterna. Considerando-se o cultivo de 90 lanternas, tem-se um peso total de 3,9 toneladas, sendo aproximadamente 1 tonelada referente ao *fouling*.

O emprego das técnicas de projeto permitiu que fosse desenvolvido e construído um protótipo para atender as necessidades dos clientes de ter um produto que funcionasse no local de cultivo, com simples manutenção, baixo preço, etc. (Figura 07) O protótipo desenvolvido atendeu estas características, por ter leveza, praticidade de uso, baixos custos, etc.

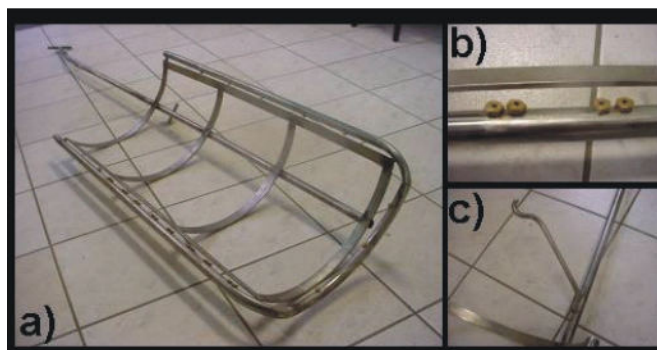


Figura 07 – Protótipo de lavação de lanternas. a) conjunto, b) detalhe dos bicos para pressurizar a água e c) gancho para sustentação da lanterna.

Os objetivos almejados com a lavação utilizando-se o protótipo foram atendidos com sucesso. A utilização do protótipo implicou em uma redução de 39,5% do tempo total para lavação de um espínhel em relação ao processo atual. Quanto à retirada do *fouling*, a taxa de remoção foi de 82,5%. Este resultado atingiu satisfatoriamente a especificação do projeto (80% de retirada de *fouling*).

Assim, com o uso desta nova tecnologia desenvolvida pode-se obter um impacto positivo na ostreicultura, promovendo a melhoria das condições do trabalho cotidiano dos ostreicultores, redução dos impactos ambientais negativos e o aumento da produtividade nas fazendas marinhas.

3.3 Sistema de limpeza e classificação de ostras

Durante o processo de produção as ostras devem ser submetidas à limpeza para que a fauna incrustante presente na superfície das suas conchas seja removida de modo a potencializar o metabolismo e conseqüentemente, o desenvolvimento das mesmas, fazendo com que a produtividade dos cultivos seja economicamente viável, e que o produto apresente um bom aspecto no momento da sua comercialização. Além disso, a limpeza das ostras interfere diretamente na redução do peso dos petrechos de cultivo, o que está diretamente relacionado à facilidade de manejar a produção.

A classificação das ostras objetiva separá-las em classes de tamanho de tal modo a compor lotes homogêneos, fazendo com que a colheita seja menos escalonada, reduzindo gastos com mão de obra, e fazendo com que o produto possa ser vendido em diferentes tamanhos conforme o desejo dos consumidores.

O que motivou o desenvolvimento de um sistema mecânico para realizar estes dois processos foi o fato dos maricultores realizá-los de forma ainda bastante artesanal, utilizando mangueiras de alta pressão para a limpeza das ostras e operações de peneiramento e separação manual das ostras para classificá-las. A realização destes processos de forma não mecanizada inviabiliza a expansão da produção de ostras por duas razões: a necessidade de contratação excessiva de mão de obra, que acaba comprometendo os lucros dos maricultores; e a baixa produtividade do processamento da produção, que acaba limitando o volume processado por unidade de tempo.

Com a conclusão do projeto detalhado do sistema, foi realizada a construção do protótipo e efetuados testes preliminares (em laboratório) e testes de campo objetivando avaliar o desempenho do protótipo desenvolvido. A construção do protótipo e a realização de testes forneceram subsídios importantes para a otimização do projeto desenvolvido, tanto no que tange o seu desempenho funcional, quanto na redução dos seus custos de produção.

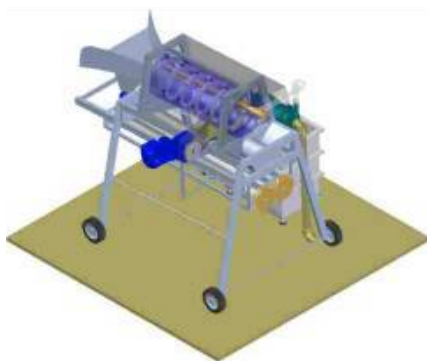


Figura 09 – Modelo gráfico do sistema de limpeza e classificação de ostras



Figura 10 – Protótipo do sistema em testes.

3.4 Desenvolvimento de uma linha modular de produtos para o cultivo de mexilhões

Desde a introdução das técnicas de cultivo, ao final da década de 80, processos realizados na maricultura são realizados manualmente, acarretando ferimentos e fadiga ao produtor, além de uma baixa produtividade ao processo. De forma a minimizar tais problemas, e por solicitação dos próprios produtores, desenvolveu-se doze módulos básicos, cuja combinação permite a realização de oito tarefas distintas: 1)Retirada das cordas do cultivo; 2)Remoção dos mexilhões das cordas; 3)Desgranação dos mexilhões (soltar os mexilhões presos entre si); 4)Seleção dos mexilhões; 5)Limpeza dos mexilhões; 6)Limpeza refinada dos mexilhões; 7)Retirada das conchas dos mexilhões; 8)Retirada e ½ concha dos mexilhões

Protótipos dos módulos considerados como críticos ao sistema foram desenvolvidos e testados, sendo sua performance considerada satisfatória, porém sendo propostas diversas melhorias no sentido de aperfeiçoar a eficiência, garantir a satisfação do produtor e, conseqüentemente, a aceitação do produto pelo mercado. A Figura 08 apresenta a configuração de módulos desenvolvida para a tarefa de desgranação de mexilhões. Os módulos básicos desenvolvidos e as suas configurações principais são ilustrados na figura 09 - A. Pode-se notar que existem duas famílias distintas de módulos, resultado direto da variante metodológica empregada para desenvolvimento desta família de produtos.

