



OS PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA E DO SISTEMA 5S APLICADA À PRODUÇÃO DE ALGAS EM UBATUBA, LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO - SUSTENTABILIDADE DA ATIVIDADE

Marcelo Vianello Pinto
UNIVERSIDADE DE TAUBATE

Giorgio Eugenio Oscare Giacaglia
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Marcelo Rebouças de Assis
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Resumo

*Este artigo descreve modelos de forma de desenvolvimento sustentável regional a partir da atividade de maricultura de algas marinhas da espécie *Kappaphycus Alvarezii* em Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo, que pode representar mais uma alternativa para o desenvolvimento da economia no município, além de implementar a geração de renda e dar alternativas às famílias que tiram os seus sustentos do mar, comparar com o modelo de produção enxuta e o sistema 5S, e apontar possíveis melhorias a serem adotadas no sentido de melhorar a competitividade a ponto de proporcionar renda suficiente para as famílias do litoral de Ubatuba. Os resultados obtidos durante este experimento evidenciaram características favoráveis das linhagens desta espécie de algas para o cultivo comercial no Brasil, destacando-se a adaptação da espécie na região, com altas taxas de crescimento durante todo o ciclo anual.*

Palavras-chaves: alga marinha, sustentabilidade, produção enxuta, 5S

Abstract

*This article describes models of regional sustainable development from activity of the mariculture of seaweed species *Kappaphycus Alvarezii* in Ubatuba, northern coast of São Paulo State, which may represent another alternative for the development of the municipality, and implement the generation of income and provide alternatives to families that take their sustenance from the sea, compared with the model of lean production system and 5S, and show possible improvements to be adopted to improve the competitiveness to the point of providing sufficient income for families of the Ubatuba. The results obtained during this experiment showed favorable characteristics of this species of algae for commercial cultivation in Brazil, highlighting the adaptation of the species in the region, with high growth rates throughout the annual cycle.*

1. INTRODUÇÃO

O objetivo do presente artigo é descrever modelos de formas de desenvolvimento sustentável regional a partir da atividade de maricultura de algas marinhas, da espécie *Kappaphycus Alvarezii*, em Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo, utilizando o sistema 5 (cinco) S, assim como os princípios da produção enxuta, visando contribuir para a melhoria da produção, eliminação de desperdícios e redução de custos ao mesmo tempo em que agrega valor ao cliente, tornando-se necessária a disseminação deste conceito no segmento de aquicultura.

A aquicultura no Brasil tem sido desenvolvida muito modestamente, se comparada com outras partes do mundo, onde ocupa um lugar de destaque como produtora de produtos de exportação por excelência. Isto se dá, principalmente, devido à falta de uma política setorial que priorize linhas de apoio governamental à produção e, da necessidade de uma definição das alternativas de maior impacto sócio-econômico com vistas ao aproveitamento das potencialidades naturais de cada região. O Brasil ocupa a vigéssima posição mundial entre os produtores de pescado cultivado (FAO, 2003).

A alga é uma formação vegetal existente nos oceanos e mares capaz de realizar a fotossíntese e servir de alimento e abrigo para muitas espécies de organismos aquáticos. É geralmente aceito que a vida no planeta teve início no mar e, até cerca de 450 milhões de anos, todas as plantas eram marinhas (VIDOTI; ROLLEMBERG, 2004). Podemos observar

que a alga é o primeiro elo da cadeia alimentar, pois possui um papel fundamental na manutenção da vida marinha. As algas marinhas possuem importância tanto do ponto de vista econômico, como ambiental e social para a sociedade humana. A alga pode realizar a manutenção do equilíbrio biológico nos ambientes aquáticos, ocasionando a continuidade da fauna existente, que pode ser utilizada pela humanidade como fonte de alimento e matéria prima. Há milênios as macroalgas marinhas são consumidas pelos povos orientais como parte de sua dieta alimentar. Atualmente além de fonte de alimentos, fazem parte de um grande número de produtos industrializados, atuando como agente espessante e estabilizante, graças aos colóides extraídos de diversas espécies (agaranas, carragenanas e alginatos). São utilizadas ainda como fármacos (vermífugos, anestésicos, antipiréticos, remédios para tosse e cicatrizantes) e na composição de adubos e rações (Oliveira 1997, Oliveira et al. 2005).

A *Kappaphycus alvarezii* é uma alga vermelha comercialmente importante por ser a principal fonte de carragenana kappa, hidrocolóide utilizado como agente espessante e estabilizante em alimentos, fármacos e cosméticos. Devido à sua importância, é fundamental desenvolver bases tecnológicas visando sua maricultura sustentada e a seleção de linhagens mais produtivas com carragenanas de melhor qualidade.

Provavelmente é o setor de alimentos com crescimento mais rápido em todo o mundo, sendo responsável por quase 50% de alimentos originários do meio aquático e com maior potencial para satisfazer a demanda crescente destes alimentos (FAO 2006). A aquicultura cresce a um ritmo mais rápido que qualquer outro setor de produção de alimentos de origem animal. Desde 1970, essa atividade cresce, em todo mundo, a uma taxa média de 9,2 % ao ano. Comparados com 1,4 % da pesca extrativa e 2,8 % dos sistemas terrestres de produção de carne à base de criação de animais. FAO - SOFIA - (2002). Esse crescimento expressivo da aquicultura deve-se a inversões de caráter público institucional, objetivando o fornecimento de alimentos às populações, cuja definição usual é dada como “segurança alimentar”.

Os benefícios que orientam os esforços de instituições do mundo todo para o fortalecimento da aquicultura passam pelas seguintes questões: a) aumento da oferta de alimento de maior qualidade nutricional, b) diminuição da pobreza, através da geração de uma atividade produtiva que pode gerar renda e emprego, c) integração da aquicultura ao desenvolvimento das regiões costeira ou interiores, d) abastecimento, através da pesca extrativa, que tende a reduzir-se, em função do aumento das populações e da diminuição de recursos disponíveis e e) a aquicultura pode representar uma possibilidade de gerar instituições e sistemas capazes de controlar os recursos ambientais com mais eficácia,

garantindo sua sustentabilidade e convivência harmônica com as demais atividades costeiras e aquícolas. FAO- SOFIA - (2002).

