

## Capítulo 1

---

# Aquicultura e pesca: a mudança do modelo exploratório

Cesar Santos

### Resumo

*A pesca é uma das atividades mais antigas da história humana. Sua arte tem sido praticada desde os tempos pré-históricos. Embora não tão antiga quanto a pesca, a aquicultura também é uma arte milenar, os registros apontam essa prática com surgimento entre 4 a 5 mil anos atrás. A pesca e a aquicultura tem relevante papel social, seja de maneira direta ou indireta, pois ambas são meios de subsistência fundamentais de diversas comunidades no mundo todo. Atualmente, com a sobreexploração de diversos estoques pesqueiros e o aumento da população mundial, a demanda por alimentos tornou-se ainda maior. Nesse contexto, a aquicultura surge como o sistema produtivo que poderá repor as perdas da atividade pesqueira, garantido assim a seguridade alimentar do planeta.*

### Abstract

*Fishing is one of the oldest activities of human history. Since prehistoric times its art has been practiced. Although not as old as fishing, the aquaculture is also an ancient art, because the reports indicate this practice beginning there is 4 to 5 thousand years ago. As much fishing as aquaculture have important social role, either directly or indirectly, plays role in the livelihoods of many communities worldwide. Currently, due to overexploitation of many fish stocks, as well as increasing world population, the demand for food has also become greater. In this context, the aquaculture has emerged as the production system that will replace the loss of fishing activity, ensuring the food security of the planet.*

## Introdução

Há um debate no mundo científico, sobre se o homem foi primeiro caçador e depois pescador ou vice versa. O fato, deixando de lado o debate, é que a pesca é uma das atividades mais antigas da história humana. Sua arte tem sido praticada desde os tempos pré-históricos; sendo que, a primeira evidência arqueológica da pesca, elaborados arpões entalhados, foram encontrados em sítios datando de 80.000 anos atrás, não muito depois do surgimento do *Homo sapiens* (Pauly, 2002). Ela existe desde que o homem em sua busca por recursos alimentares, para suprir uma demanda cada vez maior de proteína, começou a diversificar seus hábitos alimentares.

Em seu estágio inicial a humanidade foi dominada pela natureza. Entre 50 e 40 mil anos atrás, caçadores e coletores apresentavam técnicas rudimentares, tendo o nomadismo sem acumulação de bens como principal modo de vida. A organização, tanto das pequenas comunidades como do tempo era primitiva. Com o surgimento da agricultura (10 mil anos atrás), há o domínio das técnicas por todos os membros da comunidade. O modo de vida torna-se sedentário, havendo o aparecimento de regras, chefias, com organização política e temporal, marcada por períodos de plantio e colheita (Krüger, 2001). Neste contexto, o esboço da atividade pesqueira tal como a conhecemos hoje, já poderia ser vislumbrada; com a prática da pesca fazendo parte do cotidiano das comunidades que habitavam as margens de rios, lagos e mares.

De 10 mil atrás aos dias atuais, muita mudou e evoluiu na arte da pesca, uma dessas evoluções é certamente a aquicultura. Pode-se dizer que com a consolidação da pesca, houve então o surgimento da aquicultura. Isso também, graças ao gênio inventivo e a tenacidade humana. Embora não tão antiga quanto a pesca, a aquicultura também é uma arte milenar. Os registros apontam sua prática para 4-5 mil anos de história, aproximadamente 2.500 a.C., quando inicialmente os chineses praticavam o cultivo de carpas além de outros organismos aquáticos, incluindo moluscos, crustáceos e plantas.

Manter peixes em cativeiro e alimentá-los é uma tarefa que o ser humano realiza há muito tempo. No princípio, as pessoas ricas e com poder faziam isto para ter peixe fresco e, possivelmente, por diversão. As pessoas pobres faziam para armazenar a abundância de uma temporada e utilizar posteriormente em períodos de escassez. A aquicultura nasceu quando os lares rurais se deram conta de que a criação de peixes constituía um elemento válido em sua estratégia de sobrevivência e subsistência (FAO, 2009).

Apesar deste longo histórico, foi somente no último século, quando se aprendeu a controlar a reprodução de algumas espécies de peixes e camarões, que ocorreu o desenvolvimento da aquicultura e sua conversão em interesse de empresas especializadas. Particularmente, foi nos últimos 40 anos que a aquicultura experimentou um significativo incremento, tornando-se na virada do século, a atividade agropecuária que mais cresceu no mundo inteiro (Zimmermann, 2001; FAO, 2009). A produção industrial da aquicultura tornou-se significativa somente a partir dos anos 80 e vem seguindo o mesmo modelo desenvolvido pela filosofia da agricultura industrial, baseado na introdução intensiva de energia e insumos com

produtos voltados para exportação. Este avanço significativo no incremento da produção da aquicultura, mais uma vez esteve vinculado à pesca, como não poderia deixar de ser, demonstrado assim, o forte vínculo e a relação de interdependência entre aquicultura e pesca.

A pesca e a aquicultura adquirem relevante papel social, seja de maneira direta ou indireta, desempenhando um papel fundamental nos meios de subsistência de diversas comunidades no mundo todo, envolvendo milhares de pessoas, seja na pesca profissional ou amadora e na aquicultura profissional e de subsistência. Essa relação pode ainda ser exemplificada de diversas outras maneiras. Desde a necessidade dos produtos descartados pela pesca, o chamado "bycatch" ou descarte, para utilização na fabricação de farinha de peixe e óleo (cerca de 1/3 da pesca marinha mundial é utilizada para este fim), ingredientes essenciais das rações para aquicultura; passando pela dependência dos espécimes naturais como matrizes nos diferentes tipos de cultivo; e finalizando com a questão do crescimento e desenvolvimento da aquicultura quando se iniciou o colapso da pesca com a diminuição dos estoques pesqueiros (Waldige & Caseiro, 2004; FAO, 2009). Foi justamente em função dessas questões que a aquicultura experimentou um forte incentivo e fomento. Pois o rendimento da pesca, que é um dos sistemas de produção de grande importância para a segurança alimentar do planeta, não vinha sendo mais suficiente para atender à demanda mundial, frente ao crescimento populacional do planeta e novas demandas por uma alimentação saudável baseada numa dieta de frutos do mar. Alguns estoques pesqueiros estavam, e continuam, sob o risco de esgotamento devido a sobrepesca, particularmente aqueles de espécies de grande valor econômico como o salmão e o bacalhau (Jennings et al., 2001; Miller, 2007; Resende et al., 2009; FAO, 2009).

Essas preocupações quanto à segurança alimentar, passaram a ser graves a partir de 1950, quando a comunidade científica manifestou-se sobre a capacidade de sobrepesca das populações naturais de peixes. Sem dúvida, a aquicultura começou a desenvolver-se aproximadamente nessa mesma época, o que para muitos foi tranquilizador, visto que, se manteve a esperança de que no futuro também haveria peixe suficiente para alimentação de todos. Dada à alta probabilidade de que os desembarques da pesca de captura se mantenham estagnados, soa muito convidativo pensar na aquicultura como sendo a única forma de aumentar o fornecimento mundial de (FAO, 2009). Então, cabe perguntar: quais perspectivas futuras têm essa atividade?

Para responder essa questão, deve-se buscar entender o vínculo entre pesca, aquicultura e crescimento populacional, através da discussão e compreensão entre as diversas disciplinas relacionadas aos temas, as quais devem, para a solução efetiva dos problemas, enxergar umas as outras como parceiras e não meras "caixas pretas" (Carpenter & Turner, 2000). Somente assim, poderemos referendar o pensamento amplamente difundido na sociedade: que toda possível escassez no fornecimento da pesca de captura, será compensada pela produção da aquicultura.

