

**Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental**

**ELIMINAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA DE
CONCHAS DE OSTRAS POR PROCESSO BIOLÓGICO**

Daniel Celestino Fornari Bocchese

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
JUNHO/2008**

Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental

ELIMINAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA DE CONCHAS DE OSTRAS POR PROCESSO BIOLÓGICO

Daniel Celestino Fornari Bocchese

**Trabalho apresentado à Universidade
Federal de Santa Catarina para Conclusão
do Curso de Graduação em Engenharia
Sanitária e Ambiental**

Orientador
Prof. Dr. Fernando Soares Pinto Sant'Anna

Co-orientadora
Professora Dra. Vetúria Lopes de Oliveira

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
JUNHO/2008**

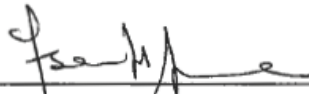
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

**ELIMINAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA DE CONCHAS DE OSTRAS
POR PROCESSO BIOLÓGICO**

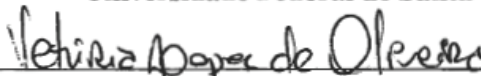
DANIEL CELESTINO FORNARI BOCCHESI

**Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos requisitos para
Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental –
TCC II**

BANCA EXAMINADORA:



**Prof. Dr. Fernando Soares Pinto Sant'Anna (Orientador)
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental
Universidade Federal de Santa Catarina**



**Professora Dra. Vetúria Lopes de Oliveira
Departamento de Microbiologia e Parasitologia - UFSC
Universidade Federal de Santa Catarina**



**Professora Dra. Catia Regina Silva de Carvalho Pinto
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFSC
Universidade Federal de Santa Catarina**

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
NOVEMBRO/2007**

AGRADECIMENTOS

Ao professor Fernando Soares Pinto Sant'Anna, pela orientação e por compartilhar de sua experiência no desenvolvimento deste trabalho.

Às professoras Vetúria Lopes de Oliveira e Catia Regina Silva de Carvalho Pinto, por compartilhar dos sólidos conhecimentos em microbiologia, sem os quais este estudo não seria possível.

A toda equipe do LAGA, em especial à Eliana e Juliana que trabalharam muito para a realização deste trabalho.

Aos trabalhadores do LIMA, em especial à Graziela e Arlete pela ajuda prestada.

A toda equipe da Intech Engenharia & Meio Ambiente, pelo companheirismo, pela preocupação e investimento na evolução de seus estagiários e por darem todo apoio necessário à conclusão deste projeto.

Aos meus amigos, Michel, Ney, Júnior, Leonardo e Marlenne, moradores da República da Marlenne, pelos grandes momentos compartilhados e pelo incentivo a deixar sempre para depois a realização deste trabalho, e que graças a Deus eu não os escutava.

À minha namorada Franciane, por compartilhar de todo o processo de realização deste trabalho, sendo minha mais importante fonte de incentivo, carinho e confiança.

Aos meus pais, pelo esforço em me proporcionar sempre a melhor educação possível, meus agradecimentos, respeito e amor.

RESUMO

O crescimento da maricultura em Santa Catarina tornou significativos os impactos ambientais gerados pela atividade. Em busca de uma atividade sustentável é fundamental uma correta destinação de seus resíduos, constituídos principalmente por conchas de ostras. A fim de promover o gerenciamento adequado das conchas associadas à produção das ostras e ao seu consumo em Florianópolis-SC, a maior região produtora do Brasil, teve início no ano de 2004 o projeto Gerenciamento Ambiental e Valoração dos resíduos da Maricultura. Neste contexto, o objetivo deste trabalho de conclusão de curso foi estudar a eficiência da eliminação da matéria orgânica aderida à superfície das conchas de ostras através da ação de microorganismos, expostas a diferentes condições de crescimento. Foram montadas três pilhas de conchas. A Pilha 01 foi regada com água mais caldo nutritivo TSB, a Pilha 02 foi regada com água e a Pilha 03 não sofreu processamento. Ao longo do experimento foi analisada a variação do teor de matéria orgânica, o crescimento de microrganismos, a presença de coliformes nas conchas e o efluente gerado no processo. A adição de TSB à Pilha 01 acelerou em duas semanas a estabilização da matéria orgânica em relação às demais Pilhas. A Pilha 01 e Pilha 02 não apresentaram diferença no tempo necessário à estabilização. Não foram encontrados Coliformes fecais ao final do experimento. O efluente gerado no processo possui elevada concentração de poluentes. Com este trabalho, concluiu-se que a adição de TSB reduz o tempo necessário para estabilizar a matéria orgânica, tornando mais rápido seu aproveitamento em processos produtivos. O efluente gerado no processo de limpeza precisa ser coletado e tratado.

PALAVRAS-CHAVE: Conchas de Ostras; Limpeza biológica; Valorização de resíduos; Maricultura; *Crassostrea gigas*.

ABSTRACT

The increasing of mariculture in Santa Catarina brought significant environmental impacts generated by the activity. In searching of a sustainable activity, it's fundamental the right destination of its waste, consisted mainly of oysters shells. To promote the proper management of shells associated with the oysters production, and its consumption in Florianopolis-SC, the brazilian largest production region, that began in 2004, the Project Environmental Management and Mariculture wastes Valuation. In this context, this completion course work's objective was to study the elimination of efficiency of organic matter adhered in oysters shells surface, through the microorganisms action, exposed to different's growth conditions. To realize the study were made tree shells piles. The Pilel 01 was watered with water more nutritious broth TSB, The Pile 02 was watered with water and Pile 03 did not suffer processing. Throughout the experiment was analysed the organic matter content variation, microorganisms growth, the coliform presence in shells and the wastewater generated in the process. This work conclusion is that the TSB addition in Pile 01 acelerated in two weeks the organic matter stabilization in relation of other cells. The Piles 01 and 02 didn't show difference in the time needed to stabilise. Fecal coliforms were not found at the end of experiment. The wastewater generated in the process has a high concentration of pollutants. Conclusions: The TSB addition reduces the time needed to stabilize organic matter, making it faster recovery in production processes. The wastewater generated in cleaning process must be collected and treated.