O problema existe quando se quer dar competitividade para a maricultores, pois a região tem forte tendência para o turismo, daí surge a concorrência com as atividades turísticas típicas da região que pressionam a atividade imobiliária fazendo os maricultores venderem sua propriedades com a ilusão inicial de bom negócio mas que retira a possibilidade futura de renda própria. Ainda, constitui problema o fato das comunidades serem de baixa escolaridade e, portanto, com pouco acesso às informações relevantes para as boas práticas na produção de algas marinhas da espécie *Kappaphycus Alvarezii* onde é extraído a carragenana.

A importância de se estudar o tema está ligado diretamente ao desenvolvimento sustentável do município de Ubatuba, possibilitando às famílias da região que tiram os seus sustentos do mar, geração de empregos e renda. Um segundo ponto importante de se estudar este tema, é com relação às preocupações recentes referentes às questões ambientais, responsabilidade social, e a recuperação do litoral paulista como produtor próximo de um grande mercado consumidor distante apenas alguns quilômetros.

2. ESTUDO DE CASO

A espécie da alga vermelha denominada “*Kappaphycus alvarezii*” foi introduzida no Brasil experimentalmente em 1995, no Instituto de Pesca da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (Ubatuba, São Paulo), com o objetivo de desenvolver estudos básicos como suporte para a implantação de cultivos comerciais no litoral brasileiro, sendo aprovado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (Paula 2001). Os experimentos foram iniciados a partir de um ramo de um tetrasporófito de cor marrom, cedido pelo Dr. Masao Ohno (Usa Marine Institute, University of Kochi, Japan), proveniente de um cultivo experimental japonês e originário de cultivos comerciais das Filipinas. Esse ramo foi propagado em cultura unialgócea durante 10 meses no Laboratório de Algas Marinhas “Edison José de Paula” (USP) antes da transferência para o mar (Paula & Pereira 1998, Paula et al, 1998a). A espécie é até hoje cultivada em balsa flutuante, pelo sistema “tie-tie”, e propaga vegetativamente (Paula et al. 1998a).

Diversos estudos foram realizados com a espécie desde o início dos cultivos no litoral paulista: a) in vitro e taxas fotossintéticas (Erbert 2001, Paula et al. 2001), b) introdução no

mar e maricultura (Paula 2001, Paula & Pereira 1998, Paula et al. 1998a, 2002, Paula & Pereira 2003), c) cultivo integrado com camarões e mexilhões (Lombard et al. 2001a, 2001b, d) teor e propriedades de carragenana (Hayashi 2001, Hayashi et al, 2006, Hayashi et al. 2007) seleção de linhagens (Paula et al. 1999), f) aspectos reprodutivos e biológicos (Contador 2001, Bulboa & Paula 2005).

Os resultados obtidos durante estes anos de experimentos evidenciaram características favoráveis das linhagens desta espécie de algas para o cultivo comercial no Brasil. Destacam-se: a adaptação da espécie na região, com altas taxas de crescimento (entre 4,5% e 8,0% dia), bom teor de carragenanas durante todo o ciclo anual (entre 20% e 40% de carragenana semi-refinada e entre 12% e 28% de carragenana refinada) e a regularidade das variações sazonais desses dois parâmetros, que pode ser utilizada para a previsão e o controle da produção. A sazonalidade do crescimento foi relacionada principalmente à temperatura, e a herbivoria foi o principal fator limitante da espécie na região. Não foram observados indícios de riscos ambientais (Hayashi 2001, Paula et al. 2001, Paula & Ferreira 2003, Hayashi et al, 2006).

As altas taxas de crescimento e o comportamento previsível da produção de biomassa observados no cultivo experimental realizado na região de Ubatuba, SP, sugerem a possibilidade de cultivo de espécie em grande parte do litoral brasileiro, particularmente em latitudes menores, com temperaturas mais altas. Considerando-se as características da espécie, o maior desafio de sua maricultura é conseguir uma produção alta, sustentada e de boa qualidade a preços competitivos. Um programa estratégico que contemple o estudo de vários aspectos do seu ciclo produtivo, isto é, cultivo, processamento e comercialização, se fazem necessário uma vez que faltam pesquisas básicas em várias áreas de conhecimento, antes de se recomendar à implantação de cultivos comerciais (Paula & Pereira 1998).

A propagação de *Kappaphycus Alvarezii* é um processo de caráter contínuo baseado na sua multiplicação vegetativa através de ciclos sucessivos de cultivo por 40 a 60 dias. Variações deste sistema têm sido testadas ainda sem sucesso comercial, visando minimizar a mão de obra exigida (Areces 1995). Sistemas de policultivo oferecem a oportunidade de aumentar a eficiência de cultivos comerciais, diminuindo os custos e/ou aumentando a produção (Ask & Azanza 2002). Neish & Ask (1995) sugerem que sistemas específicos poderiam ser desenvolvidos para projetos de maricultura integrados.

Os cultivos são desenvolvidos com baixos custos de capital inicial e operacional e com mão de obra pouco especializada. As algas secas, conseqüentemente, são comercializadas a baixos preços, sendo este o principal problema referido pelos produtores (Paula & Pereira

1998). O material algáceo bruto é avaliado e diferenciado pelo conteúdo e pela qualidade da carragenana, e não apenas pela alga vendida por peso. Quanto melhor a qualidade da carragenana, maior será o valor da planta. O controle de qualidade começa com uma atenção cuidadosa da seleção de propágulos saudáveis, dos métodos de cultivo e dos manuseios pós-colheita (secagem, embalagem e estocagem). Todos esses fatores contribuem para a qualidade geral do material (Hurtado et al. 2005). Os cultivos experimentais foram desenvolvidos em diversos países, mas sua implantação comercial ocorreu em poucos, sugerindo muitos fatores determinantes de sua viabilidade, como os custos do plantio, coleta e secagem, transporte, processamento e comercialização (Paula & Pereira 1998).

