



Métodos de estudos de sustentabilidade aplicados a aquicultura

Márcia Noélia Eler¹, Thiago José Millani²

1 - Pesquisador, NEEA/CRHEA/SHS/EESC/USP. Av. do Trabalhador San Carlense, 400 . CP. 297. São Carlos, SP. marciaeler@yahoo.com.br

2 - PPG-SEA- NEEA/CRHEA/SHS/EESC/USP

RESUMO - O objetivo deste artigo é introduzir reflexões sobre as estratégias de interconexão da aquíicultura no contexto sócio-ambiental, conclamando os atores comprometidos com o setor a pesquisar e utilizar métodos de viabilidade em conformidade com o princípio da sustentabilidade. Sendo que o conceito de desenvolvimento sustentável defendido é aquele que tem como paradigma a inclusão da dimensão social e ambiental desde o estágio de planejamento até a operação. Para tanto, a metodologia da avaliação do ciclo de vida do produto, critérios de avaliação de impacto ambiental, assim como, a adoção da bacia hidrográfica como unidade de gestão participativa, são instrumentos apresentados tendo a piscicultura de água doce como exemplo. A Legislação ambiental brasileira é apresentada como critério norteador e determinante na busca do desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: agenda 21, aquíicultura sustentável, avaliação de ciclo de vida, impacto ambiental, legislação ambiental

Sustainable development in aquiculture: methodology and strategies

ABSTRACT - The objective of this article is to introduce the reader to a reflection about the strategies of interconnection of the aquaculture in the human-environmental context, shouting the committed actors with the sector to research and utilize approaches of feasibility in conformity with the beginning of the sustainability. Sustainability is a complex idea and an abstract concept that provides a framework for interdisciplinary dialogue, interaction and research. The Principle of Sustainable Development as it was endorsed in the Rio-Declaration of 1992, interpreted as comprising the inter-relation of natural and technological aspects on the one hand, with socio-economic and value-based considerations on the other. This study applies a consequential approach to system delimitation and includes future scenarios. The latter are used to predict the impact potential over a longer time span. Also, the methodology for life cycle impact assessment (LCA), environmental impact evaluation criteria, as well as, the adoption of the basin as unit of management participatory. Interconnecting each aquaculture process, Brazilian environmental Legislation is as a criteria determinant in the search of the sustainable development.

Key Words: environmental regulation and policies, impact assessments, LCA, Rio declaration of 1992, sustainable aquaculture

Introdução

O desenvolvimento sustentável tem levado todas as nações a buscar um equilíbrio entre o crescimento e a proteção dos recursos naturais. Isto foi enfatizado na proposta elaborada na reunião da ONU em 1992 para o futuro sustentável, a denominada agenda 21. Este documento trata a água como um elemento vital, por ser um recurso finito e de distribuição irregular no planeta (Scare, 2003).

Correspondências devem ser enviadas para: marciaeler@yahoo.com.br

Com a evolução da questão ambiental e das condições que o planeta apresenta, o cultivo racional de organismos aquáticos, atividade zootécnica mais conhecida como aquíicultura, apresenta-se como atividade economicamente emergente na competição pelo recurso água. Atualmente, a aquíicultura enfrenta o desafio de moldar-se ao conceito de sustentabilidade, o que implica em agregar novos valores a produção de conhecimento e às práticas do setor.

Segundo a FAO (2007), a produção aquícola mundial, incluindo algas, excedeu em 2004 os 59 milhões de toneladas, e, em valor, ultrapassou US\$ 70 bilhões. No Brasil a situação não é diferente. A produção aquícola nacional total no ano de 2004 foi estimada em mais de 260.000 t, o que representa uma receita de mais de R\$ 2 bilhões, havendo um predomínio do cultivo de peixes de água doce com cerca de 65,8% de toda a produção.

Apesar dos benefícios sociais (geração de emprego) e econômicos, deve-se considerar que todas as atividades produtivas são impactantes ao meio ambiente, especialmente quando executadas de maneira inadequada e sem considerar os princípios básicos de alteridade sócio-ambiental, dentre os quais, o planejamento do uso de recursos naturais e as estratégias que assegurem o desenvolvimento pretendido. Assim, dificilmente um princípio ou uma causa terá adquirido tanta adesão e consenso.

Neste escopo, conceitos como ecodesenvolvimento, tecnologias apropriadas ou alternativas passaram a ocupar um crescente espaço nos debates acadêmicos (Assad & Bursztyn, 2000; Almeida, 2003) e empresariais. Assim, várias formas de avaliação de impactos e de gestão do setor produtivo foram desenvolvidas, procurando-se reduzir de forma exponencial os impactos ambientais decorrentes do crescimento da produção.

O objetivo deste artigo é introduzir reflexões ao leitor a uma reflexão sobre as estratégias de interconexão da aquíicultura no contexto sócio-ambiental, conclamando os atores comprometidos com o setor a pesquisar e utilizar métodos de viabilidade do setor em conformidade com o conceito de *desenvolvimento sustentável* (Figura 1).

Conceito de sustentabilidade

O conceito de desenvolvimento sustentável defendido neste artigo é aquele que tem como paradigma a inclusão da dimensão social e ambiental desde o estágio de planejamento até a operação e avaliação do empreendimento ou de uma política de desenvolvimento (FAO).

O termo *Desenvolvimento Sustentável* propõe uma nova forma de modelo de desenvolvimento, especialmente a partir do relatório da comissão mundial para tratar de meio ambiente e desenvolvimento (Wecd, 1987), mais conhecido como relatório de Brundtland. A comissão definiu como desenvolvimento sustentável, aquele desenvolvimento que supre as necessidades do presente sem, contudo, comprometer as necessidades das gerações futuras.