KEY WORDS: Oyster shells; biological Cleaning; Waste valorization; Mariculture; *Crassostrea gigas*.

ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. JUSTIFICATIVA	10
3. OBJETIVOS.....	11
3.1. OBJETIVO GERAL	11
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
4.1. MARICULTURA E OSTREICULTURA EM SANTA CATARINA.....	12
4.2. LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO PERTINENTE.....	14
4.3. IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA MARICULTURA	15
4.4. USO E VALORIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DA MARICULTURA	17
4.5. SALINIDADE.....	21
4.6. CONTAMINAÇÃO POR MATÉRIA FECAL.....	22
4.7. QUANTIFICAÇÃO DE MICROORGANISMOS.....	22
5. METODOLOGIA.....	23
5.1. DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO	23
5.2. PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS	26
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
6.1. ELIMINAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA.....	29
6.2. CRESCIMENTO BIOLÓGICO NAS CONCHAS.....	34
6.3. POTENCIAL POLUIDOR.....	38
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	42
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1: Cultivo suspenso-flutuante do tipo long-line. Fonte: EPAGRI.....	12
Figura 4-2: Esquema do cultivo suspenso-flutuante do tipo long-line, com detalhe de lanterna com seis andares.	13
Figura 4-3: Local de descarte das conchas pelas fazendas marinhas do Ribeirão da Ilha.	16
Figura 4-4: Local de descarte dos resíduos orgânicos das conchas.	16
Figura 5-1: Proteção contra a entrada de solo.....	24
Figura 5-2: Esquema mostrando vista superior do local do experimento.	25
Figura 6-1: Larvas de moscas presentes no efluente.	29
Figura 6-2: Resultado das análises de umidade.	31
Figura 6-3: Resultados das análises de matéria orgânica.....	32
Figura 6-4: Médias semanais de temperatura.	34
Figura 6-5: Resultado das análises de pH.....	35
Figura 6-6: Resultado das análises de quantificação de bactérias.....	36
Figura 6-7: Resultado das análises de cloretos.	40
Figura 6-8: Precipitação local no período de estudo.....	41

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4–1: Medicamentos à base de cálcio de ostras	18
Tabela 4–2: Pesquisa do mercado consumidor em Santa Catarina.	20
Tabela 6–1: Resultado da análise de DBO	38
Tabela 6–2: Massa de matéria orgânica na forma de SSV no experimento.	38
Tabela 6–3: Massa de matéria orgânica na forma de SSV/m ³ de conchas.	39
Tabela 6–4: Massa de matéria orgânica na forma de DBO/m ³ de conchas	39

LISTA DE ABREVIATURAS

DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
SSV	Sólidos Suspensos Voláteis
pH	Potencial Hidrogeniônico
°C	Graus Celsius
Kg	Quilogramas
g	Gramas
%	Por cento
‰	Por mil
TSB	Tryptic Soy Broth
TSA	Tryptic Soy Agar
UFC	Unidades Formadoras de Colônias
PVC	Cloreto de Polivinila
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Pequenas Empresas
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
COMCAP	Companhia de Melhoramento da Capital
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
LIMA	Laboratório Integrado do Meio Ambiente

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de organismos marinhos, conhecido como maricultura, é uma importante fonte de alimento e renda para o ser humano. Esta atividade apresenta grande importância social e econômica, pois permite que muitas comunidades tradicionais, afetadas pelo declínio da pesca extrativa, sobrevivam do cultivo de organismos marinhos. Isto permite a fixação de pescadores em suas comunidades de origem, através da geração de emprego e renda.

Santa Catarina é o estado brasileiro que possui a maior produção de ostras da espécie *Crassostrea gigas*. O caráter intensivo desta atividade faz com que as conchas de ostras descartadas nas fazendas marinhas não sejam absorvidas naturalmente pelo meio, gerando diversos impactos ambientais, entre eles o assoreamento e a eutrofização das áreas de cultivo.

As conchas de ostras são ricas em carbonato de cálcio (CaCO_3), matéria-prima utilizada em diversos processos produtivos, tais como, na fabricação de ração animal e na correção de acidez do solo. Para que estes resíduos da maricultura possam ser utilizados pela indústria, se faz necessária a eliminação da matéria orgânica e de possíveis organismos que estejam aderidos à superfície das conchas.

Uma forma de processar essas conchas para obtenção do carbonato de cálcio seria a moagem a úmido, seguida de tratamento térmico (400 – 500°C), para eliminação da água da moagem e retirada do substrato orgânico das conchas. Esta forma de processamento tem a desvantagem de ter um custo econômico elevado, dificultando a utilização das conchas como matéria-prima renovável. Desta forma, a utilização das conchas descartadas dependerá da disponibilidade mensal, da logística de recolhimento e de transporte e, ainda, de baixo custo no processamento para eliminação da matéria orgânica aderida às conchas. Pensando nisso, este trabalho visou avaliar a eliminação biológica da matéria orgânica presente nas conchas e analisar os microorganismos responsáveis por esse processo, sob diferentes condições ambientais.