Os principais fatores limitantes para a produção das algas são a luz, os nutrientes, o hidrodinamismo e as inter-relações bióticas. A maricultura de *Gracilaria*, *Eucheuma* e *Kappaphycus* é feita em um sistema extensivo, sem adição de nutrientes e tratamento com produtos químicos. A taxa de crescimento e a produção têm sido amplamente utilizadas como os primeiros passos para avaliar o desempenho das algas para fins de maricultura, considerando que as taxas de crescimento são intrínsecas a uma dada espécie em resposta aos fatores ambientais. Do mesmo modo, a morfologia, as dimensões, a resistência e a longevidade do talo, entre outras características fisiológicas e reprodutivas, têm sido consideradas particularmente importantes em relação à seleção de técnicas e de locais de cultivo (Paula 2001). O estudo analisa o cultivo de alga marinha (alga vermelha) da espécie *Kappaphycus Alvarezzi*, de onde é extraída a carragenana, que é uma substância utilizada em diversos produtos industrializados no litoral de Ubatuba.

Figura 1: Alga Marinha da Espécie *Kappaphycus Alvarezzi*

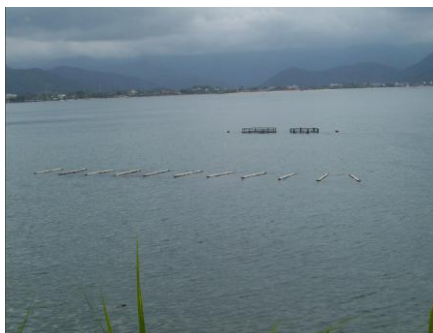


Fonte: Foto extraída do site www.algaebase.org. 2009

Destaque para estudos dos pesquisadores Oliveria E.C., Paula E.J. e Ricardo Pereira

que analisaram a espécie *Kappaphycus Alvarezzi* (Figura 1), e que, a partir desta análise foi possível determinar o período desde a “semeadura” até o ponto da colheita em um tamanho que viabilize economicamente. A Figura 2 ilustra a fazenda de alga marinha em Ubatuba cultivada em balsa flutuante, que se propaga vegetativamente.

Figura 2: Fazenda de Alga Marinha em Ubatuba



Fonte: Foto produzida pelos autores. 2009

2.1. OS PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA APLICADA À PRODUÇÃO DE ALGAS

A produção enxuta pode ser conceituada como um sistema flexível e altamente eficiente, usado para o máximo aproveitamento de recursos disponíveis, visando a produção em grandes volumes e mantendo a qualidade produtiva desejada. Esse sistema é uma filosofia de trabalho desenvolvida pela TOYOTA, no Japão, com a finalidade de diminuir custos de produção através da redução do desperdício. Com isto, conseguiram produzir automóveis para um mercado altamente competitivo, com menores custos e qualidade elevada. Pelo caráter perfeccionista do povo japonês, seu apego às tradições, respeito aos ancestrais e insuperáveis vontades de trabalhar, foi possível implantar um sistema que exige total comprometimento do funcionário para com a empresa.

Na chamada “Produção enxuta”, existem alguns preceitos que são seguidos:

a) Garantia de estabilidade no emprego: é um acordo entre empregador e empregado, não documentado, mas que estabelece obrigações de ambas as partes. Este acordo leva o funcionário a sentir-se responsável pelo bom andamento do trabalho e importante na cadeia produtiva. b) Descentralização do poder decisório: em vez de um diretor ou gerente tomar

para si as decisões, quem as toma é a pessoa que está mais próxima do problema apresentado: suas decisões são respeitadas e acatadas pela equipe. c) Mudança hierárquica: isto significa um “achatamento” na hierarquia dentro da empresa, ou seja, uma distância menor entre o mais poderoso e o menor detentor de poder, inclusive em matéria de ganhos. Não há grandes diferenças salariais entre funcionários. d) Trabalho em equipe: o “sistema enxuto” não pode prescindir de equipes para diagnosticar problemas e apontar soluções, resultando em melhorias nos métodos de produção. e) Bom relacionamento com fornecedores: Esta é uma das razões da dificuldade de empresas estrangeiras que pretendem fixar-se no Japão: existe um código de conduta, espécie de código de honra, que leva a empresa a prestigiar a amizade de fornecedores com os quais criou vínculo anteriormente em detrimento de outros que ofereça produtos a preços menores ou com prazos mais compensadores. f) As metas estão além do que pode ser atingido: isto significa uma certa perda de tempo e de dinheiro, mas que é compensada pela economia obtida com o não desperdício e com alta qualidade do produto final.

Como se enquadra a produção de alga marinha no contexto da “Produção Enxuta”?

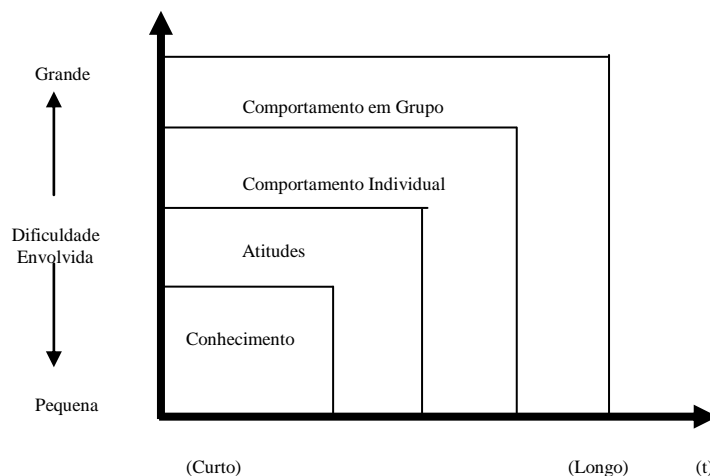
A resposta é simples: a produção de alga vermelha da espécie *Kappaphycus Alvarezii* é um excelente exemplo de produção enxuta, já que nessa atividade não há desperdícios, permite desenvolvimento regional com sustentabilidade e, em se criando cooperativas, é possível administrar a produção e fazê-la chegar às indústrias com a qualidade desejada.