## Exploração pesqueira

A pesca é o terceiro maior sistema produtor de alimentos do mundo, contribuindo com aproximadamente 64% da produção mundial, com exceção da contribuição das plantas aquáticas, tendo alcançado índices recordes de produção em 2004 com aproximadamente 95 milhões de toneladas e decrescendo a 92 milhões de toneladas no ano de 2006 (FAO, 2009). O Brasil, apesar de seu extenso litoral e grande volume de água doce, participa com pouco mais de 0,5% do total, o que equivale a algo em torno de 780 mil toneladas/ano, embora sua atividade pesqueira tenha uma considerável importância social, com o emprego direto de aproximadamente 800 mil pescadores (Ibama, 2008; FAO, 2009).

Na atualidade, a grande dimensão observada na indústria pesqueira iniciou-se após a segunda grande guerra, quando os recursos tecnológicos, oriundos desta, tais como sonares, radares, GPS, etc., foram aplicados à indústria pesqueira para melhoria desta, aumentando assim o potencial de captura dos barcos de pesca. Por conta desse maior potencial de captura, o impacto da pesca tem aumentado consideravelmente desde a industrialização da frota pesqueira no início do século XX. Por volta de 1930, os barcos de arrasto a vapor no sudeste do Mar do Norte foram amplamente substituídos por arrasteiros a motor (Jennings et al., 2001). O primeiro barco arrasteiro holandês apareceu em 1910 e seus números foram aumentando a um máximo de mais de 500 navios por volta de 1940. O desenvolvimento de "beam trawling" para linguados e peixes similares iniciou apenas após a segunda guerra mundial, porém seu esforço permaneceu insignificante até o início dos anos 60. O número máximo de arrasteiros ocorreu por volta de 1970, porém o pico do esforço de "beam trawl" ocorreu em 1988, como resultado do aumento no esforço por navio (Philippart, 1998).

Outro ponto que potencializou a exploração pesqueira e que foi crucial para a depleção dos estoques, é o surgimento do incentivo à pesca, através do oferecimento de subsídios governamentais. Neste ponto, levando-se em consideração o atual estado de sobreexploração de diversas espécies, deve-se perguntar: os governos devem continuar a subsidiar os barcos de pesca? Sabe-se que os subsídios dos governos, fornecidos às indústrias de pesca são os principais problemas da sobrepesca. O custo para a indústria de pesca global é da ordem de 120 bilhões de dólares/ano, para pescar o equivalente a 70 bilhões de dólares em peixes. Os subsídios do governo, tais como as isenções de impostos sobre combustível, controle de preços, empréstimos com juros baixos e subsídios para equipamentos de pesca, compõem o déficit anual de 50 bilhões de dólares da indústria (Jennings et al., 2001; Pauly et al., 2003; FAO, 2009). Sem tais subsídios, alguns barcos não poderiam mais pescar, e então o número de peixes e outros recursos pesqueiros capturados atingiria uma produção sustentável.

Esse grande dimensionamento da indústria pesqueira, sem o conhecimento do potencial pesqueiro, o rápido desenvolvimento da pesca com esforço dirigido a poucas espécies, e sem o devido conhecimento técnico-científico da biologia destas espécies; ocasionou o comprometimento de alguns dos principais recursos pesqueiros de diversas regiões do globo, provocando uma diminuição marcante da produção pesqueira de origem marinha, estuarina e dulciaquícola (Jennings et al., 2001; FAO 2006; 2009).

Aliado ao dimensionamento da indústria pesqueira, o tipo de arte de pesca ainda hoje realizada em grande parte das áreas pesqueiras, a pesca de arrasto, contribui para a depleção dos estoques. Este tipo de arte de pesca gera diversos danos ao ambiente marinho, sendo, a constante perturbação do fundo marinho com remoção da infauna bêntica e o descarte ou "bycatch" duas das principais causas deste desgaste (Horsten & Kirkegaard, 2003). Alverson et al. (1994) estimou que 27 milhões de toneladas de "bycatch" são descartadas a cada ano, em comparação com a captura anual desembarcada em torno de 100 milhões de toneladas. A pesca de camarão foi responsável por aproximadamente 35% do descarte da pesca comercial mundial; por todas estas razões, a pesca de camarão é considerada ambientalmente como sendo a menos aceitável (Alverson et al., 1994; Jennings et al., 2001).

O descarte da pesca é constituído em grande parte de peixes jovens e que ainda não atingiram o tamanho de primeira reprodução, conseqüentemente, esta atividade pode estar contribuindo para a depleção dos estoques pesqueiros na região devido à remoção de indivíduos imaturos. Essa remoção pode causar mudanças na distribuição de tamanho e idade das populações de peixes, conseqüentemente, isto ocasiona profundos efeitos sobre o processo reprodutivo; uma vez que a fecundidade relativa nos peixes, número de ovos por unidade de massa corpórea, aumenta com o tamanho corporal. Conseqüentemente, uma população de determinada biomassa possui maior fecundidade potencial quando composta de indivíduos maiores que de indivíduos menores; além disso, quando a duração da vida reprodutiva é artificialmente encurtada pela pesca, o potencial reprodutivo da espécie não é alcançado (Jennings et al., 2001).

Sem uma perspectiva de sustentabilidade, os estoques naturais dos recursos pesqueiros, especialmente peixes, vem sendo paulatinamente deplecionados, refletindo uma gradual redução na captura de peixes de água doce (Zaniboni Filho, 1997; FAO, 2006) e marinhos (Ibama, 2008; FAO, 2009). Aproximadamente, 75% das espécies de peixes marinhos de valor comercial no mundo são pescados em excesso ou até seus limites biológicos. A sobrepesca está consumindo tantos peixes que resta um estoque de reprodutores muito pequeno para manter uma quantidade suficiente da espécie (Miller, 2007). Essa sobrepesca prolongada leva à extinção comercial, ou seja, a população de uma espécie diminui a tal ponto que passa a não ser mais lucrativo pescá-la. Então, os barcos de pesca mudam para uma nova espécie ou uma nova região, esperando que as espécies pescadas em excesso recuperem-se em algum momento.

Essa tendência tem sido acelerada com a atual expansão dos grandes e eficientes barcos de pesca, o que faz com que a maior parte das pescarias costeiras, estuarinas e algumas de ambientes dulciaquícolas estejam totalmente exploradas ou sobreexploradas, devido a um aumento no número de pescadores e/ou desenvolvimento de aparelhos de pesca mais eficientes e mecanização dos barcos. Os efeitos da pesca sobre os organismos, entre outros, inclui: diminuição em sua abundância, mudanças na estrutura etária e composição de tamanho, e mudanças na composição de espécies (Blaber, 2000; Blaber et al., 2000).

## Mudança de foco

Os oceanos e mares cobrem cerca de 70% da superfície do planeta e representam 98% do seu volume de água. Proporcionam serviços ecológicos essenciais e estão na base de uma grande variedade de atividades humanas. Oceanos e mares são de grande importância para a economia, na medida em que asseguram, direta ou indiretamente, milhões de empregos não só no setor marítimo, nomeadamente no domínio dos transportes, dos portos, das pescas e da aquicultura, como igualmente nos setores do turismo e da energia. Não menos relevantes são os inúmeros usos sociais, recreativos e culturais que se faz dos oceanos e mares (Paiva, 1996).