Várias abordagens sobre o conceito de *desenvolvimento sustentável* (DS) foram apresentadas por Thiago (2002). O autor ressalta a importância

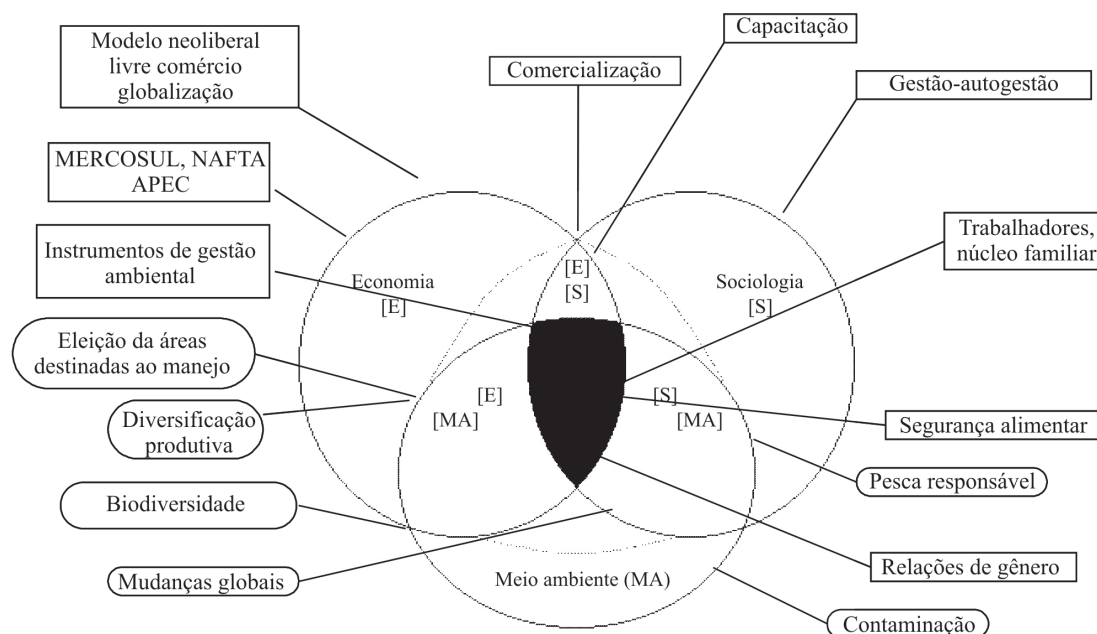


Figura 1 – Modelo de desenvolvimento sustentável com enfoque sistêmico. Elaborado por María Teresa López B. In: Série Relatório Técnico n.03. Instituto de Pesca/APTA/SAA. 2000.

de uma ampla discussão destas abordagens no que se refere ao setor aquícola, iniciando-se um diálogo por meio de fóruns multi e interdisciplinares que culminem em um consenso sobre o que deve ser um empreendimento aquícola ambientalmente sustentável.

Embora existam várias abordagens, o Estado brasileiro por meio do Ministério do Meio Ambiente, fundamentado nas recomendações da FAO, já apontou diretrizes para o setor aquícola desde 1997. O objetivo destas diretrizes é identificar as responsabilidades, deveres e obrigações do Estado e dos atores envolvidos com a aquíicultura, sendo que o intercâmbio contínuo entre estes atores é essencial para garantir a sustentabilidade, a segurança alimentar e a erradicação da pobreza, direcionando para o bem estar das gerações futuras.

O documento produzido como subsídio para a elaboração da agenda 21 brasileira, com foco na agricultura sustentável (Bezerra *et al.*, 2000), adverte sobre o significado do adjetivo *sustentável*, consagrado na Eco 92. A sustentabilidade significa preservação do capital ambiental oferecido pela natureza. Entretanto o documento encoraja (p.13) a superar as dificuldades da aplicação prática da definição de DS em função de seu profundo sentido ético. Por fim, reconhece-se que muitas vezes a crise ambiental é também a crise de um conjunto de relações sociais. Os problemas ambientais denunciam desigualdades profundas no acesso das populações aos recursos da natureza e às boas condições ambientais. Embora o direito a um meio ambiente saudável esteja garantido a todos na Constituição Brasileira (Artigo 225), o que resta à população menos favorecida é a exclusão do *desenvolvimento sustentável*.

Na verdade, o conceito de DS está contemplado indiretamente na Constituição brasileira pela combinação dos Artigos 170 que trata da ordem econômica (*valorização do trabalho humano e na livre iniciativa*.. III - *função social da propriedade*; VI - *defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação e VII - redução das desigualdades regionais e sociais*); do artigo 186 que trata do cumprimento da função social em propriedade rural (...I- *aproveitamento racional e adequado*; II - *utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e preservação do*

meio ambiente; III - *observância das disposições que regulam as relações de trabalho*; IV - *exploração que favoreça o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores*) e, finalmente pelo capítulo V, artigo 225 que é dedicado, exclusivamente, ao meio ambiente (*Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações...*).

Para reverter este quadro, as quatro diretrizes propostas em Bezerra *et al.* (2000), sistematizadas de maneira participativa e dialógica, ressaltam a necessidade do fortalecimento da agricultura familiar, o estímulo aos mecanismos de comercialização, processo de certificação ambiental (selo verde), ampliação do acesso a educação, formação profissional, a educação ambiental, atendimento aos padrões de qualidade exigidos pelo mercado, estímulo a formação de organizações civis e o fortalecimento de articulações entre o governo e sociedades civis, dentre outros.

Impactos ambientais

Invariavelmente, a agricultura tem afetado o ambiente por meio da ocupação e fragmentação dos habitats naturais e primitivos (originais), pela redução da abundância e da diversidade da biota, com alterações do solo, da água e da qualidade da paisagem, contribuindo para que haja alterações nos fatores climáticos globais. De certa forma, as preocupações com esses impactos e a análise de custo-benefício são essenciais para a avaliação da sustentabilidade da aquíicultura a qual, até então, não era considerada como geradora de impacto ambiental.

O meio aquático, para a maioria dos usuários, suporta uma flora e uma fauna diversificada com a coleta e inserção de algumas espécies do ambiente natural em ambiente de cativeiro. Entretanto Beveridge *et al.* (1996) ressaltam que os organismos aquáticos se comportam de forma diferente dos animais terrestres, pois escapam e formam população feral que poderá: (1) espalhar e inter-reproduzir com o estoque nativo e, desta forma, ameaçar os recursos genéticos naturais; (2) provocar a ruptura nos habitats naturais pela proliferação ou remoção da vegetação ou pelo aumento da turbidez; e (3) pela introdução de

organismos patogênicos, predadores e outras pragas.

Como impacto positivo, a literatura considera o consórcio entre aquíicultura e outras modalidades agrícolas, como por exemplo, o cultivo integrado de arroz e peixe, suíno-peixe, aves-peixe ou ainda o sistema integrado de usos múltiplos. O clássico exemplo italiano em que se utiliza a agricultura nos vales integrada ao sistema de manejos dos lagos, implementando-se ainda a recreação é um desses exemplos. Outro aspecto positivo é a manutenção de estoques de materiais no mar e nos reservatórios, protegendo e conservando espécies em perigo de extinção, além do emprego de efluentes industriais no enriquecimento dos viveiros de piscicultura, ou ainda o acoplamento de um sistema de hidroponia junto aos resíduos da própria piscicultura. Deve-se ressaltar também como um aspecto positivo social e econômico as oportunidades de novas fontes econômicas e de trabalho na bacia hidrográfica.