2.2. A PRODUÇÃO DE ALGAS VERMELHAS “*Kappaphycus Alvarezii*” E O SISTEMA “5S”

O 5S é o jardim de infância da gestão da qualidade e também da produção enxuta, portanto um bom começo para a aplicação do processo produtivo enxuto na produção de algas vermelhas da espécie “*Kappaphycus Alvarezii*”, é a implantação do 5S. O sistema 5S é simples em sua concepção, e a simplicidade é talvez uma das maiores virtudes do sistema e contribuiu bastante para o sucesso no ambiente japonês, entretanto, exige determinação e disciplina. No Brasil, para manter o conceito de ter a letra “s” no início de cada palavra, algumas empresas adaptaram os 5S incluindo as palavras “senso de”, no início de cada item, a saber: Senso de Separar ou descartar (Seiri), Senso de classificar ou organizar (Seiton), Senso de limpeza (incluindo a inspeção) (Seiso), Senso de Padronizar (Seikeitsu) e Senso de Manter

(Shitsuke). Como qualquer programa exige mudanças e, por mais simples que o sistema 5S possa aparecer, é necessário entender um pouco do comportamento humano quanto ao processo de mudanças. Segundo HERSEY & BLANCHARD (1977), a mudança ocorre em etapas que inicia na aquisição do conhecimento, adoção de atitudes alinhadas com a mudança, evolui para o comportamento individual e finalmente culmina com a mudança em grupo. Cada uma destas etapas tem diferentes graus de dificuldades e necessitam de tempos diferentes: as mudanças mais fáceis de ocorrer são as relacionadas ao conhecimento, pois são de pequena dificuldade e, portanto, gastam menos tempo. No outro extremo temos a mudança de comportamento em grupo, são mais difíceis e necessitam de longo tempo (Figura 3).

Figura 3: Tempo e dificuldades envolvidas nas várias mudanças.



Fonte: HERSEY & BLANCHARD (1977)

Segundo LAPA (1997):

Ter senso de utilização é identificar materiais, equipamentos, ferramentas, utensílios, informações e dados necessários e desnecessários, descartando ou dando a devida destinação àquilo considerado desnecessário ao exercício das atividades.

Ter senso de ordenação é definir local apropriado e critérios para estocar, guardar ou dispor materiais, equipamentos, ferramentas, utensílios, informações e dados de modo a facilitar o seu uso e manuseio. Popularmente significa “cada coisa no seu devido lugar”.

Ter senso de limpeza é eliminar a sujeira ou objetos estranhos para manter limpo o ambiente (parede, armário, o teto, gaveta, estante, piso) bem como manter dados e informações atualizados para garantir a correta tomada de decisões. O mais importante neste conceito não é o ato de limpar, mas o ato de “**não sujar**”. Isto significa que além de limpar é preciso identificar a fonte de sujeira e as respectivas causas, de modo a podermos evitar que isto ocorra (bloqueio das causas)

Ter senso de Asseio significa criar condições favoráveis à saúde física e mental, garantir ambiente não agressivo e livre de agentes poluentes, manter boas condições

sanitárias nas áreas comuns (lavatórios, banheiros, cozinha, restaurante, etc.), zelar pela higiene pessoal e cuidar para que as informações e comunicados sejam claros, de fácil leitura e compreensão.

Ter senso de Autodisciplina é desenvolver o hábito de observar e seguir normas, regras, procedimentos, atender especificações, sejam elas escritas ou informais. Este hábito é o resultado do exercício da força mental, moral e física. Poderia ainda ser traduzido como desenvolver o “querer de fato”, “ter vontade de”, “se predispor a”.

Para implantarmos algo, só há justificativa se tivermos benefícios maiores que os custos, ou seja, uma boa relação custo-benefício. O sistema 5S já convenceu os que a implantaram adequadamente quanto aos seus benefícios ou efeitos positivos (Tabela 1).

Tabela 1: O sistema 5S – Efeitos Positivos

Top	Efeito positivo	Descartar	Organizar	Limpar	Padronizar	Manter	Score final
1	Promove a redução de custos	3	3	3	3	3	100,0
2	Evidencia a importância do padrão	3	3	3	3	2	66,7
3	Melhoria do aspecto visual do ambiente	3	3	3	2	2	44,4
3	Desenvolve o espírito de equipe	3	3	3	2	2	44,4
4	Reduz o risco de acidentes	3	3	3	1	3	33,3
5	Redução do tempo improdutivo	2	3	2	2	3	29,6
6	Melhoria das relações interpessoais	1	3	3	2	2	14,8
6	Reduz o risco de doenças funcionais	2	1	3	3	2	14,8
6	Reduz os efeitos de agentes poluentes	2	1	3	3	2	14,8
7	Estimula a criatividade	3	3	3	1	1	11,1
8	Otimização de Espaços	3	2	1	1	3	7,4
8	Minimização de excessos	3	1	2	1	3	7,4
8	Aumento da vida útil de ferrame.e equip.	1	1	3	2	3	7,4
8	Melhoria do controle sobre itens de cons.	3	3	2	1	1	7,4
9	Consciência da importância do controle	2	3	1	1	2	4,9
10	Propicia a detecção de defeitos e falhas	2	1	3	2	1	4,9
11	Consciência do Desperdício	3	1	3	1	1	3,7
11	Melhoria na comunicação	1	3	1	1	3	3,7

Grau de Relação	Score
Relação Forte	3
Relação Média	2
Relação Fraca	1

Fonte: LAPA (1997) Adaptado pelos autores

Para validar a eficácia do 5S na produção de algas vermelhas da espécie “Kappaphycus Alvarezii” foi elaborado um simples experimento que consistiu no seguinte:

- a) Elaborar os processos de produção para o cultivo de algas vermelhas para a extração da carragenana na região de Ubatuba.

- b) Desenvolver treinamento e capacitação dos maricultores da região de Ubatuba quanto aos conceitos de 5S.
- c) Esclarecer o que consiste cada um dos efeitos positivos.
- d) Esclarecer como pontuar corretamente o grau de relação entre cada um dos efeitos positivos.
- e) Os maricultores escolhidos pontuam os cinco primeiros “S” em relação a cada efeito positivo.
- f) Calcular *score* final e realizar a comparação conforme ilustrado na Tabela 1 e
- g) Se existir correlação linear positiva, o experimento estaria validado.