Devido a sua imensidão, o mar era considerado pelas populações como uma abundante fonte de riqueza. Durante séculos, e até a primeira metade do século XX, se considerava o mar como um reservatório imortal e inesgotável de recursos pesqueiros que se poderia explorar, mas, nos últimos anos a atividade humana levou os oceanos ao seu limite (FAO, 2009). Hoje, sabe-se que não é assim, embora os oceanos sejam as áreas do globo menos conhecida pelo homem. O crescimento exponencial da industrialização e da exploração dos recursos marinhos ocorrido no século XX desfez o mito de que os oceanos constituem uma fonte inesgotável de recursos.

A antiga e falsa imagem dos oceanos como fonte inesgotável já não era mais plausível. Embora, eles continuem a representar uma fonte particularmente importante de alimentos, respondendo por 16% da oferta de proteína animal em todo o mundo (FAO, 2009); e representem enormes fontes de recursos naturais, como as riquezas depositadas em seu leito. No Brasil, por exemplo, há mais petróleo nas bacias sedimentares da região de Campos e Espírito Santo do que em todo o território nacional, e em escala mundial há diversas substâncias extraídas dos organismos marinhos, utilizadas na produção de remédios, cosméticos e diversos outros produtos industrializados.

Essa mudança de mentalidade em relação aos oceanos foi reforçada por diversos fatores (Figura 1), sendo que o principal deles foi o declínio dos estoques pesqueiros, que forçosamente modificou o modelo exploratório vigente em favor da aquicultura. Isto ocorreu devido à pressão da procura, quando os recursos tornaram-se escassos e, como acontece com todos os bens escassos, aumentou a competição por eles e o valor que lhes era atribuído; tornando então a questão da pesca e aquicultura prioritária sob o ponto de vista ambiental e de seguridade alimentar (Rana, 1997; Swinton, 2005; Miller, 2007).

A produção massiva e rápida de pescado visando atender a uma demanda real por alimento é aspiração legítima e tem forte e justo apelo político. A estratégia para atender a esse anseio deve, entretanto, considerar as implicações ambientais e a viabilidade socioeconômica. Nesse contexto, iniciativas de avaliação das ações tomadas em relação à sobrepesca, conservação dos estoques pesqueiros, sua exploração e a preservação das espécies são oportunas (Naylor et al., 2000; Asche & Tveteras, 2004; Agostinho et al., 2007). De acordo com a FAO (2009), aproximadamente 150 espécies marinhas de valor comercial no mundo sofreram sobrepesca ou foram pescadas até suas produções máximas sustentáveis. Alguns locais de

pesca estão tão esgotados que mesmo se a pesca fosse interrompida de imediato, levaria 20 anos ou mais para que os estoques fossem repostos.



**Figura 1.** Principais fatores de importância para a mudança de mentalidade com relação aos oceanos e seu modelo exploratório.

Sobrepesca é o termo utilizado para caracterizar a captura pesqueira acima do rendimento máximo sustentável. A sobrepesca inclui três tipos: sobrepesca de crescimento; sobrepesca de recrutamento e sobrepesca do ecossistema (Pauly, 1994). Na maioria dos países, principalmente naqueles desenvolvidos, a sobrepesca é resultado de três fatores: aumento do número de pescadores, aparelhos de pesca mais eficientes e mecanização dos barcos. Deve-se ressaltar que os dois últimos fatores mencionados acima, foram muitas vezes encorajados, facilitados e financiados pelos próprios países, através da prática de subsídios, conforme mencionado no tópico exploração pesqueira, particularmente entre os anos 60 e 70.

Os primeiros indícios de sobreexploração pesqueira datam de meados do século XX, dando início à aplicação de modelos analíticos em biologia pesqueira que repercute no ordenamento e manejo pesqueiro (Gasalla & Soares, 2001). Tudo isso esteve vinculado, ou foi uma evolução de um dos

trabalhos científicos mais consagrados pela biologia pesqueira, os estudos de Volterra (1928), o qual enfocava as interações entre os estoques pesqueiros e o esforço de pesca.

O cenário atual de sobreexploração e o risco de extinção de muitas espécies de peixes e de crustáceos marinhos, juntamente com o declínio da produção mundial, têm impulsionado o homem na busca de outras alternativas para suprir a demanda de pescado. A aquicultura tem se mostrado uma atividade bastante promissora e em expansão, e vem alcançando uma taxa de crescimento anual de mais de 8% desde 1981. Este crescimento é bastante elevado em comparação a outras atividades agrícolas, como por exemplo, a pesca e a agricultura, que alcançaram um índice máximo de crescimento de 3% ao ano (Rana, 1997; Kristofersson & Anderson, 2006). Outro fator importante é que a aquicultura é uma atividade que apresenta elevada produtividade por hectare (entre 2.500 e 60.000 kg/ha/ano), utilizando menos superfície de terra, em comparação com outras atividades, como a pecuária, que produz uma média de 70 a 300 kg/ha/ano (FAO, 2006).

A redução da captura de pescado, aliado ao potencial de desenvolvimento da piscicultura no Brasil e no mundo, vem indicando o cultivo de peixes como excelente alternativa para a produção animal (Zaniboni Filho, 1997; Poly et al., 2004). Além disso, é sabido, que a carne de peixes possui alta qualidade para a saúde humana, sendo indicada pelas organizações de saúde em todo o mundo como o tipo de alimento mais adequado considerando-se os aspectos da vida moderna (FAO, 2006; 2009; Resende et al., 2009), o que proporciona mais um ponto positivo para o desenvolvimento da aquicultura, e em particular da piscicultura.

O crescimento da população mundial faz com que a demanda de alimento seja maior a cada ano, pressionando os setores básicos de produção a incrementarem suas produtividades e ampliar as áreas de atuação. O potencial de produção dos oceanos, mares, lagos e rios tem sido descrito por vários pesquisadores como o celeiro mundial, com múltiplas alternativas para o suprimento alimentar da população. Neste contexto, a aquicultura vem se desenvolvendo rapidamente em vários países, se tornando o novo foco da exploração dos recursos aquáticos, devido a sua capacidade de produzir alimento saudável e nutritivamente rico (Zaniboni Filho, 1997; Queiroz et al., 2002; Hannesson, 2003; FAO, 2006; Subasinghe et al., 2009), consolidado assim, o potencial que é dela esperado como o quarto sistema de produção de alimentos do mundo.

### **Evolução e papel da aquicultura**

A aquicultura é o segmento de produção alimentícia de maior crescimento no mundo. Sua atividade vem crescendo sensivelmente em relação à pesca, tornando-se uma importante alternativa para a produção de pescado, tanto em área continental como marinha. Desde 1970, a contribuição da aquicultura para o fornecimento mundial de peixes, crustáceos, moluscos e outros organismos aquáticos continua crescendo, tendo aumentado de 3,9% da produção total em peso em 1970 para 27,1% em 2000; para 32,4% em 2004, e em 2006 alcançou o percentual de 36%. Este crescimento continua sendo mais rápido que o alcançado em qualquer

outro setor de produção de alimentos de origem animal (Vinatea, 2004; FAO, 2006; 2009).