Este trabalho está inserido dentro do Projeto Valorização dos Resíduos da Maricultura, desenvolvido pelo Laboratório de Gestão Ambiental na Indústria do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC, em parceria com o Sebrae-SC, a Prefeitura Municipal de Florianópolis, o CNPq e a CAPES.

2. JUSTIFICATIVA

A maricultura é uma forma de produção de alimentos importante para combater a fome em algumas regiões do planeta. Além disso, possui qualidades sociais, ambientais e econômicas muito importantes para as regiões de cultivo.

Entretanto, a produção intensiva gera uma quantidade muito maior de conchas e outros resíduos quando comparada com a produção natural. Isto causa inúmeros impactos nesses ambientes, tais como: poluição visual; odores em terrenos de acumulação do material descartado; danos à atividade turística; assoreamento de áreas de cultivo; alterações locais na qualidade das águas; entre tantos outros.

O presente trabalho tem a finalidade de preparar, através da limpeza biológica das conchas, os resíduos da maricultura para que sejam transformados em um produto comercializável, que gere renda para os maricultores e reduza os impactos ambientais da atividade.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Este trabalho tem por objetivo geral desenvolver uma metodologia para eliminar a matéria orgânica aderida à superfície das conchas de ostras através da ação de bactérias.

3.2. Objetivos específicos

- ✓ Avaliar o crescimento de bactérias sobre as conchas em diferentes condições de crescimento (concha seca, concha úmida, concha úmida mais os nutrientes);
- ✓ Analisar a variação de matéria orgânica presente nas conchas durante o experimento;
- ✓ Analisar a presença de indicadores microbiológicos (Coliformes), após a estabilização de matéria orgânica;
- ✓ Avaliar a massa orgânica, em termos de DBO, do efluente gerado pela estocagem de conchas de ostras;
- ✓ Avaliar a concentração de cloretos das conchas ao longo do experimento.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Maricultura e ostreicultura em Santa Catarina

O Estado de Santa Catarina é o maior produtor nacional de ostra e o cultivo vem se desenvolvendo desde 1992 nos municípios da Grande Florianópolis, sendo a própria cidade de Florianópolis responsável por 83,3% da produção estadual. No ano de 2006, a ostreicultura em Santa Catarina produziu 3.152,4 toneladas de ostras (OLIVEIRA NETO, 2006).

O distrito de Ribeirão da Ilha é citado como responsável por 80% da produção de ostras de Florianópolis, sendo esta uma importante atividade econômica da região. O local possui boas condições para a maricultura. A baía formada entre o continente e a ilha é de águas calmas, com influência de correntes frias e ricas em produção primária (MARIANO e PORSSE, 2003).

As técnicas de cultivo são as mais variadas. Na Ilha, a espécie cultivada é a ostra japonesa ou do pacífico, denominada cientificamente de *Crassostrea gigas*. Para sua produção é comum utilizar-se do sistema suspenso por espinhel, também chamado de long-line (Figura 4-1) e (Figura 4-2), que é o mais utilizado no mundo. Esta técnica consiste numa linha principal de, no mínimo, 100 metros de comprimento, mantida junto à superfície por flutuadores (bombonas, garrafas plásticas, etc.) que são separados entre si a cada 1 ou 2 metros. Nesta linha principal, são amarradas lanternas que têm de 4 a 6 andares onde as ostras são colocadas para crescimento.



Figura 4–1: Cultivo suspenso-flutuante do tipo long-line. Fonte: EPAGRI.

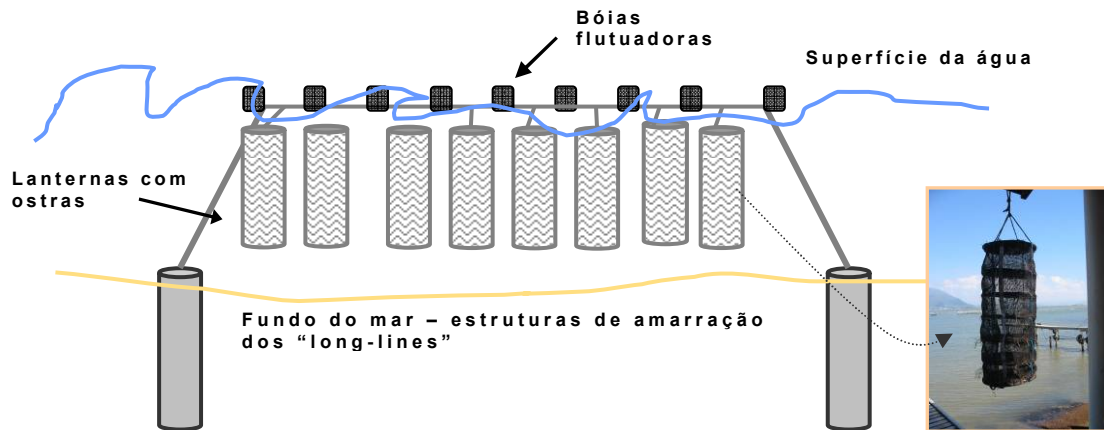


Figura 4-2: Esquema do cultivo suspenso-flutuante do tipo long-line, com detalhe de lanterna com seis andares.

As sementes de ostras utilizadas nos cultivos do Ribeirão da Ilha são produzidas pelo LMM/UFSC (Laboratório de Moluscos Marinhos), que é o único laboratório no Brasil a produzir regularmente sementes de ostra do Pacífico. Este é, portanto, o principal pilar de sustentação da atividade, atendendo tanto a comunidade catarinense quanto a outros Estados brasileiros como São Paulo, Paraná, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Piauí, Pernambuco, Bahia, Rio Grande do Norte e Ceará (OLIVEIRA NETO, 2006).