O resultado é mostrado na Tabela 2 e como o coeficiente de correlação linear foi positivo e com valor (0,60) que o classifica como médio, portanto o experimento foi considerado válido, ou seja, existe grande chance de obter bons resultados implantando o 5S na produção de algas vermelhas da espécie “Kappaphycus Alvarezii”, para a extração da carragenana, uma substância amplamente utilizada na indústria de produtos alimentícios, cosméticos, tintas, entre outros.

Tabela 2: Coeficiente de Correlação

Top	Efeito positivo	Seiri	Seiton	Seiso	Seiketsu	Shitsuke	Score do conhecedor	Score tabela 2
1	Promove a redução de custos	3	3	3	3	3	100,0	100,0
2	Evidencia a importância do padrão	3	3	3	3	2	66,7	66,7
3	Melhoria do aspecto visual do ambiente	3	3	2	3	3	66,7	44,4
3	Desenvolve o espírito de equipe	3	3	3	3	3	100,0	44,4
4	Reduz o risco de acidentes	2	2	3	3	3	44,4	33,3
5	Redução do tempo improdutivo	3	3	2	3	3	66,7	29,6

Grau de Relação	Score
Relação Forte	3
Relação Média	2
Relação Fraca	1

Coeficiente de correlação linear 0,60

Fonte: Pesquisa realizada pelos autores

As diretrizes para o Senso de Utilização (descarte) foram as de fotografar todas as áreas de produção, incluindo a área de apoio em terra; estabelecer uma data especial para o descarte, normalmente meio dia é o mínimo, mas depende de quanto tem para descartar; estabelecer critérios (regras do jogo) para o descarte, frisar que descartar não é sinônimo de jogar fora; escolher uma área específica para guardar os descartados; criar uma força tarefa com o envolvimento de todos da comunidade, será um momento de grande integração e trabalho em equipe; expandir o descarte para as casas dos produtores de algas marinhas; realizar divulgação para a comunidade a existência de uma área de matéria descartada que pode ser útil; após vencer o prazo estabelecido (recomendável no mínimo uma semana e no máximo 30 dias) para dar-se destinação de acordo com as “regras do jogo”; criar e desenvolver o hábito do descarte diário para evitar o acúmulo e repetir um grande descarte pelo menos a cada seis meses.

Passado a fase do descarte, passa-se para os demais “S” que podem ser na própria seqüência dos “S” ou não.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A aquicultura é definida como uma tecnologia de produção de alimentos de origem aquática que justifica o esforço de cultivo, e está embasada em três pilares: produção lucrativa, preservação do meio ambiente e desenvolvimento social, uma vez que representa o segmento da economia gerador de empregos a custos relativamente baixos (ARANA 1999, OLIVEIRA 2000).

Segundo registros históricos, as macroalgas marinhas formam os primeiros organismos aquáticos a seres cultivados na Ásia, e a carpa o primeiro peixe a ser criado. A região, considerada o berço da aquicultura, responde atualmente por 90% da produção mundial de alimentos aquáticos (FAO 2006). Em 1950 eram cultivadas 72 espécies de organismos aquáticos no mundo, enquanto que em 2004, este número aumentou para 336 espécies, sendo a maioria composta por espécies de peixes (FAO 2006).

Segundo Oliveira (2000), o Brasil possui grande potencial natural para o desenvolvimento da aquicultura, com mais de 8000 Km de costa com águas tropicais, subtropicais e temperadas quentes. Entretanto, a produção é escassa e restrita a algumas espécies, sendo a maioria, composta por espécies exóticas introduzidas há relativamente

pouco tempo. O avanço de técnicas de cultivo resultante do progresso das ciências tem auxiliado os processos produtivos permitindo crescentes graus de apropriação dos recursos da natureza (ASSAD & BURSZTYN 2000). O sucesso econômico dos primeiros cultivos motiva a expansão da indústria, mas a falta de uma tecnologia mais sustentável aliada à ausência de legislação de normatização faz com que esta expansão seja desordenada, superando a capacidade de auto-regulação do ecossistema natural (ARANA 1999).

A aquicultura sustentável pode ser definida como a produção lucrativa de organismos aquáticos, mantendo uma interação harmônica duradoura com os ecossistemas e as comunidades locais. Deve ser produtiva e lucrativa, gerando e distribuindo renda. Deve usar racionalmente os recursos naturais sem degradar os ecossistemas no qual se insere. Deve gerar empregos e/ou auto-empregos para a comunidade local, elevando sua qualidade de vida e deve respeitar sua cultura (VALENTI, 2002). Aquicultura responsável é um conceito diferente. Seria a produção de organismos aquáticos de acordo com códigos de ética estabelecidos por instituições sociais, tais como sociedades de produtores, órgãos de governo, associações de consumidores ou outros da sociedade civil (VALENTI, 2002). Normalmente esses códigos de ética visam estabelecer boas práticas de manejo de modo a reduzir o impacto ambiental, a exploração da mão-de-obra, os prejuízos para as comunidades locais e sofrimento dos animais. Geralmente a aquicultura responsável é mais próxima da aquicultura sustentável, mas o fato de se usar boas práticas de manejo não significa que o sistema é sustentável. Lembremos que para ser sustentável deve ser perene no tempo, pelo menos por mais de uma geração. A sustentabilidade pode ser dividida em diferentes dimensões. As mais aceitas são a dimensão econômica, ambiental e social. Essas três dimensões são indissociáveis e essenciais para uma atividade perene. Elas foram referidas para a aquicultura por Pillay no início dos anos 90 (PILLAY 1992). A sustentabilidade ambiental depende do uso de tecnologia que minimize o impacto ambiental da atividade mantendo a biodiversidade e a estrutura e funcionamento dos ecossistemas adjacentes.