Entretanto, a aquíicultura não produz apenas impactos positivos. Analisando-se todos os sistemas de criação de peixes em cativeiro, tem sido verificado que os impactos negativos são muitos, com conseqüências diretas sobre o meio ambiente (Rosental, 1994).

A eutrofização dos recursos hídricos talvez seja um dos maiores impactos causados pela aquíicultura. Pillay (1992), ao monitorar 200 fazendas na Inglaterra, também mostrou os efeitos negativos da criação de peixes sobre o efluente, verificando

que geralmente os impactos estavam associados ao aumento de fósforo, florescimento de algas potencialmente tóxicas, aumento do material em suspensão, culminando com a mortandade de peixes (Tabela 1).

O efeito da qualidade do efluente sobre o corpo receptor está ligado principalmente á quantidade de sólidos suspensos na água, á quantidade de nutrientes dissolvidos e á redução nas concentrações de oxigênio dissolvido. O enriquecimento orgânico afeta diretamente as taxas de consumo de oxigênio e quando a demanda pelo oxigênio dissolvido na água é maior que a disponível o sistema pode se tornar anóxico, principalmente na interface água-sedimento, embora, muitas vezes, ocorra déficit de oxigênio dissolvido na coluna d'água, principalmente no período noturno. Os processos anaeróbicos que ocorrem no sedimento também colaboram com a redução nas concentrações de oxigênio dissolvido, resultando na produção de amônia, gás sulfídrico e metano, os quais podem dissipar-se pela coluna d'água. O enriquecimento de amônia na água, sob baixas concentrações de oxigênio dissolvido, pH e temperatura elevada, propiciam a mortandade de peixes (Boyd, 1982), implicando em perdas econômicas.

Quanto ao enriquecimento pelo fósforo e nitrogênio, o maior problema é que eles agem como substâncias fertilizantes, estimulando o crescimento do fitoplâncton. O aumento da produção orgânica no sistema resulta em aumento

Tabela 1 - Impactos negativos notificados em viveiros de produção de peixes.

| Impacto negativo | Pillay,1992 | Eler, 2000 |
|---|-------------|-------------------|
| Eutrofização | 22 | ↑ |
| ↑ da Carga de fósforo | 15 | ↑ |
| ↑ da concentração de bactérias indicadoras de qualidade sanitária | 11 | não foi analisado |
| ↓ da concentração de oxigênio dissolvido | 9 | ↓ observada |
| ↑ do florescimento de algas | 8 | Observado |
| ↑ de fungos de esgoto e material suspenso | 5 | ↑ |
| ↑ da concentração de clorofila a | 4 | ↑ |
| ↑ da biomassa de macrófitas | 3 | <i>Pistia</i> sp |
| ↑ da turbidez da água | 2 | ↑ |
| Odores | 2 | não observado |
| Sabor desagradável na carne do peixe | 2 | não ocorreu |
| Água não potável | 2 | após tratamento |
| Restrição ao uso da água do efluente | 1 | sem restrição |
| Morte de peixes | 1 | ocorreu |
| Alteração na fauna bentônica | 1 | não analisado |
| Poluição pelas gaiolas | 1 | ↑ |
| Deterioração das pesca | 1 | ↑ |

do consumo de oxigênio, o que se torna mais drástico no período noturno, resultando na mortalidade de peixes.

Entretanto, o crescimento das algas não leva apenas à competição por oxigênio dissolvido. Espécies potencialmente tóxicas de cianobactérias podem provocar grandes mortandades de peixes (Eler *et al.*, 2006), como apresentado na Tabela 2.

Além do efluente produzido pelos processos naturais e pelo enriquecimento de nutrientes e por fezes e ração não consumida, a piscicultura também lança os resíduos de produtos químicos, os quais são utilizados na desinfecção, controles de pestes e predadores, tratamentos de doenças, hormônios para induzir a reprodução e a reversão

sexual além dos anestésicos para transporte, dentre outros. Na Tabela 3 são apresentados os medicamentos de uso comum na piscicultura.

De acordo com Pillay (1992), os anestésicos, desinfetantes e biocidas podem exercer efeitos primários e secundários. Os efeitos primários resultam no impacto ecotoxicológico e os secundários estão relacionados com a mortalidade (efeito letal) e efeitos subletais em espécies que não eram alvo do tratamento.

Os antibióticos, por exemplo, aumentam a resistência de vários organismos (efeito primário), tendo como efeito secundário o aumento da resistência de organismos patogênicos ao medicamento aplicado, o que pode atingir rios e lagos. Além

Tabela 2 - Perdas de estoque de peixes em pesque-pague da Bacia Hidrográfica do rio Mogi-Guaçu. Eventos ocorridos entre os anos de 1999 a 2005. Preço médio do kg de peixe ao consumidor em 2005: R\$ 5,00. Fonte: Eler *et al.*, 2006.

| Local | Causa mais provável | Estoque (kg) | Prejuízo (R\$) |
|-------|--|---------------|-------------------|
| 1 | | 10.000 | 50.000,00 |
| 2 | Florescimento de algas | 1.000 | 5.000,00 |
| 3 | | 5.000 | 25.000,00 |
| 4 | | 400 | 2.000,00 |
| 5 | | 4.000 | 20.000,00 |
| 6 | | 10.000 | 50.000,00 |
| 8 | OD | 1.000 | 5.000,00 |
| 1 | Cheia/rompimento de barragem e/ou do monge | 20.000 | 10.000,00 |
| 2 | | 20.000 | 10.000,00 |
| 3 | | 3.000 | 1.500,00 |
| 4 | | 2.000 | 10.000,00 |
| 5 | | 10.000 | 50.000,00 |
| | Roubo | 1.300 | 6.500,00 |
| | Parasita (Laernia) | 600 | 3.000,00 |
| 8 | Manejo no inverno | 5.000 | 25.000,00 |
| | Pequena oferta de água | 1.500 | 7.500,00 |
| | Total | 94.800 | 474.000,00 |

Tabela 3 - Principais medicamentos e produtos químicos utilizados em piscicultura.

| Medicamento | Uso | Fonte |
|----------------------------|----------------------------------|---------------|
| Premix | Suplemento | |
| Verde malaquita | Desinfetante | Pillay, 1990 |
| Formol | Desinfetante | Pillay, 1990 |
| Teramicina/Oxytetraciclina | Antibiótico | Pillay, 1990 |
| Cloramina/Amoxicilina | Antibiótico | Vinatea, 1999 |
| Cloreto de sódio | Desinfetante | Vinatea, 1999 |
| Sulfato de cobre | Algicida | Pillay, 1990 |
| Permanganato de potássio | Desinfetante | Vinatea, 1999 |
| Vitaminas | Suplemento alimentar | Pillay, 1990 |
| Dipterex | Controle de predador | Pillay, 1990 |
| Hidróxido de sódio | Desinfetante | Vinatea, 1999 |
| Hipocloreto de sódio | Desinfetante | Vinatea, 1999 |
| Hormônio | Indução de reprodução ou sexagem | Pillay, 1990 |

disso, existe também a possibilidade da transmissão de organismos patogênicos das criações para a população natural. Sampaio (1996), relata o uso de DIPTEREX para o controle de insetos e a influencia negativa na cadeia alimentar nos viveiros experimentais da CITROSUCO. Os dados da Tabela 4 apontam o uso mais freqüente dos produtos químicos empregados nas pesque-pague e a Figura 2 aponta a presença dos produtos na água.