Em todo o mundo, a taxa média de crescimento da aquicultura foi de 8,9% ao ano desde 1970, enquanto que, durante o mesmo período, a pesca de captura cresceu somente à razão de 1,2% e os sistemas de produção de carne em ambientes terrestres em torno de 2,8%. O aumento da produção da aquicultura foi muito superior ao crescimento demográfico, visto que, seu fornecimento médio anual *per capita* aumentou de 0,7 kg em 1970 a 7,8 kg em 2006, o que representa uma taxa de crescimento média anual de 6,9%. Estima-se que em breve a aquicultura supere a pesca de captura como fonte de pescado para a alimentação (Varadi, 2001; Camargo & Pouey, 2005; FAO, 2009).

Documentos da FAO (2006, 2009) apontam que a produção mundial da pesca e aquicultura forneceu em torno de 110 milhões de toneladas de pescado para consumo humano em 2006; deste total a aquicultura representou 47%, com uma produção declarada de 51,7 milhões de toneladas, a qual contabilizou um retorno financeiro da ordem de 65,3 bilhões de dólares. Este incremento de produção da aquicultura compensou de longe os efeitos do estancamento da produção da pesca de captura e do crescimento da população, proporcionando a mais de 2,6 milhões de pessoas pelo menos 20% do aporte médio necessário de proteínas animais.

Dados preliminares da pesca de captura mundial para 2007, baseadas nos informes de alguns dos principais países pesqueiros, indicam que a produção de pesca mundial alcançará quase 146 milhões de toneladas. Embora a quantidade total de pescado para o consumo humano chegue a este patamar, devido ao crescimento da população, o fornecimento global *per capita* se manteve aproximadamente no nível do ano de 2004; registrando-se uma diminuição no aporte da pesca de captura direcionada ao consumo humano, diminuição esta, compensada com o incremento produtivo da aquicultura (FAO, 2006, 2009). Desta forma, o cultivo surge como uma oportunidade para atendimento a essas necessidades.

A aquicultura mundial vem contribuindo com valores crescentes, com taxas superiores a 10% ao ano, tendo alcançado valores de 49 milhões de toneladas em 2001, gerando receitas da ordem de US\$ 62 bilhões. Entretanto, essa produção é desigual no mundo. Os países asiáticos são os campeões. Na América Latina, o Chile é o principal produtor, com 694,7 mil toneladas, seguido pelo Brasil com 271,7 mil toneladas (Ibama, 2008; FAO, 2006; Resende et al., 2009).

Os dados mencionados acima ilustram bem o potencial e a importância da aquicultura. Em todo o mundo milhões de pessoas dependem direta ou indiretamente desta atividade para obter seus meios de subsistência. Durante as três últimas décadas, o número de pescadores e aquicultores cresceu mais rapidamente que a população mundial e os empregos no setor pesqueiro aumentaram com maior rapidez que o emprego na agricultura tradicional (Queiroz et al., 2002; Ibama, 2008). Em 2006, segundo estimativas da FAO (2009), 41 milhões de pessoas trabalhavam com dedicação completa ou parcial como pescadores e piscicultores, cifra que representava 3,1% do total de 1,360 bilhão de pessoas economicamente ativas no setor agrícola em todo o mundo, frente aos 2,3% observados em 1990, o que indica uma taxa de crescimento de 35%. Os notáveis incrementos registrados durante os últimos

dez anos, sobretudo na Ásia, refletem a grande expansão das atividades da aquicultura.

O potencial para a aquicultura evoluir e ter um papel preponderante na segurança alimentar mundial, é fato. Contudo, essa evolução deve ser pautada em três eixos: guia Holmenkollen para uma aquicultura sustentável; código de conduta para uma aquicultura responsável e boas práticas de manejo. Apesar dessa visão otimista da aquicultura, ela possui seus próprios problemas sociais e ambientais, suas vantagens e desvantagens (Figura 2).



**Figura 2.** Vantagens e desvantagens da aquicultura. Adaptado de Miller (2007).

Em alguns pontos, a aquicultura pode ser comparada à atividade humana de produção de energia. Atualmente está muito bem a produção de energia a partir de diversas fontes de combustíveis tais como: gás, óleo, urânio, etc., só que no passado, ninguém realmente considerou os problemas de poluição e degradação ambiental associados com o uso desses

combustíveis: aquecimento global, chuva ácida, mineração, derramamento de óleos, entre outros. Similarmente, os seres humanos têm investido considerável tempo e recursos no desenvolvimento de técnicas para criação de organismos aquáticos, com pouca atenção aos danos ambientais que podem causar ao ecossistema e a degradação localizada de habitats (Gesamp, 2001; Jennings, et al., 2001; Ellingsen et al., 2009).

Os efeitos ambientais nocivos da aquicultura podem limitar sua produção no futuro. Assim, reduzir o impacto ambiental desta prática tem sido um dos principais focos das pesquisas, que necessitam ser resolvido antes que mais expansões possam ocorrer na indústria da aquicultura.

Outro fator necessário para uma expansão sustentável da aquicultura, além de um melhor conhecimento das espécies nativas (Godinho, 2007), é um mapeamento das áreas ideais para serem utilizadas nos cultivos. Um pensamento equivocado, é pensar que a aquicultura sempre é uma atividade sustentável pelo fato de diminuir a pressão sobre os estoques pesqueiros. Se não houver um plano de desenvolvimento que contemple um mapeamento de áreas adequadas, com base em informações do meio físico e biótico, a aquicultura pode se tornar uma atividade impactante e ocasionar conflitos sociais por uso de recurso e espaço (Beltrame, 2003).

Entre os impactos negativos da atividade, complementando o que já foi exposto na Figura 1, pode-se citar: diminuição de habitat - que é um dos principais fatores que causam perda de biodiversidade no planeta; poluição dos recursos hídricos pelos efluentes gerados; desequilíbrio do ecossistema pela pesca de espécies de valor não comercial para formulação de rações; além da disseminação de doenças e perda de biodiversidade - competição e predação - com a introdução inadequada de espécies exóticas. De acordo com o Gesamp (2001), a falta de regulamentação específica para a atividade e o descumprimento da legislação ambiental são os principais promotores potenciais de impactos ambientais, não só para a aquicultura, mas também para as demais ações que promovam a extração ou mesmo o uso de um recurso natural.

Segundo a FAO (2006, 2009), de maneira geral, as tendências e perspectivas para a evolução da aquicultura global podem ser enumeradas em seis tópicos:

- Continuada intensificação da produção na aquicultura;
- Continuada diversificação do uso de espécies;
- Continuada diversificação dos sistemas de produção e práticas;
- Avanços para a melhor gestão do setor de aquicultura;
- Melhorar a regulação e a governabilidade do setor de aquicultura;
- Influência crescente de mercados, comércio e consumidores.

## **Potencial brasileiro da aquicultura**

O Brasil, com mais de 8.5 milhões de quilômetros quadrados, tem uma das maiores reservas hídricas mundiais, com cerca de 12% da água doce disponível no planeta. A maior disponibilidade de corpos d'água situa-se nas regiões Norte e Centro Oeste, que concentram aproximadamente 89% do potencial de águas superficiais do país. (ANA, 2002; Diegues, 2006). Nessas regiões, no entanto, vivem somente 14,5% da população brasileira,

apresentando cerca de 9,2% da demanda hídrica nacional. Já os 11% restantes do potencial hídrico do Brasil encontram-se nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste, onde se localizam 85,5% da população e 90,8% da demanda de água do Brasil (ANA, 2002). Dessa constatação resulta que, apesar do potencial de aquicultura de água doce ser muito grande na Região Norte, a reduzida população, aliada à falta de infraestrutura para comércio e transporte dos produtos aquícolas são obstáculos consideráveis à expansão dessa atividade na região. Além disso, nessa região existe uma pesca importante em água doce, com grande potencial de aumento dentro de um sistema adequado de manejo (Borghetti, 2002; Diegues, 2006).