Para se analisar a sustentabilidade ambiental, deve-se considerar que é impossível produzir sem causar impacto ambiental, que a aquicultura depende dos ecossistemas nos quais se insere e que o valor da biodiversidade é maior que o valor dos produtos da aquicultura. Na verdade, o valor da biodiversidade é maior do que o valor de qualquer outro produto agropecuário. As forças da natureza e os processos naturais devem ser usados de modo a contribuir para o aumento da produção. Não se deve gastar energia para neutralizá-los, mas usá-los a favor da produção. Os sistemas de produção devem ser concebidos em

harmonia com a natureza e não contra ela (VALENTI, 2002). A sustentabilidade social depende de projetos concebidos para gerar empregos diretos e indiretos e principalmente auto-empregos, distribuir riqueza entre a população local ao invés de concentrá-la, harmonizar o modo de produção com a cultura local e hábitos da população, e melhorar a qualidade de vida das populações locais (VALENTI, 2002).

A produção de carragenana era originalmente dependente dos bancos naturais, especialmente de *Chondrus crispus* Stackhouse (conhecida popularmente como “Irish Moss”), com uma base de recursos limitada. Desde o início dos anos 70, a indústria tem se expandido rapidamente pela disponibilidade e possibilidade de cultivo de outras carragenófitas em países de águas quentes, com baixo custo de mão-de-obra. Atualmente, a maior parte das algas usadas para a produção de carragenana é proveniente de cultivos, embora exista ainda alguma demanda para a “Irish Moss”, originária de bancos naturais da Europa e Canadá, e alguns outros tipos de algas ainda não cultivadas da América do Sul (Goulard & diouris 1998, McHuggh 2003).

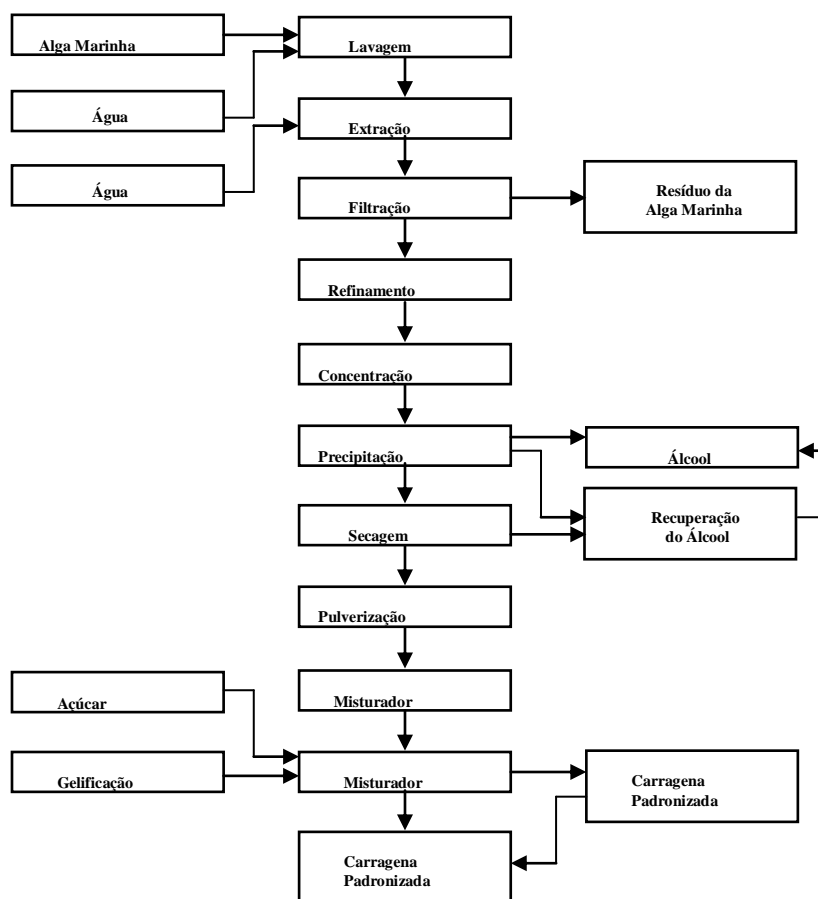
A carragenana Kappa produz um gel rígido, enquanto a iota produz um gel mais elástico. A carragena lambda, por outro lado, não forma gel, mas é importante para fornecer uma textura cremosa. A mistura e o processamento cuidadoso dessas três frações resultam em um produto efetivo e funcional, segundo os usos pretendidos. Esses polissacarídeos são utilizados principalmente na indústria alimentícia por produzirem soluções de alta viscosidade e géis na água. Além disso, reagem com proteínas, especialmente resistentes (GLICKSMAN 1987). Outras aplicações, entretanto, incluindo cosméticos, fármacos, suspensões industriais e tinturas são de grande importância (PICULELL 1995). O processamento de carragenanas requer investimentos em instalações e equipamentos, exigindo intensa mão-de-obra, energia e grande volume de água. Os processos de extração podem ser sofisticados ou simples, dependendo da especificação e da qualidade do produto final desejado (PAULA & PEREIRA 1998).

Existem dois métodos comerciais para a produção de carragenanas, baseados em diferentes princípios. No método original, o único utilizado até a década de 1970 e início da década de 1980, a carragenana é extraída da alga quando aquecida em água, sendo o resíduo removido por filtração e a carragenana recuperada da solução por precipitação com álcool ou por congelamento e descongelamento. Esta carragenana produzida é denominada refinada. O processo de recuperação é caro em relação aos custos do segundo método, onde a carragenana não é extraída da alga. O princípio deste último é lavar a alga para remover tudo que de

dissolva em solução alcalina e água, deixando a carragenana e outras matérias insolúveis na estrutura do talo. Esse resíduo insolúvel composto por carragenana e celulose, é seco e vendido como carragenana semi-refinada. Por não ser necessário recuperar a carragenana da solução, o processo é mais curto e barato (MCHUGH, 2003). A carragenana é extraída a partir de matéria-prima com a água em altas temperaturas. O extrato líquido é purificado por centrifugação e/ou filtragem. O extrato líquido pode ser transformado em um pó por simples evaporação da água para produzir a chamada carragenana seca.

A Figura 4 apresenta o processo de manufatura da carragenana.