Além dos impactos negativos anteriormente mencionados, mencionam-se outros, tais como:

1. a destruição de habitats de espécies nativas, principalmente nas criações de camarão nos mangues: este efeito ocorre quando o projeto não estuda a capacidade de sustentação da área empregada no sistema de criação;
2. a interação entre as espécies de cativeiro e

espécies nativas: este tipo de dano ocorre quando há fuga das espécies em cativeiro para o ambiente natural;

3. o impacto na biodiversidade. A introdução e transporte de espécies de criação, resultante de erros, como o escape acidental ou intencional para o ambiente natural (Tabela 5).

Segundo Munday *et al.* (1992) as espécies introduzidas podem interferir nas taxas de sobrevivência, predação, inibição da reprodução, modificação ambiental, transferência de novos parasitas e doenças e hibridação.

Considerando-se as formas mitigadoras dos impactos ambientais gerados pela aqüicultura, verifica-se que os impactos negativos destes empreendimentos podem ser evitados. Sandifer & Hopkiens (1996) apresentam uma proposta que

Tabela 4 -Casos de enfermidades e parasitas mais freqüentes nos pesque-pague e produtos empregados para controle. Fonte: Eler *et al.*, 2006.

| Doença | N de casos | Produtos |
|------------------|------------|---|
| Fungo | 10 | Formol, verde malaquita, terramicina, sulfato de cobre, azul de metileno |
| Lernaea (lernia) | 20 | Dimilim (Diflubenzuron- 20), formol (1), folisuper (parathion – 1), dipterex (triclorfon) |
| Dactylogirus | 1 | Verde malaquita, alcistin |
| Argulus | 7 | Dimilim (Diflubenzuron- 5), Folidol (Parathion (1), Nitrosol (nitrofurano – 1) |
| Ichthyophthirus | 1 | Sulfato de cobre |
| Bactérias | 2 | Terramicina, octetraciclina, po de alho, formol, antibioticos, verde malaquita (1) |
| Predadores | | Dipterex |
| Algas | 55 | Sulfato de cobre (20), calcário |

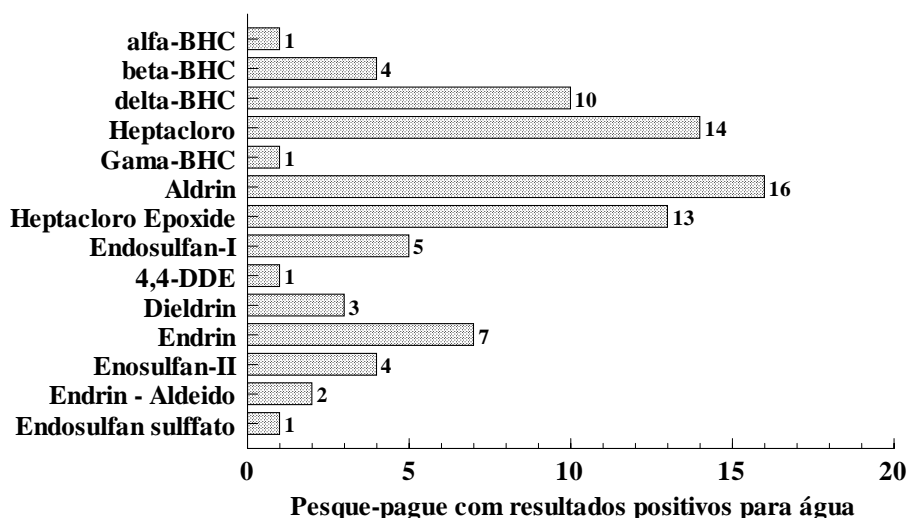


Figura 2 – Principais substâncias organocloradas determinadas em lagos de pesca na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu. Eler *et al.*, 2006.

Tabela 5 – Nome comum, científico e peso das espécies de peixes pescadas no rio Mogi-Guaçu em Cachoeira de Emas/junho de 2005. Coleta de dados por meio de entrevista a pescadores no local de pesca. Fonte: Eler *et al.*, 2005

| Nome vulgar | Nome científico | Peso (kg) |
|-----------------|--|-----------|
| Barbado | <i>Pinirampus pinirampus</i> | 11-18,0 |
| Bagre africano* | <i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822) | 4-6,0 |
| Cachara | <i>Pseudoplatystima fasciatum</i> (Linnaeus, 1766) | 6,0 |
| Carpa capim* | <i>Ctenopharyngodon idellus</i> (Valenciennes, 1844) | 3,0 |
| Carpa espelho* | <i>Cyprinus carpio specularis</i> (Gonow, 1854) | 9,0 |
| Cascudo preto | <i>Rhinelepis aspera</i> | 0,5 |
| Curimbatá** | <i>Prochilodus argenteus</i> | 8,0 |
| Curvina** | <i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840) | 1,5- 2,0 |
| Matrinxã** | <i>Brycon cephalus</i> (Günther, 1869) | 1,5 |
| Piauçu | <i>Leporinus</i> sp | 8,0 |
| Pintado | <i>Pseudoplatystoma corruscan</i> | 34-60,0 |
| Pirambeba | <i>Serrasalmus rhombeus</i> | 0,3-1,0 |
| Piranha | <i>Serrasalmus</i> sp | 0,5-1,0 |
| Piraputanga | <i>Brycon orbignyianus</i> (Günther, 1869) | 1,0 |
| Sardinhão | <i>Pellona</i> sp | 0,3 |
| Tilápia* | <i>Oreochromis</i> sp | 0,5 |

* Espécie exótica; ** Espécie allóctone

mostra o caminho do fósforo e do nitrogênio em cada elo da cadeia alimentar de uma piscicultura de camarão, bem como as fontes de exportação e a de emissão de poluentes (efluente). É proposta a reciclagem da água nos viveiros por meio da hidroponia e reaproveitamento da água.