Hoje a aquicultura é praticada em todos os Estados brasileiros e abrange, principalmente, as seguintes modalidades: piscicultura, carcinicultura, ranicultura e malacocultura. No Brasil, a aquicultura também vem despontando como atividade promissora, registrando um crescimento superior à média mundial, passando de 20,5 mil toneladas, em 1990, para 272 mil toneladas, em 2006, com uma receita de R\$ 1,18 bilhões. No período de 1990-2006, o Brasil apresentou um crescimento de aproximadamente 825%, enquanto a aquicultura mundial cresceu 187% no mesmo período (Ibama, 2008). O resultado desse crescimento fica evidenciado na classificação mundial estabelecida pela FAO, em que o Brasil se encontrava na 36ª colocação em 1990, passando a ocupar a 17ª posição em 2006, assim como a 13ª posição na geração de renda bruta. No *ranking* da América do Sul, o Brasil encontra-se em segundo lugar, com 272 mil toneladas, sendo superado apenas pelo Chile com 694,7 mil toneladas (FAO, 2006; Ibama, 2008).

Na Amazônia, a aquicultura de água doce ainda é incipiente, mas existe um grande potencial tanto para o manejo da pesca quanto para a aquicultura nos inúmeros lagos de água doce, sobretudo naqueles em que existem acordos de pesca e manejo pesqueiro realizados entre o IBAMA e as comunidades ribeirinhas desses lagos (Diegues, 2006). A participação dessas comunidades na tomada de decisão, sobre o destino e uso dos recursos naturais, reveste-se de grande importância, à medida em que, atua como uma ferramenta de promoção do desenvolvimento e fomenta novas ações buscando agregar valor ao recurso explorado.

As possibilidades de utilização da aquicultura para o desenvolvimento social são muito promissoras. Existem diversas populações no mundo que são altamente dependentes do pescado para sobrevivência. A aquicultura é cada vez mais importante para essas populações, que vem enfrentando problemas com a escassez da pesca extrativista, pois, além de beneficiar as populações tradicionalmente envolvidas com o setor pesqueiro, tem sido utilizada também para o desenvolvimento de populações rurais.

No Brasil, a aquicultura tem participado cada vez mais do dia a dia de muitos trabalhadores rurais e pescadores artesanais. Uma de suas características marcantes é a estruturação em torno das pequenas propriedades, com exceção do setor dos camarões marinhos (Moreira et al., 2001; Diegues, 2006). Essa característica, se bem explorada, pode contribuir com a possibilidade de utilização da aquicultura para o desenvolvimento social. Através de programas específicos direcionados a populações carentes e apoiados pelo governo e pelas próprias comunidades, a aquicultura pode ser uma ferramenta muito útil de desenvolvimento sócio-econômico.

Um dos grandes desafios no emprego da aquicultura para o desenvolvimento de comunidades é a criação de mecanismos eficazes que assegurem, após a implantação dos projetos, sua autogestão e continuidade, permitindo que a comunidade seja capaz de se manter e continuar se desenvolvendo por conta própria (Coto, 2006; Diegues, 2006). O papel dos centros de pesquisa brasileiros é fundamental para o desenvolvimento da aquicultura nacional e, também, na busca de alternativas que beneficiem as populações de baixa renda. A atuação extensionista é muito importante, à medida em que atua na interface aquicultura e desenvolvimento social; orientando as comunidades na implantação de projetos desenvolvimentistas, sendo um canal para levar a tecnologia envolvida nos cultivos até as pessoas que estão fora dos centros de pesquisa.

### **A piscicultura no âmbito da aquicultura**

Aproximadamente 300 espécies são cultivadas na aquicultura mundial, das quais 20% são espécies predadoras que rendem 10% de toda a produção em peso. Contudo, essas espécies tendem a ter maior valor comercial no mercado, representando ao redor de 40% do total do valor comercializado. Em contraste, peixes herbívoros e onívoros contribuem com aproximadamente 90% do peso da produção mundial, porém apresentam baixos preços de mercado (Jennings et al., 2001; FAO, 2006).

Os peixes formam o maior grupo componente da aquicultura mundial, tanto em termos de peso quanto em valor de mercado. Sua produção representa praticamente 53% da produção aquícola, sendo que entre os demais grupos temos moluscos, crustáceos, anfíbios, répteis e invertebrados aquáticos (Jennings et al., 2001). No âmbito mundial, a Ásia é responsável por cerca de 70% da produção total e o Brasil apresenta apenas 0,2% da produção (FAO, 2009). Em 2004 a Região Sul do Brasil era responsável por 32,7% da produção, seguida pelo Nordeste, com 21,6%, pelo Sudeste com 16,9% tendo o Norte uma participação inferior a 1% do total da aquicultura continental (Ibama, 2008).

Historicamente a piscicultura no Brasil é bastante antiga, sendo iniciada já com os primeiros colonizadores holandeses no estado de Pernambuco. Até a década de 70, o cultivo de peixes se caracterizou pelo cultivo extenso de espécies exóticas, normalmente sem fins lucrativos. A partir dos anos 80, algumas fazendas em regiões temperadas, particularmente na região serrana do interior de São Paulo, foram adaptadas ao cultivo intensivo de trutas, principalmente *Oncorhynchus mykiss* (Zaniboni Filho, 1997).

O cultivo de espécies nativas esteve limitado durante longo período pela falta de tecnologia de produção maciça de alevinos. Durante a década de 80, o desenvolvimento adequado de tecnologia de reprodução, larvicultura e alevinagem de espécies importantes para a piscicultura, como o tambaqui *Colossoma macropomum* e pacu *Piaractus mesopotamicus*, permitiu o desenvolvimento do cultivo de peixes em regiões tropicais, particularmente no Mato Grosso e Região Norte do Brasil (Zaniboni Filho, 1997).

De acordo com informações levantadas pelo Ibama (2008) a piscicultura, na classificação nacional por produção, respondeu, em 2006, por uma produção estimada de 191.183,5 toneladas, correspondendo a aproximadamente 71% da produção da aquicultura brasileira.

As espécies mais frequentemente utilizadas na piscicultura brasileira, em ordem de importância, são: as carpas comuns e chinesas, as tilápias, os peixes redondos pacu e tambaqui e seus híbridos (tambacu). Porém, outras espécies, como os grandes bagres brasileiros (pintado, surubim, pirarara), o dourado e os *Brycon* (matrinxã, piracanjuba, piraputanga e piabanha), começam a despertar o interesse de criadores, não apenas por seu valor para a pesca esportiva, como também pela facilidade de comercialização.

A piscicultura mostra que os produtores têm-se preocupado, à exceção das tilápias, com novas espécies e não com o melhoramento daquelas já utilizadas em criações. Esta característica da atividade é comprovada pela utilização de mais de trinta diferentes espécies de peixes, com os mais variados hábitos alimentares e ambientes de vida, indo desde espécies de clima tropical (em sua grande maioria) até aquelas de climas temperado e frio. Essa diversificação tem acompanhado a transformação pela qual passa a piscicultura brasileira. Com a implementação de criações intensivas em reservatórios, através do uso de tanques-rede e gaiolas modificando o padrão então vigente de dez anos atrás, quando a piscicultura era praticada quase que exclusivamente em viveiros escavados e em pequenas represas.