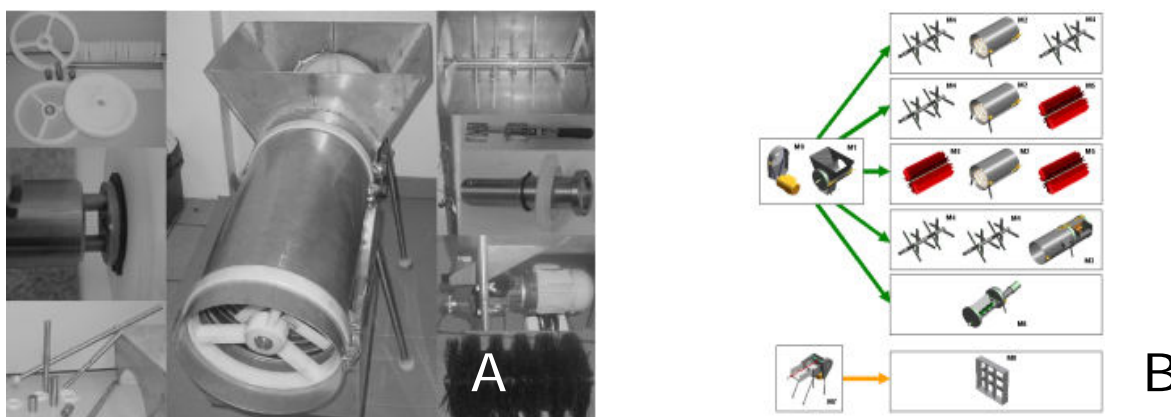


Figura 08. Configuração final do protótipo e alguns componentes; B) Configurações de módulos previstas.

Finalizado o projeto detalhado, foi realizada a construção do protótipo e efetuados testes preliminares (em laboratório) e testes de campo objetivando avaliar o desempenho do protótipo desenvolvido. A construção do protótipo e a realização de testes forneceram

subsídios importantes para a otimização do projeto desenvolvido, tanto no que tange o seu desempenho funcional, quanto na redução dos seus custos de produção.

4. Conclusões

Este trabalho teve como objetivo demonstrar o amplo uso da metodologia de desenvolvimento de produtos exemplificado à aplicação prática no desenvolvimento de produtos voltados à mecanização de uma nova forma de atividade econômica, ainda incipiente, mas de grande importância estratégica para o estado de Santa Catarina, tanto sob o ponto de vista econômico, pois se apresenta como uma alternativa altamente viável, podendo se transformar em breve como a principal fonte de receita de pequenos municípios litorâneos quanto do ponto de vista social e ambiental, proporcionando a migração da atividade de pesca artesanal que vem gradativamente se apresentando inviável para a manutenção das famílias que tradicionalmente dependem desta atividade, oferecendo uma maior renda, conforto e segurança na operação das atividades.

Outra característica importante é a vantagem de ser uma atividade de baixo impacto ambiental pois utiliza o ambiente marinho de forma racional e controlada sob o controle de órgãos públicos que monitoram as áreas utilizadas e não se baseia no modelo extrativista como visto no caso da pesca.

Comparados aos modelos empíricos criados pelos pequenos produtores e aos modelos industriais encontrados em países com maior tradição e conseqüentemente, maior escala de produção, os equipamentos aqui demonstrados, desenvolvidos com o auxílio dos modelos sistemáticos da metodologia de desenvolvimento de produtos, tem como uma de suas funções iniciar o processo de mudança do modelo artesanal encontrado na grande maioria das áreas de cultivo e beneficiamento, aumentando sua produtividade, com isso, cria-se uma nova cultura de produção que futuramente, alcançará a estabilidade e a tradição necessárias para tornar o Brasil um grande produtor mundial de moluscos.

Referências

FORCELLINI, F.A. (2003) - Apostila de Projeto para Manufatura. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003a.

HAMAD, A. F. (2003) - Desenvolvimento de um sistema para elevação e manejo embarcado das estruturas de cultivo na maricultura. Projeto de Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Mecânica) - CTC/EMC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MOLNAR, J.J. (2000) - Small-scale aquaculture as a sustainable rural livelihood: a global perspective. Trabalho apresentado no X World Congress of Rural Sociology, Rio de Janeiro – Brasil (30 de julho a 5 de agosto).

NOVAES, A.L.T.. (2002) - Desenvolvimento de um sistema para lavagem e classificação de ostras.. Projeto de Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Mecânica) - CTC/EMC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

PAHL, G.; BEITZ, W. (1996) - Engineering design: a systematic approach. 2nd ed. London: Springer-Verlag, 544 p.

SANTANA, F.E, (2005) - Desenvolvimento do protótipo de uma máquina para lavagem de lanternas no cultivo de ostras. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica). UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis

SCALICE, R.K. (2003) - Desenvolvimento de uma família de produtos modulares para o cultivo e beneficiamento de mexilhões. Tese (Doutorado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica). UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.