No entanto, impactos de outras atividades no entorno do empreendimento influenciam e limitam a prática da piscicultura. Dentre os quais, alterações na qualidade de água pelo uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica, nos quais as atividades industriais e agrícolas são as maiores contribuintes.

Collinson (In: Pillay, 1992), sugere a Matriz de Avaliação de Impacto Ambiental como ferramenta de análise de todas as interações existentes nos sistemas de cultivo de peixes. Incluindo relações bióticas internas aos viveiros e externas, em consequência dos impactos da atividade e sobre a atividade (efeitos dos usos e ocupação da bacia hidrográfica sobre a piscicultura). Este instrumento é de extrema importância antes da implantação desta atividade, o que possibilita ao piscicultor e aos analistas ambientais a visualização dos possíveis impactos durante a construção dos viveiros, instalação e os futuros.

Licenciamento e observação da Legislação

A preocupação com os aspectos sanitários e ambientais desses empreendimentos, em relação à qualidade das águas, dos peixes destinados ao

consumo, das condições das lanchonetes (em pesque-pague) e, num sentido mais geral, com os impactos negativos relacionados à interferência nos cursos d'água e em áreas de preservação permanente é um comportamento recente no Brasil. Sendo que as propriedades rurais utilizam largamente de recursos naturais, diversas são as matérias ambientais implicadas em uma abordagem jurídica. De maneira geral, a aquicultura é afetada por leis de saúde pública, leis sanitárias, leis de exportação e importação, leis tributárias, dentre outras.

Geralmente os aquicultores relatam a complexidade e a dificuldade do licenciamento de atividades aquícolas e envolvem muitas e diferentes instituições (Venturieri, 2002, Eler, 2006).

De acordo com Thiago (2000), um dos maiores problemas em relação aos licenciamentos é o fato de que faltam instrumentos específicos, incentivos ou desincentivos, que auxiliem e assegurem um desenvolvimento sustentável da aquicultura e promovam a proteção ambiental. No entanto, o analista ambiental Dr. Carlos Frosch (comunicação pessoal), enfatiza a importância e a necessidade do processo de licenciamento, argumentando que se o empreendedor observar a legislação (Federal e Estadual) desde a elaboração até a implantação e operação do projeto, a sustentabilidade ambiental estará assegurada. Além disso, o produtor poderá utilizá-los como um selo de qualidade para atrair sua clientela.

Garutti (2003) apresenta uma abordagem abrangente sobre todas as etapas, passo a passo, para a regularização de um empreendimento aquícola, assim como exemplos de roteiros para solicitação de Licenças, outorga do uso da água e respectivos órgãos. Além disso, a legislação brasileira oferece um conjunto de atos administrativos normativos regulamentadores para a organização da atividade aquícola brasileira. Todos estão disponíveis nos *sites* das organizações afins (MMA, M. Agricultura, Secretarias Estaduais de meio ambiente e da agricultura, FUNASA).

Exemplos de legislações relacionadas a aquíicultura:

Resolução CONAMA nº 357, de 18 de junho de 1986;

Lei Estadual (SP) nº 11.165, de 27 de junho de 2002 (Código de Aquíicultura e Pesca do Estado de São Paulo);

O Código Florestal atualmente em vigor (Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965, com alterações introduzidas pelas Leis 6.535/78 e 7.803/89),

Instrução Normativa nº 05, de 18 Janeiro 2001 (regulamenta a autorização, permissão ou registro de atividades pesqueiras, incluída a aquíicultura);

Decreto nº 2.869, de 09 de dezembro de 1998 (regulamenta a cessão de águas públicas para exploração da aquíicultura, e dá outras providências);

Portaria nº 145/98, de 29 de outubro de 1998 - (estabelece normas para a introdução, reintrodução e transferência de peixes, crustáceos, moluscos, e macrófitas aquáticas para fins de aquíicultura, excluindo-se as espécies animais ornamentais);

Portaria IBAMA nº 136, de 14 de outubro de 1998 (normas para registro de Aquícultor e Pesque-pague no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis);

Decreto nº 2.612, de Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997 (revisão de procedimentos e critérios utilizados em licenciamento ambiental);

Portaria nº 451, de 19 de setembro de 1997 - (Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária/MS);

Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997

(Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos);

Resolução CONAMA nº 357, de 17 de maio de 2005 (classificação das águas doces, salobras e salinas) e a Lei de Crimes Ambientais. (Lei nº 9.605/98); Conceito de degradação (**Lei nº 6938/81 Artigo 3**).

Além disso, é importante destacar que códigos de conduta para o desenvolvimento da aquíicultura responsável foram elaborados e são respeitados em diversos países do mundo. Queiroz & Kitamura (2001) citam os principais Códigos disponíveis e reforçam a adoção destes como instrumentos auxiliares, como exemplo: o da Aliança Global da Aquíicultura (GAA), manejo da produção de camarões e monitoramento de manguezais, controle de qualidade na produção do Salmão irlandês, práticas e métodos de profilaxia na sanidade e produção do Catfish, Desenvolvimento responsável da Aquíicultura recomendado pela FAO e disponível no site www.fao.org; meio ambiente e desenvolvimento da aquíicultura em países tropicais (ICLARM).

Os códigos de conduta encorajam a adoção de *Boas Práticas de Manejo (BMP)*, amplamente discutidas em Sipaúba-Tavares (2006), Queiroz & Kitamura (2001), que sugerem a avaliação prévia da cadeia produtiva da aquíicultura, os possíveis elos dessa cadeia, indústria de processamento e consumo, insumos e aquícultores. O alvo pretendido com esta metodologia é a busca da harmonia entre a produção e a preservação ambiental, bem como a inclusão sócio-ambiental dos atores envolvidos na cadeia produtiva. Para tanto, é de extrema importância que o processo aconteça de forma participativa e dialógica, reunindo aquícultores, representantes da indústria, órgãos de pesquisa e poder público em todas as esferas (Município, Estado e União).

Avaliação do ciclo de vida na cadeia produtiva da aquíicultura

Esta metodologia é baseada em recomendações da ABNT (2004), que define o conceito de impacto ambiental e que busca a integração das variáveis ambientais ao processo administrativo de uma empresa por meio da implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA).

Um sistema de gestão ambiental (SGA) visa combater o impacto dos processos produtivos no ambiente, fornecendo suporte para planejar e implementar medidas de proteção e recuperação ambiental. A implementação de práticas ambientais em empresas e em atividades rurais é sempre interessante, trazendo benefícios ecológicos e financeiros, visto que o rótulo de produtos ambientalmente corretos pode ser uma estratégia de marketing, agregando valor ao produto final.