De meados dos anos 90 para cá, a prática da criação em tanque-rede tem aumentado bastante, em razão, principalmente, dos baixos investimentos, se comparados aos da prática tradicional, decorrentes das facilidades de implantação e da disponibilidade de locais para sua instalação (Rotta & Queiroz, 2003). A exemplo dos setores avícola e bovino, a tendência de aproveitamento integral do pescado, faz com que o peixe possa ser inteiramente explorado, gerando diversos e novos produtos. Atualmente, a intensa busca do consumidor por maior praticidade requer que os produtos sejam de fácil manuseio, como filés e exemplares congelados individualmente, filés ou pedaços empanados congelados, *fishburger*, croquetes, dentre outros. Além do desenvolvimento destes produtos com grande valor agregado, podem ser aproveitadas as aparas resultantes do processo de filetagem de peixes, para obtenção de carne mecanicamente separada.

Deve-se salientar as vantagens e benefícios gerados pelo aproveitamento de resíduos do processamento, evitando-se assim, o acúmulo de material gerador de problemas para o ambiente, que é o suporte de todo o cultivo, devido ao fato deste estar completamente dependente da utilização de água isenta de poluentes, para execução das suas atividades (Zaniboni Filho, 1997). Vale também ressaltar que os resíduos gerados na industrialização do pescado chegam a quase 60% do produto total industrializado.

A região norte do Brasil tem amplas condições de aproveitar esse potencial produtivo da piscicultura. Pois, a grande extensão da hidrobacia amazônica brasileira, aproximadamente 6.112.360 km<sup>2</sup>, e a ampla diversidade ictiológica nela existente, estimada entre os patamares de 1.300 a 2.000 espécies, indicam que a piscicultura é o ramo da aquicultura que apresenta maiores potencialidades de utilização dos recursos pesqueiros, tanto do ponto de vista da sustentabilidade ecológica como nutricional e econômica (Fim, 1995).

Nos diversos Estados da região Norte do Brasil é cultivada uma variedade de espécies de peixes, crustáceos, quelônios e anfíbios. Entre os peixes, apenas 14 espécies nativas são cultivadas, o que em relação à diversidade de peixes da região, é um número extremamente reduzido. As principais espécies de peixes de água doce cultivadas são: tambaqui *C. macropomum*, curimatã *Prochilodus nigricans*, matrinxã *Brycon amazonicus* e pirarucu *Arapaima gigas*. Estimou-se que no Estado do Amapá, como em 86% da região Norte, a área média por aquicultor para o desenvolvimento de suas atividades, seja menor que 2 ha. Além disso, a criação em tanques-rede é incipiente e não aparece de forma significativa em nenhum dos Estados da região Norte (Val et al., 2000; Ibama, 2008).

As espécies nativas apresentaram um crescimento constante nos últimos anos, contribuindo com, aproximadamente, 30% da produção nacional, destacando-se o tambaqui *C. macropomum*, com 25.272 toneladas, o pacu *P. mesopotomicus* com cerca de 9.000 toneladas e o piau (*Leporinus* sp.) com 2.472 toneladas. O maior produtor de tambaqui é o estado do Amazonas, de pacu e piau é o estado Mato Grosso (Ostrensky et al., 2000; Ibama, 2008; Diegues, 2006). Essa produção anual de tambaqui e a produtividade apresentam uma grande variabilidade entre os diferentes estados da região Norte; o Amazonas apresenta uma produtividade de 4,45 t/ha, seguido por Rondônia, com uma produtividade de 3,49 t/há e o Amapá apresenta uma produtividade de 0,99 t/ha, estando apenas atrás do estado do Acre, com 0,64 t/ha (Ibama, 2008).

Este arranjo produtivo da piscicultura, na região Norte, poderá ser modificado dentro de alguns anos. Para isso, os projetos para criação de peixes necessitam ter um bom embasamento técnico-científico e acima de tudo um excelente planejamento do que se pretende cultivar, onde cultivar, como se vai cultivar e onde será comercializada a produção. O que se observa hoje em alguns locais desta região, é que muitos projetos de piscicultura carecem de um planejamento e estes são feitos por tentativa e erro, e quando assim se procede, a probabilidade de fracasso neste tipo de empreendimento é sempre maior.

Wilcox (2009) faz uma piada interessante em seu artigo sobre este assunto. Ele pergunta: "Como fazer uma pequena fortuna na piscicultura?". Ao que, ele mesmo responde, em tom irônico: "Você deve começar com uma pequena fortuna". É fato! E ele continua! A piscicultura é um agronegócio restrito. Cometa um erro e sua produção certamente morrerá; cometa um erro diferente e a fiscalização ambiental entrará o seu negócio; cometa ainda um outro erro, e as autoridades podem confiscar seus equipamentos, revogar sua licença, ou ainda executá-lo legalmente na justiça e confiscar toda sua produção. Este não é um negócio para a desorganização e despreparo. A piscicultura não vai lhe proporcionar fortuna de uma hora para outra. Todos os que conseguiram ficar ricos, o fizeram através de um trabalho árduo, longas horas de dedicação, com um investimento significativo, e de grande sacrifício pessoal (Wilcox, 2009). A Figura 3 traz uma adaptação do artigo de Wilcox (2009), e traz os 11 passos que o piscicultor não deve seguir. Assim, caso o piscicultor tenha estes passos em mente, com certeza reduzirá o risco do fracasso de seu investimento.

## Aquicultura

### Como fazer uma pequena fortuna na piscicultura?

- **Iniciar seu negócio sem um planejamento** - Falhar no planejamento é fatal: é como planejar o fracasso. Siga rigorosamente o planejado. Revisar seu planejamento é fundamental para o sucesso do empreendimento. Se você não sabe para onde está indo, então não vá.
- **Iniciar seu negócio sem dinheiro suficiente** - A causa número um do fracasso dos cultivos é o pouco capital. Esteja preparado para despesas e perdas não esperadas. Se os alevinos morrem terá que repô-los. Se o preço da ração aumenta, mesmo assim terá que adquiri-la. Se o aerador quebra deve consertá-lo rapidamente. Por fim, se você não tem capital para superar os imprevistos, não entre nesse negócio.
- **Emprestar dinheiro de seus parentes e amigos** - Seus parentes podem querer lhe emprestar dinheiro, mas o não pagamento poderá deixá-los irritados. Empréstimo de amigos apenas se você não os quiser mais como amigos. Evite usar a sua casa como garantia do empréstimo, você ainda necessitará de uma casa para morar se seu cultivo fracassar.
- **Escolher a espécie a ser produzida antes de fazer uma pesquisa de mercado** - Muitos produtores decidem que espécie produzir antes de saber se, ou como, podem ganhar dinheiro com ela. Das espécies aptas a tolerar seu sistema de cultivo e clima, selecione as mais rentáveis e destas, as que têm compradores no preço esperado. Se você cultivar a espécie errada, poderá perder até a camisa.
- **Decidir que espécie produzir antes de conhecer sua biologia** - Mesmo a espécie mais apreciada pelo mercado pode ser impossível ou muito cara para produzir. Após sua pesquisa de mercado avalie se a espécie escolhida é compatível com sua capacidade ou seu sistema de cultivo. Conheça a sua biologia geral, ecologia, doenças, parasitos e especialmente a biologia reprodutiva, antes de qualquer decisão. Espécies que não foram bem sucedidas em sua região, falharam por alguma razão.
- **Gastar seu dinheiro com “tecnologias do futuro”** - Se um sistema lhe parece muito bom para ser verdadeiro, cuidado! Muitos “sistemas de produção altamente produtivos” estão a venda. Peça para visitar um sistema que esteja funcionando bem por cinco anos e ver seus documentos de lucros e perdas declarados à receita federal, antes de decidir.
- **Escavar seus tanques e depois correr atrás da licença** - Há regras restritivas para a atividade da piscicultura comercial, drenagem, represamento, uso de várzeas, armazenagem e escoamento de água, etc. Se você escavar seus tanques antes de revisar as regras, estará sujeito a multas, poderá ter que intorremper suas atividades, ou ser obrigado a realizar um monitoramento muito caro.
- **Estocar seus tanques com altas densidades durante os primeiros anos** - Baixas densidades de estocagem podem significar menor lucro, mas certamente significam menores riscos. Melhor conseguir uma lucratividade de 75% da máxima por alguns anos, que perder tudo enquanto você aprende com tentativas e erros. Certamente você cometerá alguns erros sérios. Torne-os tão baratos quanto possível.
- **Produzir o peixe e então tentar vendê-lo** - A produção é apenas uma parte de seu negócio. Preços variam durante o ano. Assim, parte de seu planejamento deve ser dirigido para que sua despesa ocorra na época em que os preços estão no seu valor mais alto.
- **Não fazer parte de associações de aquicultores** - Nas reuniões e discussões você pode ter oportunidades de aprender com os erros de outros produtores, ao invés de ter que aprender com os seus erros.
- **Não ter contato com instituições de pesquisa e extensão** - Elas podem lhe fornecer literatura sobre as espécies, sistemas de produção, manejo, qualidade de água e outras tecnologias, bem como lhe proporcionar assessoria técnica e apoio continuado.