As ostras possuem o corpo mole, protegido externamente por uma concha que apresenta duas valvas: a superior ou direita, que é plana; e a inferior ou esquerda, que é côncava. As conchas são constituídas basicamente por carbonato de cálcio e são formadas através de glândulas localizadas no manto que retiram o carbonato diretamente da água (MANZONI, 2001).

As ostras *Crassostrea gigas* são encontradas em salinidade de 5‰ a 35‰ e temperaturas ambientes anuais de 10 a 28°C, habitando as áreas de variação de maré. As condições ótimas para o crescimento da *Crassostrea gigas* são temperaturas ambientes entre 15 e 30°C e salinidade de 23 a 28‰ (BARDACH *et al.*, 1972 e KOBRINGA, 1976, apud SILVA 1998).

Um aumento brusco na temperatura ambiente e, conseqüentemente, da água do mar pode provocar a morte desses animais, que são sensíveis a este fator. Predação, enfermidades e competição são outras causas comuns de mortalidade em ostras (SILVA, 1998).

Em Florianópolis, técnicos do Laboratório de Moluscos Marinhos (LMM) da UFSC estimam uma perda de *Crassostrea gigas* (mortas e/ou desaparecidas) de 2 a 3% para os períodos de temperaturas mais baixas do ano (outono, inverno e primavera). Para a estação de verão são estimados 70% de perdas (SILVA, 1998).

Segundo Fréchette *et al.* (2002), a mortalidade está associada a condições ambientais de larga escala, e métodos de cultivo e manejo podem não ser suficientes

para um controle efetivo. Além de fatores trópicos, a temperatura é uma importante causa da mortalidade excessiva de verão. Altas temperaturas são favoráveis para o crescimento de alguns agentes patogênicos em águas salinas.

Muitos parasitas podem causar enfermidades e levar à morte moluscos bivalves. Protozoários, anelídeos, fungos, ciliados e cestódeos são exemplos que podem afetar as populações de ostras (SABRY & MAGALHÃE, 2005).

Segundo a EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina), em 2005, as taxas de mortalidade foram em média 19% e 14% maiores em relação à safra anterior, para as Baías Sul e Norte de Florianópolis, respectivamente, somando-se os cultivos de ostras e mexilhões. Apenas para as ostras, houve, neste mesmo ano, um decréscimo de 32% em relação à última safra. Essa mortalidade, muito provavelmente, está relacionada à amplitude térmica entre os verões de 2005 e 2006, onde se verificou um acréscimo de aproximadamente 4°C na temperatura ambiente (OLIVEIRA NETO, 2005).

Kusterko *et al* (2007) realizaram um monitoramento durante um ano em aproximadamente 80 cultivos e restaurantes do Ribeirão da Ilha, e mostraram que a produção total de conchas foi de 10,5 toneladas por mês nos meses considerados mais frios e de pouca mortalidade (abril a outubro). Já nos meses quentes (novembro a março), a produção chega a 31,5 toneladas de conchas/mês.

4.2. Legislação e regulamentação pertinente

A legislação e as regulamentações são ferramentas que, em conjunto com uma fiscalização eficiente das áreas de produção e beneficiamento de ostras, constituem soluções para minimizar os problemas ambientais causados pela ostreicultura.

A instrução normativa publicada pelo IBAMA, Instrução normativa nº 105 de 20 de julho de 2006 (ANEXO 1), estabelece regras em relação à destinação de resíduos provenientes da atividade de malacocultura (cultivos de moluscos bivalves). O documento proíbe a deposição no mar de resíduos provenientes dessa atividade, como: Conchas, restos de cordas, cabos e panos de rede. Neste documento consta que o empreendedor é responsável pela destinação dos resíduos oriundo de suas áreas de produção e pela retirada das estruturas de cultivo abandonadas em águas de domínio da União.

Para o cumprimento da determinação da destinação dos resíduos, a instrução normativa estabelece um prazo máximo de seis meses, que terminou em 20 de janeiro de 2007. O descumprimento das condicionantes estabelecidas pela instrução normativa acarretaria o cancelamento da Licença Ambiental obtida ou TAC (termo de ajuste de conduta), além de outras penalidades previstas no decreto nº 3.179 de 21 de setembro de 1999 e demais legislações.

4.3. Impactos ambientais causados pela maricultura

Em seu hábitat natural, os resíduos produzidos pelas ostras são benéficos ao ambiente marinho. Entretanto, a produção intensiva, que é o que ocorre na ostreicultura em Santa Catarina-BR, gera uma quantidade muito maior de conchas e outros resíduos quando comparada com a produção natural. Isto causa inúmeros impactos neste ambiente.

Entre os impactos gerados por essa atividade estão os problemas relacionados à disposição de resíduos sólidos e efluentes líquidos gerados nos locais de cultivo, pelo uso de estruturas de fixação dos cultivos no mar que provocam alterações nas correntes marítimas e poluição visual. Também ocorre mudança nos padrões físico-químicos da água ocasionados pelos cultivos.

Para o caso de cultivos de moluscos no estado de Santa Catarina, Schettini (1997), considera que os principais impactos ambientais resultantes de práticas intensivas seriam a alteração hidrodinâmica dos corpos de água e a bioacumulação de dejetos orgânicos.