Em meados dos anos 70 e 80 algumas empresas passaram a utilizar tecnologias de tratamento de resíduos, efluentes e emissões, que foram denominadas de tecnologias de *fim de tubo*. Hoje muitas empresas ainda utilizam esse tipo de tecnologia como estratégia para solucionar seus problemas ambientais no Brasil. Com o passar do tempo e com a crescente crise ambiental pela qual o mundo passa, as empresas começaram a se preocupar com a gestão dos processos produtivos, objetivando a redução das perdas e dos desperdícios na fonte geradora (Ometto, 2005).

Segundo Giannetti & Almeida (2006), no decorrer do detalhamento do processo, a oportunidade de utilizar abordagens mais sofisticadas e que estão sendo desenvolvidas nas últimas décadas descortinam como instrumentos de aprimoramento nas diferentes etapas do processo produtivo. Desta forma, práticas que aborem todo o ciclo de vida do produto ou processo, desde a aquisição da matéria prima até a sua disposição final no mercado, vem proporcionar uma forma de conhecimento profundo de todas as etapas do processo, além de minimizar os impactos negativos.

Uma das ferramentas presentes nessa linha de atuação é a Avaliação do ciclo de Vida (ACV) que, de acordo com Hinz *et al.* (2006), surgiu pela necessidade de se estabelecer metodologias eficazes que facilitassem a análise dos impactos ambientais decorrentes das atividades de uma empresa, incluindo seus produtos e processos. Um dos objetivos da ACV é estabelecer uma sistemática confiável e que possa ser reproduzida a fim de possibilitar a decisão do gestor entre várias atividades, preferindo sempre aquela de menor impacto ambiental potencial.

A ACV é normatizada no Brasil pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que a define como a compilação e avaliação das entradas, das saídas e dos impactos ambientais poten-

ciais de um processo ou produto ao longo do seu ciclo de vida. De acordo com a (ABNT, 2004), as categorias gerais de impacto devem considerar o uso de recursos, a saúde humana e as possíveis conseqüências ecológicas.

A metodologia da ACV baseia-se no estudo dos aspectos ambientais e seus potenciais impactos ao longo da vida de um produto (*do berço ao túmulo*), ou seja, considerando desde a aquisição da matéria prima, até a disposição final do produto ou seu reuso (ABNT, 2001).

A metodologia da ACV é estruturada da seguinte maneira (Figura 3):

- 1) Definição dos objetivos e escopo;
- 2) Análise de inventário;
- 3) Avaliação de impactos; e
- 4) Interpretação de resultados (ABNT, 2001).

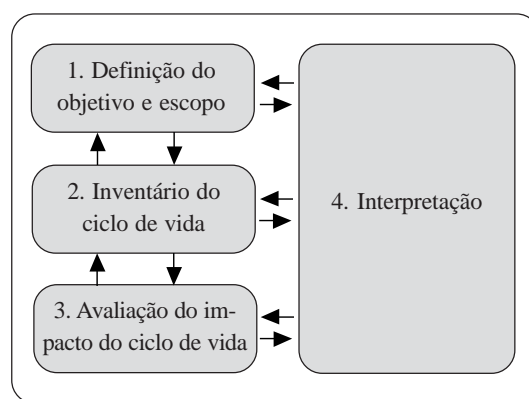


Figura 3 - Fases da ACV (Fonte: ABNT, 2001).

Ressalta-se, desta maneira, que a ACV é uma metodologia interativa, e à medida que os dados e as informações vão sendo compilados, vários aspectos do escopo podem precisar de modificações para se alcançar os objetivos originais do estudo. Em alguns casos, os próprios objetivos do estudo podem ser revistos devido às limitações não previstas, restrições ou informações adicionais. Tornando necessário documentar e justificar devidamente tais alterações (ABNT, 2004).

Segundo Ometto (2005), a ACV se apresenta como uma importante ferramenta para subsidiar todas etapas do desenvolvimento do produto, desde a gestão da produção, o pós-uso, a geração de resíduos, entre outras, a partir da compilação de informações e das avaliações técnicas. Atualmente, o mercado globalizado, exige algumas obrigações dos produtores, quanto ao desempenho ambiental de seus produtos, sendo

que os mesmos poderão ser avaliados pela ACV.

De acordo com o Mourad *et al.* (2002) a ACV é um instrumento que permite uma contabilização ambiental, onde se considera a retirada dos recursos naturais e da energia do ambiente, assim como a *devolução* destes para o mesmo ambiente. Além disso, no âmbito da metodologia a avaliação dos impactos ambientais potenciais relativos às entradas e saídas do sistema também são contemplados. Para tanto, emprega-se a abordagem holística do custo ambiental, por meio das inter-relações dos diversos sistemas envolvidos e as relações destes com o meio ambiente.

Segundo Berlin¹ (2002 *apud* XAVIER 2004), o uso da ACV na cadeia de alimentos apresenta algumas particularidades relativas às influências das variações geográficas e climáticas, do comportamento dos consumidores e da estrutura da cadeia, compreendendo um grande número de unidades produtivas de pequena escala e referentes a região do empreendimento.

Embora a produção de alimentos demande usos significativos dos recursos naturais, de energia e de produtos químicos, os produtos são consumidos em grande escala pela população humana, demonstrando que a produção de alimentos representa um considerável fluxo físico e monetário para a sociedade. Além disso, os produtos de origem animal contribuem com uma grande parcela na produção de alimentos. No entanto, o emprego de ferramentas auxiliares, como a ACV, recebe pouca atenção em projetos deste segmento de mercado, principalmente em relação aos produtos aquícolas (Thrane, 2006).

De acordo com Ellingsen and Aanonsen (2006), os consumidores estão exercendo pressões para que este segmento adote uma produção mais sustentável. Desta forma, a adoção da ACV pode antecipar e gerar informações a respeito do desempenho ambiental dos produtos alimentícios. Métodos de ACV já são adotados na indústria e, assim esforços devem ser direcionados na adaptação desta metodologia para o setor da

produção animal, com a finalidade de reforçar a efetivação de uma avaliação mais exata dos impactos ambientais decorrentes dessas atividades.