**Figura 3.** Onze passos do que não fazer para que seu empreendimento de piscicultura tenha sucesso. Adaptado de Jeffery Wilcox (2009).

## Considerações finais

Com base nos estudos das populações de peixes, alguns estoques de espécies esgotadas poderiam ser recuperados se houver um controle cuidadoso. Isso envolve o estabelecimento de cotas de pesca, restrição ao uso de determinados equipamentos ou métodos de captura, fechamento de áreas de pesca durante os períodos de desova, interrupção do uso de redes, e reservas protegidas. Entretanto, a implementação de tais estratégias tem um altíssimo custo e com frequência não é popular do ponto de vista político.

O foco dos subsídios governamentais deveria passar a ser programas para resgatar alguns barcos pesqueiros e treinar suas tripulações para outras ocupações. Provocando assim a mudança ou diversificação de modelos exploratórios, que poderiam contribuir para a redução do número de embarcações no mar e conseqüentemente a recuperação de alguns estoques pesqueiros.

Dentre outros fatores, o melhoramento genético também é a chave para o desenvolvimento da piscicultura com espécies nativas do Brasil, como o tambaqui, o pacu, o pintado, o pirarucu, dentre outras. Melhoramentos genéticos dirigidos, realizados em peixes, têm mostrado um potencial médio de ganho na taxa de crescimento de 15% por geração.

Como a aquicultura é diretamente dependente do ecossistema em que se insere o cultivo, para o seu sucesso é necessário manter-se uma boa qualidade ambiental, o que requer boas práticas de manejo, técnicas apropriadas de cultivo e um constante monitoramento do ambiente. Se uma maior atenção for dada para todos estes fatores, certamente ocorrerá um desenvolvimento equilibrado do setor.

Documentos como o Guia Holmenkollen para uma Aquicultura Sustentável, formulado durante o Segundo Simpósio Internacional sobre Aquicultura Sustentável, e como o Código de Conduta para uma aquicultura responsável, elaborado pela FAO, podem ser utilizados como ferramentas para que se garanta a contínua satisfação das necessidades humanas nas gerações presentes e futuras, aliada ao desenvolvimento da aquicultura.

As estimativas mostram que com a tecnologia disponível no País associada às condições já mencionadas, a produção de peixes e camarões no Brasil pode chegar a mais de 1 milhão de toneladas. Caso isso aconteça, alguns fatores devem ser avaliados. A produção de rações, que no ano 2004 foi estimada em 304 mil toneladas, deverá chegar a mais de 2 milhões de toneladas. Este aumento resultaria em ampliação do número de fábricas, maior consumo de matérias-primas e, em especial, de farinha de peixe, ingrediente fundamental na fabricação de rações para organismos aquáticos, as quais, em parte, são importadas de outros países, e fomentam uma sobrepesca de espécies não comerciais para que a matéria prima esteja sempre disponível.

A aquicultura tem espaço para se desenvolver, desde que utilize as melhores técnicas e seja ambientalmente sustentável. A piscicultura em tanque-rede será um dos grandes produtores de peixes no futuro. As criações em viveiros escavados também apresentaram grande crescimento, mas nada que se compare ao aumento daqueles em tanque-rede.

O conhecimento sobre o impacto ecológico das atividades de aquicultura é limitado, 56 anos de dados empíricos, desde a consolidação da ciência ecologia, podem não ser suficientes para predizer o futuro, e com as mudanças ambientais (clima, solos, e outros), espécies que eram de baixo risco podem-se se tornar de alto risco ambiental. Portanto, devemos estar atentos que seremos obrigados a fornecer soluções e consultoria para o desenvolvimento robusto da avaliação dos riscos da aquicultura no ambiente, e definir políticas para o futuro, que será responsável pela limitação futura de introdução de espécies exóticas na aquicultura.

Um dos grandes desafios no uso da aquicultura para o desenvolvimento de comunidades, é a criação de mecanismos eficazes que assegurem após a implantação dos projetos sua autogestão e continuidade, permitindo que a comunidade seja capaz de se manter e continuar se desenvolvendo por conta própria, principalmente na Amazônia. O papel dos centros de pesquisa brasileiros é fundamental para o desenvolvimento da aquicultura nacional e, também, na busca de alternativas que beneficiem as populações de baixa renda. A atuação extensionista é de extrema relevância, à medida em que atua na interface aquicultura e desenvolvimento social, orientando as comunidades na implantação de projetos desenvolvimentistas, sendo um canal para se levar a tecnologia envolvida nos cultivos até as pessoas que estão fora dos centros de pesquisa.

## Referências

- 
- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. 2002. *Avaliação das Águas do Brasil*. Brasília:Ministério do Meio Ambiente.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. 2007. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringá: Eduem.
- ALVERSON, D. L.; FREEBERG, M. H.; POPE, J. G.; MURAWSKI, S. A. 1994. A global assessment of fisheries bycatch and discards. Roma: FAO, Fisheries Technical Paper 339.
- ASCHE, F.; TVETERAS, S. 2004. On the relationship between aquaculture and reduction fisheries. *J. Agric. Econ.*, 55(2):245-265.
- BELTRAME, E. 2003. *Seleção de sítios e planejamento da atividade de cultivo de camarões marinhos com base em geotecnologias*. 197f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- BLABER, S. J. M. 2000. *Tropical estuarine fishes: ecology, exploitation and conservation*. London: Blackweel Science.
- BLABER, S. J. M; CYRUS, D. P.; ALBARET, J. J.; CHING, C. V.; DAY, J. W.; ELLIOTT, M.; FONSECA, M. S.; HOSS, D. E.; ORENSANZ, J.; POTTER, I. C.; SILVERT, W. 2000. Effects of fishing on the structure and functioning of estuarine and nearshore ecosystems. *ICES J. Marine Sc.*, 57:590-602.
- BORGHETTI, J. R. 2002. Estimativa da pesca e aquicultura de água doce e marinha. In: CONFERÊNCIAS SELECIONADAS NA VI REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO DE PESCA. Série Relatórios Técnicos, 3, São Paulo.
- CAMARGO, S. G. O.; POUHEY, J. L. O. F. 2005. Aquicultura - um mercado em expansão. *Rev. Bras. Agroc.*, 11(4):393-396.
- CARPENTER, S. R.; TURNER, M. 2000. Opening the black boxes: Ecosystem science and economic valuation. *Ecosystems*, 3:1-3.