Num estudo acerca da circulação hidrodinâmica e dispersão de poluentes na Baía de Florianópolis, Martins *et al.* (1997) constataram que a entrada das ondas de maré pelas embocaduras norte (baía Norte) e sul (baía Sul) dá origem a uma onda estacionária. Segundo esses pesquisadores, na Região Sul do Brasil as correntes marítimas são sempre muito fracas, já que os gradientes do nível da água, responsáveis pela movimentação desta, são igualmente fracos. Devido a estas condições, há grande possibilidade de haver eutrofização nas baías, onde existe grande quantidade de cultivos nesses locais, apesar deste impacto ainda não ter sido detectado.

Segundo Lemos *et al.* (2007), alguns maricultores relatam que por causa da alta turbidez da água, os moluscos levam mais tempo para atingir o peso comercial. Esta deficiência pode ser explicada pela excessiva deposição de sedimentos orgânicos, diminuição de oxigênio e redução das microalgas presentes na água que são responsáveis pela alimentação dos moluscos.

Em entrevista realizada por Lemos *et al.* (2007) junto aos maricultores, foram identificados locais na Baía onde existe dificuldade de passagem das baleeiras, devido ao assoreamento provocado pelo acúmulo de resíduos ali lançados ao mar. Outros problemas indicados pelos entrevistados foram: desgastes e incrustações nos próprios materiais dos cultivos e o ferimento de banhistas. Na mesma entrevista, foi notável a inconsciência da população quanto à intervenção da maricultura no meio, pois no questionamento sobre os impactos causados pela atividade, 55% dos ostreicultores consideraram que a atividade não prejudica o meio ambiente em nenhuma de suas formas.

De acordo com as informações levantadas por Petrielli (2008), 25% dos ostreicultores descartam os resíduos das conchas no mar, 37% descartam no lixo comum que é recolhido pela empresa de limpeza urbana da cidade, COMCAP, e 12%

descartam suas conchas em terrenos baldios do entorno. Na figura 4-3 podemos visualizar o destino dos resíduos.

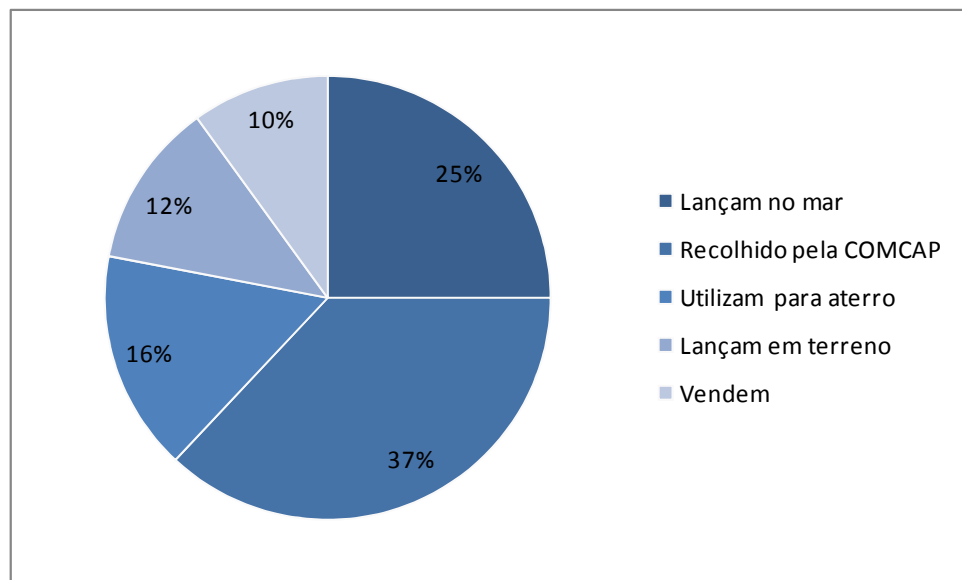


Figura 4–3: Local de descarte das conchas pelas fazendas marinhas do Ribeirão da Ilha.

Os resíduos orgânicos e conchas são reutilizados apenas por uma minoria: 10% vendem as conchas das ostras e 4% utilizam os resíduos orgânicos para compostagem. Estes últimos aprovaram a qualidade deste fertilizante. Os resíduos orgânicos são lançados ao mar por 75% dos ostreicultores (PETRIELLI, 2008). A Figura 4–4 mostra o local de descarte dos resíduos orgânicos das conchas.

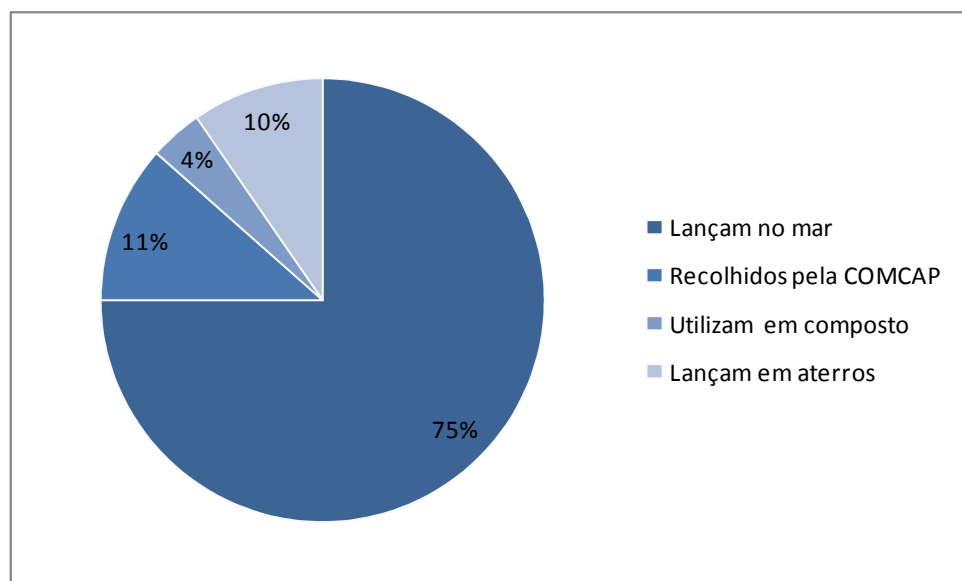


Figura 4–4: Local de descarte dos resíduos orgânicos das conchas.