Figura 4: Processo de Manufatura da Carragenana



Fonte: Adaptado de site www.seaplant.com, pelo Autor. 2009

A produção de carragenana é estimada em US\$ 240 milhões anuais (McHugh 2003). A demanda mundial tem apresentado crescimento da ordem de 5% ano nos últimos 30 anos, com preços que variam de US\$ 10 a US\$ 30 o quilo, dependendo das suas especificações e qualidade (Bixler 1996). A Europa possui o maior mercado para carragenanas (55%), sendo

destacados em 2000 o Reino Unido (19%), França (15%) Dinamarca (13%) e Holanda (6%) (Mojica 2001).

Um assunto que domina os noticiários a ponto de colocar a ONU (Organização das Nações Unidas) e o Banco Mundial em estado de total atenção é a Crise Global de Alimentos, portanto toda atividade produtiva de alimentos de baixo custo é oportuna na tarefa de fornecer alimento para a população que cresce e começa ter acesso à fonte de proteína, como é o caso da China. Enquanto as grandes potências discutem de quem é a culpa e os países pobres amargam as conseqüências da falta de alimentos, os produtos provenientes do mar passam a ser vistos como uma alternativa de suprimento das necessidades alimentares ao redor do mundo. É como se fosse uma imensa área de cultivo e extração, com produtividade variável de acordo com atenção dedicada a essa atividade. O cultivo de macroalgas marinhas é uma tradição nos países orientais, principalmente no Japão, na China e na Coreia.

Um exemplo bem sucedido é o cultivo de alga vermelha *Porphyra C. Agardh* que se estabeleceu aproximadamente há 300 anos no Japão e atualmente abrange 60 mil hectares, empregando 10 mil famílias e estendendo-se ainda para a China e a Coreia. De grande importância econômica desde alguns séculos, as macroalgas marinhas são utilizadas como alimento, remédio, fertilizante de solo agrícola, ração animal entre outras. Atualmente, os polissacarídeos produzidos por algas vermelhas (ágar e carragenana) e pardas (alginatos) são produtos de grande demanda pelas indústrias de alimentos, farmacêutica e química (McHugh 2003). A prática de cultivo dessas algas como forma de cobrir a demanda por produtos derivados, deixou de ser uma atividade artesanal para alcançar o sucesso comercial de um milhão de toneladas (peso-úmido) anuais (Zemke-White & Ohno 1999).

4. MÉTODO UTILIZADO PARA O ESTUDO

A estratégia para o desenvolvimento deste trabalho deu-se através de uma pesquisa bibliográfica que abrangeu diversos temas e diferentes níveis de aprofundamento de cada um deles. Levando em conta a intenção de se utilizar o enfoque sistêmico como método de abordagem adotado para a compreensão e discussão dos fenômenos aqui pesquisados, é de suma importância o estabelecimento de uma seqüência lógica na própria pesquisa bibliográfica. Foram pesquisadas bibliografias nacionais e internacionais sobre os temas relacionados aos princípios de Aquicultura Sustentável, Maricultura, Extração, Teor e

Propriedades de Carragenana da espécie *Kappaphycus Alvarezii*, buscando analisar a existência de uma relação entre eles. Após a fundamentação teórica apresentada, os autores concluem esta pesquisa com um estudo de caso, analisando criticamente os temas que foram abordados, atendendo o objetivo desta pesquisa.

5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A formação e desenvolvimento da aquicultura em Ubatuba apresentam proposições, que a torna um local especial para a avaliação da produção de algas marinhas como elemento qualitativo da produção. Considerando que esse esforço se dá sobre uma política pública cuja perspectiva visa atender às seguintes metas (pontos fortes) de: preservação ambiental, geração de renda às populações pobres e consolidação de um sistema produtivo que possa gerar alimentos de valor nutricional superior, à população, além de limpar as impurezas da água, seqüestrar o CO₂ da atmosfera e servir de alimento para tartaruga. A alga marinha por si só é totalmente sustentável, basta tirar uma muda e amarrar na estrutura que fica exposta à luz e a água, e, depois de quarenta (40) dias, pode ser feita a colheita. Os recursos vivos de nossa costa são renováveis, mas finito, neste contexto podemos citar as algas. O cultivo de algas ou uma exploração ordenada é de fundamental importância para as comunidades costeiras como fonte de renda alternativa. Diversos experimentos de cultivo de algas marinhas têm sido realizados no Brasil, estimulados pela demanda e mercado de carragenanas. Entretanto, não existem ainda cultivos comerciais legalizados. Foram realizados experimentos diretamente no mar e em tanques fechados. As perspectivas para o litoral brasileiro dependem de uma série de estudos, incluindo a avaliação de áreas potenciais mais favoráveis ao cultivo comercial. Esta espécie de alga marinha adaptou-se muito bem ao nosso meio ambiente, principalmente em Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo. Os cultivos são desenvolvidos com baixos custos de capital inicial e operacional e com mão-de-obra pouco especializada. As algas secas, conseqüentemente, são comercializadas a baixos preços, sendo este o principal problema referido pelos produtores. Os produtores deste setor tornar-se-iam mais bem preparados para os mercados internacionais, além de proporcionar um fortalecimento da subsistência de famílias que dependem deste tipo de produção. O setor pesqueiro está se preparando para começar a produzir alga marinha da espécie *Kappaphycus Alvarezii*, originária das Filipinas e que se adaptou muito bem ao nosso meio ambiente. Desta espécie, é extraída uma substância

química espessante denominada carragenana, muito utilizada e na indústria alimentícia, cosméticos, e empregada em derivados de leite e carne e na preparação de rações para animais domésticos. A implantação de cultivos comerciais depende de um programa estratégico para estudos dos aspectos do ciclo produtivo, incluindo o cultivo, o processamento, a comercialização e a viabilidade econômica, visando obter alta produção, sustentada e de boa qualidade a preços competitivos. Se coletarmos algas mais do que os limites sustentáveis, provavelmente não serão capazes de obtê-las em quantidades satisfatórias no futuro. Portanto, devemos encontrar soluções de como preservar estes recursos de importância econômica, daí está uma das prioridades fundamentais de um cultivo onde as algas poderão se desenvolver e reproduzir em quantidade. O Ibama publicou a Instrução Normativa nº 185 de 23 de julho de 2008, liberando o cultivo da alga marinha *Kappaphycus alvarezii*, da cidade de Sepetiba-RJ à Ilha Bela, em São Paulo. Esta instrução, que beneficiará diversas cidades, é resultado de uma parceria entre o Instituto de Pesca, Universidade de São Paulo, Ibama, produtores locais e Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca. A utilização do sistema 5 (cinco) S, assim como os princípios da produção enxuta, visa contribuir para a melhoria da produção, eliminação de desperdícios e redução de custos ao mesmo tempo em que agrega valor ao cliente, tornando-se necessária a disseminação deste conceito no segmento de aquicultura.