- COTO, M. C. 2006. Aquicultura familiar em Cuba. *Rev. Agricult. Urbana*, Nº 14.
- DIEGUES, A. C. 2006. Para uma aquicultura sustentável do Brasil. São Paulo: NUPAUB. Artigos Nº 3. 26p.
- ELLINGSEN, H.; OLAUSSEN, J. O.; UTNE, I. B. 2009. Environmental analysis of the Norwegian fishery and aquaculture industry – A preliminary study focusing on farmed salmon. *Marine Pol.*, 33:479-488.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. 2006. State of world aquaculture 2006. Roma: FAO, Fisheries Technical Paper 500
- FAO – FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. 2009. The state of world fisheries and aquaculture 2008. Roma: FAO.
- FIM, J. D. I. 1995. Sistema integrado de cultivo entre animais e peixes. In: VAL, A.L.; HONCZARYK, A. *Criando peixes na Amazônia*. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 149p.
- GASALLA, M. A.; SOARES, L. S. H. 2001. Comentários sobre os estudos tróficos de peixes marinhos no processo histórico da ciência pesqueira e modelagem ecológica. *B. Inst. Pesca*, 27(2):247-263.
- GESAMP. 2001. (IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Planing and management for susetenible coastal aquaculture development. Rep. Stud. Gesamp (68), 90p.
- GODINHO, H. P. 2007. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. *Rev Bras Reprod Anim.*, 31(3):351-360.
- HANNESSON, R. 2003. Aquaculture and fisheries. *Marine Pol.*, 27:169-178.
- IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. 2008. *Estatística da Pesca 2006 Brasil: grandes regiões e unidades da federação*. Brasília,DF. 174p.
- HORSTEN, M. B.; KIRKEGAARD, E. 2003. Bycatch from a perspective of sustainable use. *IUCN SSC European Sustainable Use Specialist Group: Fisheries Working Group*, p. 1-16.
- JENNINGS, S.; KAISER, M. J.; REYNOLDS, J. D. 2001. *Marine fisheries ecology*. United Kingdom: Blackwell Science, 417p.
- KRISTOFERSSON, D.; ANDERSON, J. L. 2006. Is there a relationship between fisheries and farming? Interdependence of fisheries, animal production and aquaculture. *Marine Pol.*, 30:721-725.
- KRÜGER, E. L. 2001. Uma abordagem sistêmica da atual crise ambiental. *Desenvolv. Meio Amb.*, 4: 37-43.
- MILLER, G. T. 2007. *Ciência Ambiental*. Tradução da 11ed. Norte-americana. São Paulo: Thomson.
- MOREIRA, H. L. M; VARGAS, L.; RIBEIRO, R. P.; ZIMMERMANN, S. 2001. *Fundamentos da Moderna Aquicultura*. Canoas: Ed. Ulbra, 200p.
- NAYLOR, R. L; GOLDBURG, R. J.; PRIMAVERA, J. H.; KAUTSKY, N.; BEVERIDGE, M. C. M.; CLAY, J.; FOLKE, C.; LUBCHENCO, J.; MOONEY, H.; TROELL, M. 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405:1017-1024.
- OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R.; PEDINI, M. 2000. Situação atual da aquicultura brasileira e mundial. In: VALENTI, W. C.; POLI, C. R.; PEREIRA, J. A.; BORGHETTI, J. R. (Ed.). *Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável*. Brasília: Conselho Nacional de

- Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, 399p.
- PAIVA, M. P. 1996. Recursos Pesqueiros. In: MMA. *Levantamento do estado da arte da pesquisa dos recursos vivos marinhos do Brasil*. Brasília: Secretaria de Coordenação dos Assuntos do Meio Ambiente – SMA, Programa REVIZEE.
- PAULY, D. 1994. *On the sex of fish and the gender of scientist*. London. Chapman & Hall.
- PAULY, D. 2002. Fisheries management. Nature Publishing Group, Encyclopedia of life sciences, p. 1-5.
- PAULY, D.; ALDER, J.; BENNETT, E.; CHRISTENSEN, V.; TYEDMERS, P.; WATSON, R. 2003. The future for fisheries. *Science*. 302:1359-1361.
- PHILIPPART, C. J. M. 1998. Long-term impact of bottom fisheries on several by-catch species of demersal fish and benthic invertebrates in the south-eastern North Sea. *ICES J. Marine Sc.*, 55:342-352.
- POLI, C. R.; POLI, A. T. B.; ANDREATTA, E.; BELTRAME, E. 2004. *Aquicultura: Experiências Brasileiras*. Florianópolis. Multitarefa Editora.
- QUEIROZ, J. F.; LOURENÇO, J. N. P.; KITAMURA, P. C. 2002. *A Embrapa e a aquicultura: demandas e prioridades de pesquisa*. Brasília: Embrapa: Informação Tecnológica.
- RANA, K. 1997. Recent Trends in global aquaculture production: 1984-1995. *FAO Aquaculture Newsletter*, 16:14-19.
- RESENDE, E. K.; RIBEIRO, R. P.; LEGAT, A. P.; BENITES, C. 2009. Melhoramento genético em peixes – uma revolução na aquicultura do Brasil. *Boletim SBI*, 94:5-6.
- ROTTA, M. A.; QUEIROZ, J. F. 2003. Boas práticas de manejo (BPMs) para a produção de peixes em tanques-redes. Corumbá: Embrapa Pantanal. Série Documentos, 47.
- SUBASINGHE, R.; SOTO, D.; JIA, J. 2009. Global aquaculture and its role in sustainable development. *Reviews in Aquaculture*. 1:2-9.
- SWINTON, S. M. 2005. As ecosystem services are demanded of agriculture, what of agricultural economists? *Western Economics Forum*.
- VARADI, L. 2001. Review of trends in the development of European inland aquaculture linkages with fisheries. *Fish. Manag. Ecol.*, 8:453-462.
- VINATEA, L. A. 2004. *Fundamentos de Aquicultura*. Florianópolis: Editora da UFSC.
- VOLTERRA, V. 1928. Variations and fluctuations of the number of individuals in animal species living together. *J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.*, 3:1-51.
- WALDIGE, V.; CASEIRO, A. 2004. A indústria de rações: situação atual e perspectivas. *Panorama Aquicul.*, 81(14):27-32.
- WILCOX, J. 2009. How to make a small fortune in aquaculture. Disponível em: <http://www.aquaculturecouncilwa.com/how-to-get-into-aquaculture/how-to-make-a-small-fortune-in-aquaculture>.
- ZANIBONI FILHO, E. 1997. O desenvolvimento da piscicultura brasileira sem a deterioração da qualidade de água. *Rev. Brasil. Biol.*, 57(1):3-9.
- ZIMMERMANN, S. 2001. Estado atual e tendências da moderna aquicultura. In: MOREIRA, H. L. M.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R. P.; ZIMMERMANN, S. (Org.). *Fundamentos da moderna aquicultura*. Canoas: Editora da ULBRA, p. 191-199.