Foi também observado neste questionário a origem da água utilizada e seu destino: 66% dos cultivos utilizam água doce e 84% descartam seus efluentes sem tratamento, sendo 82% deste efluente lançado no mar pelos ostreicultores.

A entrevista aponta ainda que, aproximadamente, 12% dos ostreicultores lançam suas conchas em terrenos da região enquanto 26%, no mar. Os grandes cultivos são os maiores responsáveis por este lançamento nas águas da baía, devido a decisão da COMCAP de não recolher grandes volumes de conchas. Segundo entrevista com a COMCAP, a coleta possível seria no máximo de 240 a 280 kg de resíduo por cultivo, três vezes na semana. No verão esta coleta ocorre quatro vezes na semana.

Para redução dos impactos ambientais causados pela ostreicultura seria interessante estudar ações como: utilização de água do mar para permitir a conservação de água doce; controle sobre a eutrofização e o possível assoreamento das áreas marinhas; conscientização das partes envolvidas e controle ambiental da produção.

4.4. Uso e valorização dos resíduos da maricultura

Algumas empresas de Santa Catarina utilizam concheiros naturais fossilizados como matéria-prima de diversos produtos. É possível fazer uso das conchas descartadas pela maricultura, desde que exista disponibilidade regular mensal do produto, logística eficiente de recolhimento e de transporte e custo final do produto compatível com o de mercado.

As conchas de ostras são ricas em carbonato de cálcio, alcançando valores de 95,99% de CaCO_3 (YOON *et al.*, 2002), e estudos para seu aproveitamento vêm acontecendo em vários países. O carbonato de cálcio (CaCO_3) serve de matéria-prima na fabricação de vários produtos, dentre eles: na construção de estradas (como filler para misturas betuminosas), pasta de papel (substituindo em parte a matéria-prima vegetal), mármore compacto para pavimentos e revestimentos, adubos e pesticidas, rações (alimentos compostos para animais), cerâmicas, tijolos, tintas, vernizes e borrachas, espumas de polietileno, talcos, vidros, cimento, impermeabilização de lagoas, selagem de lixeiras (material impermeabilizante), correção de solos (calagem), medicamentos e carga em polímeros (BOIKO *et al.*, 2004).

Várias são as áreas em que o CaCO_3 extraído das conchas e beneficiado pode ser empregado, entre elas estão:

✓ Meio Ambiente: Estudos realizados na Flórida (EUA) e Coréia do Sul (Ásia) revelam que as conchas de ostras, após serem pirolisadas a uma temperatura de 750°C durante 1 hora numa atmosfera de nitrogênio, transformam-se num produto com eficiência maior que 98% para remoção de fosfatos em águas residuárias, sendo esta uma importante estratégia para o controle da eutrofização de águas (KWON *et*

al., 2003). As conchas também podem ser úteis no tratamento individual de efluentes domésticos. A alternativa utiliza conchas de ostras em camadas onde geralmente utiliza-se seixo rolado ou cascalho no sistema de zona de raízes. No entanto, é necessário renovar periodicamente as conchas do tanque, devido à concentração de poluentes pela saturação de fósforo nas conchas.

✓ **Materiais de construção:** Também na Coréia do Sul foi estudada a possibilidade da substituição de agregados miúdos por conchas de ostras moídas na fabricação de argamassa, principalmente para usos mais viáveis como materiais para preenchimento na construção de diques. Esta foi considerada uma boa alternativa em casos de pouca disponibilidade de areia (LEE *et al.*, 2002; YOON *et al.*, 2002).

✓ **Indústria farmacêutica:** O carbonato de cálcio extraído das conchas de ostras vem sendo muito utilizado, principalmente no Brasil, como suplemento alimentar para reposição de cálcio no organismo. Estudos feitos com pessoas idosas, no Japão (Ásia), confirmam que o carbonato extraído das conchas é mais bem absorvido pelo intestino e aumenta a densidade mineral dos ossos (FUJITA *et al.*, 1990).

No Brasil existem medicamentos à base de conchas de ostras para prevenir e combater a osteoporose, como podemos ver na tabela 4-1:

Tabela 4-1: Medicamentos à base de cálcio de ostras

FABRICANTE	NOME DO PRODUTO	INFORMAÇÕES NO SITE
Vitalnatus <i>Salto (SP)</i>	Calcio de ostras	www.vitalnatus.com
Fontovit <i>São Paulo (SP)</i>	Calcio de ostras	www.fontovit.com.br
Tiaraju. <i>Santo Ângelo (RS)</i>	Calcio de ostras	www.tiaraju.com.br
Bionatus <i>São José do Rio Preto (SP)</i>	Calcio fort	www.bionatus.com.br
Vitamed <i>Caxias do Sul (RS)</i>	Fixa-cal	www.vitamed.com.br
Catarinense Spa <i>Jornville (SC)</i>	Suplemento de cálcio a base de ostra	www.catarinensespa.com.br
Herbarium <i>Colombo (PR)</i>	Calcio de ostras	www.herbarium.net
Phytomare <i>Governador Celso Ramos (SC)</i>	Calcio de ostras e cálcio de ostras emiquescido	www.phytomare.com.br

Fonte: PETRIELLI (2008)

Ração animal: A farinha de ostra garante um contínuo suprimento de cálcio evitando a ocorrência de doenças ligadas à má conformação óssea de aves e suínos. Garlich e Parkhurst (1982), perceberam que o uso de conchas de ostras em ração para poedeiras resultou em redução da taxa de declínio da produção, menor número de ovos com casca fracas e dobro de ovos comerciais produzidos de 2 a 5 dias do período de jejum.