Proposta para um aquíicultura sustentável com enfoque na bacia hidrográfica como unidade de gestão

A Política Nacional de Recursos Hídricos, sob a Lei nº 9433, de 8 de janeiro de 1997, assinala, como primeiro princípio, que a *bacia hidrográfica deve ser adotada como unidade de planejamento. Considerando-se os limites da bacia como o que define o perímetro da área a ser planejada, fica mais fácil estabelecer-se o confronto entre as disponibilidades e as demandas essenciais para o estabelecimento do balanço hídrico. O segundo princípio é o dos usos múltiplos da água, o que coloca todas as categorias de usuários em igualdade de condições em termos de acesso ao recurso natural. O terceiro princípio é o reconhecimento da água como um bem finito e vulnerável, o que serve de alerta para a necessidade de uma utilização preservacionista deste bem. O quarto princípio é o do reconhecimento do valor econômico da água, fortemente indutor do seu uso racional, dado que serve para a instituição da cobrança pela utilização dos recursos hídricos. O quinto e último princípio é o da gestão Descentralizada e Participativa. A filosofia por trás da gestão descentralizada é a de que tudo quanto pode ser decidido em níveis hierárquicos mais baixos de governo não será resolvido por níveis mais altos dessa hierarquia, ou seja, o que pode ser decidido em âmbito de governos regionais, ou mesmo locais, não deve ser tratado em Brasília ou nas capitais dos estados. Quanto a gestão participativa, esta constitui um método que enseja aos usuários, à sociedade civil organizada, às ONGS e aos outros agentes interessados, a possibilidade de influenciar no processo da tomada de decisão².*

Na Figura 4 apresenta-se um modelo teórico da aquíicultura como uma prática econômica alternativa, o qual está baseado na Lei 9433. Pretende-se que o proponente e seus assessores façam uma avaliação prévia sobre a principal vocação da bacia hidrográfica. Nesta fase de

¹ BERLIN, J. Environmental life cycle assessment (LCA) of Swedish semi-hard cheese. International Dairy Journal, Oxford, v. 12, n. 11, p. 939-953, Nov. 2002. *apud* XAVIER, J.H.V.; CALDEIRA-PIRES, A. Uso Potencial da metodologia da Análise do Ciclo de Vida (ACV) para a Caracterização dos Impactos Ambientais na Agricultura. Cadernos de Ciência e Tecnologia, Brasília, v. 21, n.2, p. 311 – 341, maio/ago. 2004.

² Ministério do Meio Ambiente (MMA), Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) 2ºed. Ver. Atual. Brasília, 1999

estudo, aconselha-se o questionamento da contribuição global da aqüicultura para a bacia. As avaliações das interações sócio-econômicas, tais como a competição pelo uso da água, devem ser analisadas, tendo em vista que o uso preponderante da água, de acordo com a Lei 9433, é para o consumo humano e para os animais. Entretanto, a legislação ambiental (resolução do CONAMA 357 de 17 de maio 2005, atualização da 20/86), enquadra os corpos d'água em classes, sendo que os rios de classe especial, 1 e 2, além da vocação para o abastecimento urbano, são também destinados à proteção das comunidades aquáticas e, para tanto, foram determinados parâmetros de emissão de efluentes.

Caso a avaliação das interações sócio-econômicas seja viável e aceitável, o próximo passo será a análise dos aspectos técnicos. Neste

contexto, o proponente deverá escolher, em função da análise sócio-econômica e técnica, o tipo de manejo adequado à sua propriedade. Assim, algumas questões deverão ser respondidas, como por exemplo, se está apto a desenvolver um manejo intensivo ou extensivo, qual a espécie que deve escolher (carnívoras, herbívoras, indivíduos de pequeno ou grande porte) e qual é a demanda e exigência do mercado (em relação ao tipo de produto). As respostas a estas perguntas estão inseridas na demanda de mercado.

Após a pesquisa de mercado e escolha da espécie e do manejo vem a análise de controle ambiental. Nesta, o proponente deverá estar ciente do impacto ambiental que poderá ocorrer, quais são os mecanismos de controle a serem desenvolvidos para evitar o escape da população e as formas de controle das cargas de emissão de poluentes.

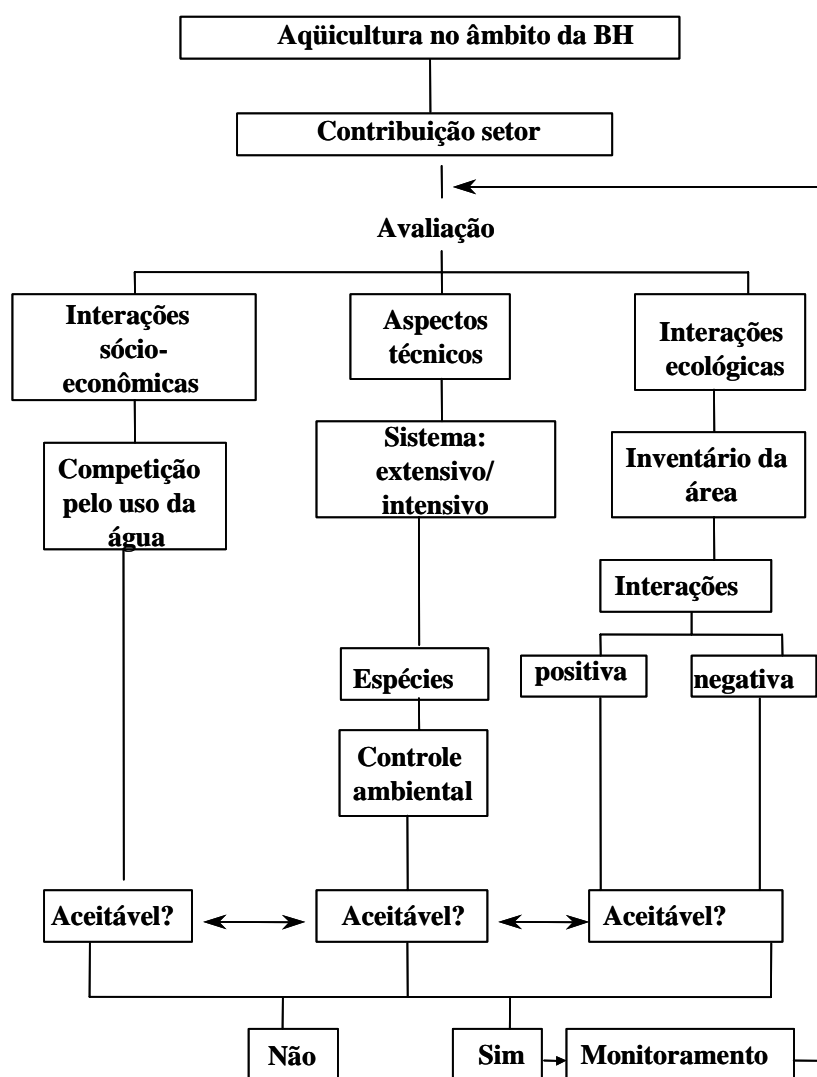


Figura 4 – Etapas e interações em projetos aquícolas com enfoque na gestão de Bacias Hidrográficas.