REFERÊNCIAS

ARANA L.A.V. 1999. **aquicultura e Desenvolvimento Sustentável: Subsídios para a Formulação de Políticas de Desenvolvimento da aquicultura Brasileira**. Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 310pp

ASK E.I. & AZANZA R.V. 2002. **Advances in cultivation technology of commercial eucheumatoid species: a review with suggestion for future reseach**. *Aquaculture* 206: 257-277

ASSAD L.T. & BURSTZYN M. 2000. **aquicultura Sustentável**. In: Valenti W.C., Poli C.R., PEREIRA J. A. & BORGHETTI J. R. (eds) **aquicultura no Brasil. Bases para um desenvolvimento sustentável**. Ministério da Ciência e Tecnologia. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brasília. Pp 33-70

FAO. **Review of the state of world Aquaculture**. Rome, 2003. 95p. (Fisheries Circular,886)

FAO 2006. **State of world aquaculture**. FAO Fisheries Technical Paper 500, Rome. 134pp

GOULARD F. & DIOURIS M. 1998. **Biosynthese des polysaccharides pariétaux des algues rouges (carraghénanes et agars)**. *Regard sur la Biochimie* 4: 51-60

HAYASHI L. 2001. **Extração, teor e propriedades de carragenana de Kappaphycus Alvarezii (Doty) Doty ex P. SILVA, em cultivo experimental em Ubatuba, SP**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 83pp

HAYASHI L. PAULA E. J. & CHOW F. 2006. **Growth rates and carrageenan analysis of four strains of Kappaphycus alvarezii (Rhodophyta, Gigartinales) farmed in the subtropical waters**.

HAYASHI L. 2007. **Contribuição à Maricultura da Alga Vermelha Kappaphycus alvarezii (Rhodophyta, Solieriaceae)**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo.

HURTADO A. Q. BLEICHER-LHOUNNER G. & CRITCHLEY A. T. 2005. **Kappaphycus “cotonii” farming. Food Ingredients/BL Texturant Systems Degussa Texturant Systems France SAS**. 26pp

MCHUGH D. J. 2003. **A guide to the seaweed industry. FAO Fisheries Technical Paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome**. 105 pp

MOJICA F. 2001. **Philippine: Eucheuma seaweed/carrageenan industry. Industry analysis and strategic directions**. University of Asia and the Pacific. Center of Food and Agri Business, Philippines. 66pp

NEISH I. C. & ASK E. I. 1995. **Expert systems in sustainable integrated mariculture**. In: Sustainable Aquaculture 1995. Proceedings, Pacific Congress on Marine Science and Tecnology. PACON International, Hawaii. Pp 271-280

OLIVERIA E. C. 1997. **Algas marinhas: um recurso ainda pouco explorado pelo Brasil**. Panorama da aquicultura maio/junho: 24-26

OLIVERIA E. C. 2000. **Aquaculture in Brazil: prospects and contrains. Co-operative Aquaculture Research in Developing Countries**. AQUA-2000. pp277-288

OLIVEIRA E.C., OSTERLUND K. & MTOLERA M. P. 2005. **Seaweed farming in Tanzânia**. In: SPORRONG N. & BJORK M. (eds) Marine plants in Tanzania: a field guide to the seaweeds and seagrasses, Stockholm University, Sweden. 237-248

PAULA E. L. 2001. **Marinomia da alga exótica, kappaphycus alvarezii (Rhodophyta), para produção de carragenanas no Brasil**. Tese de Livre-Docência. Universidade de São

Paulo, São Paulo. 39pp

PAULA E. L. & PEREIRA R. T. L. 1998. Da “marinomia” maricultura da alga exótica **kappaphycus alvarezii** para produção de carragenanas no Brasil. Panorama da aquicultura 8: 10-15

PAULA E. J. & PEREIRA R. T. L. 2003. **Factors affecting growth rates of kappaphycus alvarezii (Doty) Doty ex. P. SILVA (Rhodophyta, Solieriaceae) in subtropical waters of São Paulo State, Brazil.** In: CHAPMAN A. R. O., ANDERSON R. J., VREEDLAND V. J. & DAVISON I. R. (eds) Proceedings of the 17th International Seaweed Symposium, Cape Town, Oxford. Oxford University Press. pp 381-388

PAULA E. J. PEREIRA R. T. L. & OSTINI S. 1998 aa . **Introdução de espécies exóticas de Eucheuma e Kappaphycys (Gigartinales, Rhodophyta) para fins de maricultura no litoral brasileiro: abordagem teórica e experimental.** In: PAULA E. J., CORDEIRO-MARINHOM., SANTOS D. P., FUJII M., PLASTINO E. M. & YOKOYA N. (eds). **Anais do IV Congresso Latino Americano de Ficologia.** Caxambu, MG. Pp 340-357

PICULELL L. 1995. **Gelling carrageenans.** In: STEPHEN A. M. (ed) Food polysaccharudes and their applications. Marcel Dekker, New York. 205-244

PILLAY, T. V. R. 1992 **Aquaculture and the Environment. Fishing News Books.** Oxford, England. 189p.

VALENTI, W. C. 2002. **Artigo sobre aquicultura Sustentável.** In: Congresso de Zootecnia, 12. Vila Real, Portugal, 2002, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos.

VIDOTI, E. C.; ROLLEMBERG, M. C. E. **Algas: da economia nos ambientes aquáticos à bioremediação e à química analítica.** Química Nova. 2004.

WARNECKE, H.J., HÜSER, M. - **Lean production - International Journal of Production Economics,** Vol. 41, pp. 37-43, 1995.

WOMACK, J.P., JONES, D.T., DANIEL, R. **A máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro: Editora Campus, 1992.