Reciclagem: Em estudo feito por Boicko *et al.* (2004) foi verificado que o pó extraído das conchas também pode ser utilizado como aditivo de carga na fabricação de PVC. A adição de carbonato de cálcio resulta em produtos de boas propriedades mecânicas e com boa possibilidade de pigmentação, podendo agir como agente nucleante aumentando a durabilidade, além de facilitar o processo de extrusão. O produto entra na composição de perfis, tubos para água e pisos, revestimentos, fios e cabos elétricos.

O custo final do produto está fortemente relacionado com a distância entre o mercado consumidor e os fornecedores. Assim, devido à alta disponibilidade de conchas no Ribeirão da Ilha, Santos *et al.* (2007) fizeram um levantamento junto a FIESC - Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina, das empresas catarinenses que podem utilizar essas conchas como matéria-prima e/ou insumo em alguma parte de seu processo produtivo (Tabela 4-2).

Tabela 4–2: Pesquisa do mercado consumidor em Santa Catarina.

Empresa	Insumo	Quantidade consumida (kg/mês)	Preço de aquisição atual	Fornecedor	Interesse em utilizar o insumo produzido a partir das conchas de ostras.
Argamassa, Florianópolis	Cal virgem	150.000	R\$ 0,17/kg (com frete)	Informou apenas que o produto vem do PR.	Comprovada a qualidade do produto, sim.
Tintas e revestimentos, São José	Carbonato de cálcio	3.000	R\$ 0,92/kg (com frete)	Não informou	Comprovada a qualidade do produto, sim.
Tubos e conexões, Joinville	Carbonato de cálcio	550.000	Não informou	Não informou	Comprovada a qualidade do produto, sim.
Indústria plástica, Siderópolis	Carbonatos de cálcio	120.000	R\$ 0,37/kg (com frete)	Não informou	Comprovado um padrão uniforme na tonalidade e um nível de sílica aceitável no produto, sim.
Companhia de água e saneamento, Florianópolis	Cal hidratada	125.000	R\$ 0,35/kg (com frete)	Cobrascal	É necessário concorrer ao pregão eletrônico, pois esta é uma empresa pública.
Adm. de Estação de Tratamento de Água, Florianópolis	Cal hidratada	400/ano	R\$ 0,63/kg (com frete)	B & L	Comprovada a qualidade e preço competitivo, sim.
Produtora de ração animal, Imarui	Carbonato de cálcio	7.000.000	Não informou	Informou apenas que a matéria-prima vem de SP.	Sim
Indústria de papel e embalagens, Três Barras e Blumenau	Cal virgem	1.200.000	R\$ 0,18/kg (com frete)	Não informou	Sim

Empresa	Insumo	Quantidade consumida (kg/mês)	Preço de aquisição atual	Fornecedor	Interesse em utilizar o insumo produzido a partir das conchas de ostras.
Agroindústria, São José	Farinha de ostra	75.000	R\$ 1,15/kg (com frete)	CAO do Brasil	Comprovada a qualidade e preço competitivo, sim.
Agroindústria, Nova Veneza	Carbonato de cálcio	Não informou	R\$ 0,0385/kg (sem frete)	Icil e Skal	Sim
Agroindústria, Videira	Carbonato de cálcio	3.000.000	R\$ 0,10/kg (com frete)	Não informou	Sim
Indústria de suplemento alimentar, Governador Celso Ramos	Farinha de ostra	250	R\$ 2,00/kg (com frete)	Produtores de ostras	Sim

Fonte: PETRIELLI, (2008)

As empresas mencionadas na Tabela 4-2 teriam interesse em adquirir o carbonato de cálcio proveniente das conchas descartadas pela maricultura, desde que comprovada a boa qualidade do produto e este possua preço compatível com o mercado.

4.5. Salinidade

A concentração de sais solúveis ou salinidade é a medida da quantidade de sais encontrados nas águas naturais. Uma forma de estimar a salinidade de um efluente é medir a concentração de cloretos. Esta verificação é importante para atestar a qualidade e posterior utilização do produto resultante dos resíduos da maricultura.

O estresse salino inibe o crescimento das plantas, por reduzir o potencial osmótico da solução do solo, restringindo a disponibilidade de água e/ou por acumulação excessiva de íons nos tecidos vegetais, podendo, ainda, ocasionar toxicidade iônica, desequilíbrio nutricional, ou ambos (Boursier & Lauchli, 1990). A faixa de concentração de cloretos e efeito na irrigação são:

- ✓ 0 – 177 mg/L → Excelente – Boa
- ✓ 177 – 335 mg/L → Boa – Má
- ✓ Acima de 335 mg/L → Má

4.6. Contaminação por matéria fecal

Os moluscos, sendo organismos filtradores, podem acumular microrganismos patogênicos para o ser humano ao longo de sua vida na água. Ao final do processo biológico de limpeza, é possível que ainda estejam presentes alguns desses organismos na superfície das conchas, tais como: *Escherichia coli* enteropatógena, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Clostridium perfringens* (Levin, 1978).