Caso o projeto contemple de maneira aceitável esses questionamentos, o passo seguinte será a avaliação das interações ecológicas por meio de inventários da área. Nesse momento, a análise do custo e benefício entre o projeto e o meio ambiente que deve ser avaliada com cautela e precisão, assim como as interações negativas e positivas, a magnitude e a intensidade de cada uma no ambiente. Com base nos resultados desta análise se poderá recomendar ou não licenciamento ambiental. A opção final deverá ser aquela favorável à sustentabilidade sócio ambiental.

Literatura citada

- ALMEIDA, F. O mundo dos negócios e o meio ambiente no século 21. **O meio ambiente no século 21**. André Trigueiro (coord). Rio de Janeiro: Sextante. 2003. p.123-141.
- ASSAD, L.T.; BURSZTYN, M. **Aqüicultura Sustentável**. In: Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável. Brasília: CNPq / Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. p. 303 – 323.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2001). NBR ISO 14040
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2004). NBR ISO 14042 **Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Avaliação do impacto do ciclo de vida**. Brasil: ABNT. Maio. 17p.
- BEVERIDGE, M.C.M.; ROSS, L.G.; KELLY, L.A. Aquaculture and biodiversity. *Ambio*. v.23, n.8, p.497-502, 1994.
- BEZERRA, M.C.L.; VEIGA, J.E. **Agricultura Sustentável**. Bezerra, M.C.L. & Veiga, J.E. (coordenadores). Brasília: Ministério do Meio Ambiente; IBMA; Consorcio Museu Emílio Goeldi, 2000. 190p.
- BOYD, C.E. **Water quality in Warmwater fish Culture**. Auburn University, 1982. 359p.
- Commission on Environment and Development (WECD). 1987. *Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press.
- ELER, M.N. **Efeito da densidade de estocagem de peixes e do fluxo de água na qualidade de água e na sucessão do plâncton em viveiros de piscicultura**. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 258p. 2000.
- ELER, M.N.; ESPÍNDOLA, E.L.; ESPÍNDOLA, E.A. *et al.* Avaliação sócio-econômica dos empreendimentos de pesque-pague. In: **Avaliação dos impactos de pesque-pague: Uma análise da atividade na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu**. Eler, M.N. Espíndola (org.). São Carlos: Rima. 2006, p. 31-75.
- ELER, M.N.; ESPÍNDOLA, E.L.G.; MILLANI, T.J. *et al.* A utilização de espécies exóticas e alóctones em pesque-pague da bacia do rio Mogi-Guaçu: uma análise dos riscos potenciais da introdução de espécies nos ecossistemas aquáticos. In: Rocha, O. Espíndola, E. L. G., Fenerich-Verani et al. **Espécies invasoras em águas doces. Estudo de caso e proposta de manejo**. São Carlos: Editora da Universidade Federal de São Carlos, 2005. p.239-252.
- ELLINGSEN, H.; AANONDSSEN, S.A. **Environmental Impacts of Wild Caught Cod and Farmed Salmon – A Comparison with Chicken**. International Journal of Life Cycle Assessment, v.1, n.1, p.60-65, 2006.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS Global Aquaculture production search < URL: www.fao.org acesso em: 05/03/2007
- GARUTTI, V. **Piscicultura ecológica**. São Paulo: UNESP. 2003
- Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura**. Brasil:
- HINZ, R.T.P.; VALENTINA, L.V.D.; FRANCO, A.C. **Sustentabilidade ambiental das organizações através da produção mais limpa ou pela avaliação do ciclo de vida**. Estudos tecnológicos, v.2, n.2, p.91-98, jul/dez. 2006.
- MOURAD, A.L.; GARCIA, E.E.C.; VILHENA, A. **Avaliação do Ciclo de Vida: princípios e aplicações**. Campinas: CETEA/CEMPRE, 2002.
- MUNDAY, B.; ELEFTHERIOU, A.; KENTOURI, M. *et al.* **The interactions of aquaculture and the environment. A bibliographical review**. The commission of european communities directorate general for fisheries. Greece. 1992. 183p.
- OMETTO, A.R. **Avaliação do ciclo de vida do álcool etílico hidratado combustível pelos métodos edip, exergia e emergia**. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 209p. 2005.
- PILLAY, T.V.R. **Aquaculture and the environment**. Oxford: Fishing News Books/Blakwell Scientific Publications Ltd. 1992. 189p
- ROSENTHAL, H. Aquaculture and the environment. **World Aquaculture**, v.25, n.2, p.4-11, 1994.
- QUEIROZ, J.F.; KITAMURA, P.C. **Desenvolvimento de códigos da conduta para uma aqüicultura responsável**. Panorama da Aqüicultura, 2001.
- SAMPAIO, E.V. **Composição e abundância da comunidade zooplânctônica em tanques de cultivo de peixes, enriquecidos com efluente de indústria de processamento de frutas cítricas (CITROSUCO S/A: Matão, SP)**. Dissertação (Mestrado em em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 211p. 1996.
- SANDIFER, P.A.; HOPKINS, J.S. Conceptual design of a sustainable pond-based shrimp culture system. **Aquacultural Engineering**, v.15, n.1, p.41-52/1996.
- SCARE, R.F. **Escassez de água e mudança institucional: análise da regulação dos recursos hídricos no Brasil**. Dissertação (Mestre em Administração) – Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo, São Paulo. 135p. 2003.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Adoção de boas práticas de manejo (BMP) em piscicultura para manutenção da saúde ambiental. In: **Avaliação dos impactos de pesque-pague: Uma análise da atividade na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu**. Eler, M. N. Espíndola (org.). São Carlos: Rima. 2006, p217-226.
- THIAGO, G.G. **Aqüicultura, meio ambiente e legislação**. São Paulo: Anna Blume. 2002. 161p.
- THRANE, M. LCA of Danish Fish Products. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v.11, n.1, p.66-74, 2006.
- VENTURIERI, R. (2000) **“Pesque-pague” no Estado de São Paulo: Vetor de Desenvolvimento da Piscicultura e Opção de Turismo e Lazer**. Relatório Final. Programa Nacional de Desenvolvimento de Pesca Amadora - PNDPA - Projeto PNUD BRA/97/012. EMBRATUR, MMA.
- VINATEA, L.A. **Aqüicultura e desenvolvimento sustentável**. Subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura brasileira. Florianópolis: editora da Universidade Federal de Santa Catarina, 1999, 310p.
- XAVIER, J.H.V.; CALDEIRA-PIRES, A. Uso Potencial da metodologia da Análise do Ciclo de Vida (ACV) para a Caracterização dos Impactos Ambientais na Agricultura. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v.21, n.2, p. 311-341, maio/ago.