Os Coliformes Fecais são organismos indicadores de contaminação fecal e, conseqüentemente, indicam a provável presença de patógenos. Desse modo torna-se importante analisar a presença destes microrganismos nas conchas livres de matéria orgânica, para avaliar a necessidade de aplicação de tratamento com cloro ou radiação ultravioleta (UV). O processo se faz necessário para prevenir possíveis contaminações das pessoas que manusearem o produto e, também, para evitar toxinfecções em animais que venham a consumi-lo.

4.7. Quantificação de microorganismos

Em microbiologia, particularmente na bacteriologia, o crescimento é utilizado como referência à grandeza da população total. O crescimento dos microrganismos pode ser determinado por numerosas técnicas, baseada em um dos seguintes tipos de medidas: contagem celular, avaliação da massa celular e avaliação da atividade celular (SILVA FILHO e OLIVEIRA, 2004).

O método mais comumente utilizado para a determinação do número de células numa população é a contagem dos viáveis, também denominada de contagem em placa. É um método de contagem indireto que se baseia no princípio de que cada célula viável, quando presente em um meio sólido, pode-se multiplicar repetidas vezes e dar origem a uma colônia visível a olho nu.

5. METODOLOGIA

5.1. Descrição do experimento

A eliminação dos resíduos orgânicos presentes nas conchas foi avaliada por meio da montagem e observação de três pilhas experimentais, localizadas no campus universitário da UFSC, com as seguintes características:

Pilha 01 – conchas brutas (não lavadas) expostas às intempéries e regadas no segundo dia do experimento, com solução nutritiva a base de TSB (Tryptic Soy Broth). O caldo nutritivo TSB é composto por uma solução a base de peptona de soja, peptona de caseína, glicose, NaCl e K_2HPO_4 . A diluição usada foi de três gramas de solução por litro de água, totalizando três litros. O TSB foi utilizado com o objetivo de nutrir as bactérias, aumentando desta forma o número destas na superfície das conchas e, conseqüentemente, acelerando o processo de remoção da matéria orgânica presente nas mesmas;

Pilha 02 – conchas brutas expostas às intempéries e regadas no segundo dia do experimento com três litros de água, com a finalidade de manter as conchas úmidas;

Pilha 03 – conchas brutas expostas às intempéries.

O experimento teve início no dia 08 de abril de 2008, e se estendeu por um período de oito semanas. Na realização do estudo foi utilizado o volume de $0,1 m^3$ de conchas brutas para as Pilhas 01 e 02 e o volume de $0,3 m^3$ para a Pilha 03. Os resíduos eram brutas provenientes da fazenda marinha Atlântico Sul, localizada no Ribeirão da Ilha (sul da ilha de Florianópolis, SC).

Todas as pilhas foram revolvidas três vezes por semana para permitir ocorrer maior oxigenação e homogeneização das conchas. O revolvimento das pilhas de conchas foi realizado com o auxílio de uma enxada.

As conchas de ostras foram dispostas sobre lonas com $4 m^2$. Nas laterais das lonas, o terreno foi elevado para que apresentassem cotas superiores às cotas de solo do entorno, de forma a não permitir que o solo do local escorresse junto com a água da chuva para o interior das pilhas (Figura 5-1).



Figura 5-1: Proteção contra a entrada de solo

A base foi inclinada para permitir que o líquido gerado pelo resíduo escoasse livremente para cada recipiente de coleta. Esses recipientes foram inseridos nos pontos de cota mais baixa das pilhas, que foram previamente escavados para esta função.

Os recipientes utilizados foram três baldes de plástico, com um volume aproximado de seis litros. A lona plástica que revestia o solo, encobria também o balde de coleta. Exatamente no centro do balde, havia um furo na lona para permitir a entrada do líquido percolado. A cobertura dos baldes tinha ainda a função de evitar a evaporação demasiada do líquido acumulado.

Tomou-se o cuidado para que a pilha de conchas ficasse próxima a entrada do balde para evitar que ocorresse evaporação durante o trajeto do líquido gerado até o balde. Na Figura 5-2 é apresentada uma imagem do local do experimento com a identificação das pilhas de conchas.



Figura 5-2: Esquema mostrando vista superior do local do experimento.

Três vezes por semana, o líquido presente nos baldes das pilhas 01 e 02 foi aspergido sobre a respectiva pilha. Quando o volume presente no interior dos baldes era inferior a três litros, acrescentava-se água até completar este volume.

No efluente gerado pelas pilhas foram realizados testes de DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio, cloretos e pH. Estes testes foram realizados no início, meio e final do experimento. A primeira análise foi realizada na segunda semana de experimento, período necessário para escoar uma quantidade significativa de líquido para o interior do recipiente.

Nas amostras de conchas foram realizadas análises de matéria orgânica e umidade, em seis períodos distintos, distribuídos no intervalo de tempo que durou o experimento. Após a homogeneização das pilhas, a amostra de concha foi recolhida aleatoriamente da região central e superior de todas as pilhas e acondicionada em vasilhame, para posterior análise. As conchas ficaram expostas às intempéries até que o teor de matéria orgânica estabilizasse.

Foram também recolhidas amostras das conchas para realizar a contagem total das bactérias. A contagem das bactérias foi realizada semanalmente no período compreendido entre o dia 07 de maio e 10 de julho, totalizando 09 coletas nos 63 dias de experimento. Neste trabalho foi utilizado o método da contagem em placa, executado através da técnica de contagem em superfície. Com esta técnica, uma