

THIAGO JOSÉ MILLANI

Subsídios à Avaliação do Ciclo de Vida do pescado: avaliação ambiental das atividades de piscicultura e pesque-pague, estudo de caso na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciência da Engenharia Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Aldo Roberto Ometto

São Carlos
2007

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

Millani, Thiago José
M645s Subsídios à avaliação do ciclo de vida do pescado : avaliação ambiental das atividades de piscicultura e pesque-pague : estudo de caso na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu / Thiago José Millani ; Aldo Roberto Ometto. — São Carlos, 2007.

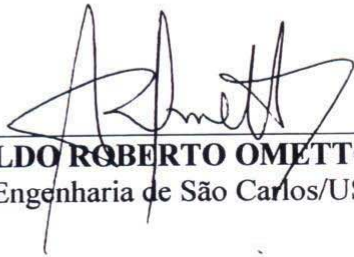
Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Ciências da Engenharia Ambiental) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2007.

1. Piscicultura. 2. Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). 3. Pesque-pague. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Zootecnista **THIAGO JOSÉ MILLANI**

Dissertação defendida e julgada em 17/08/2007 perante a Comissão Julgadora:



Prof. Dr. **ALDO ROBERTO OMETTO (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

Aprovado



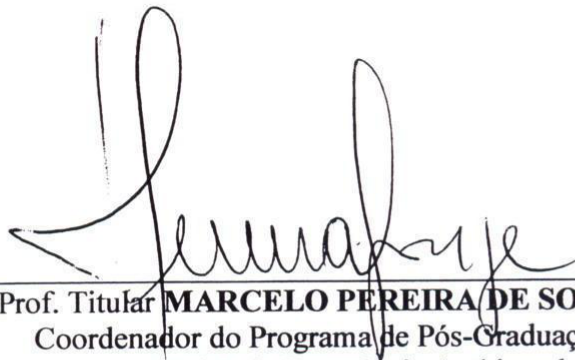
Prof. Associado **EVALDO LUIZ GAETA ESPINDOLA**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADO



Prof. Dr. **SERGIO ALMEIDA PACCA**
(Escola de Artes, Ciências e Humanidades/USP)

aprovada



Prof. Titular **MARCELO PEREIRA DE SOUZA**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Ciências da Engenharia Ambiental



Prof. Associado **GERALDO ROBERTO MARTINS DA COSTA**
Presidente da Comissão da Pós-Graduação da EESC

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela vida e por todas as graças concedidas.

À minha família pelo suporte e apoio em todo momento.

Ao Prof. Dr. Evaldo Luis Gaeta Espínola pela orientação inicial e pela oportunidade.

Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Aldo Roberto Ometto pela orientação e pelos ensinamentos.

À Dr^a. Márcia Noelia Eler, em especial, pela amizade, pelos momentos vividos em campo e pela oportunidade de trabalhar ao seu lado.

Ao Projeto Mogi-Guaçu e a todos seus integrantes, o qual este trabalho é apenas uma parte, visto sua grande abrangência na região de montante da bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu.

À Petrobras, patrocinadora do Projeto Mogi-Guaçu e financiadora da bolsa de mestrado.

Ao Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (CRHEA/EESC/USP) e a todos seus funcionários, pelo apoio no desenvolvimento do trabalho.

RESUMO

MILLANI, T.J. (2007) **Subsídios à Avaliação do Ciclo de Vida do pescado: avaliação ambiental das atividades de piscicultura e pesque-pague, estudo de caso na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu**. 140p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2007.

O desafio de se atingir o desenvolvimento sustentável tem levado os sistemas produtivos buscar um equilíbrio entre os aspectos ambientais, econômicos e sociais. Com relação ao uso dos recursos hídricos, a aqüicultura se mostra, no Brasil, como uma atividade economicamente emergente, mas que precisa considerar os aspectos de sustentabilidade em sua produção. O presente trabalho apresenta como objetivo avaliar os potenciais impactos causados pelas atividades de piscicultura e pesque-pague no corpo hídrico, localizado na região de montante da bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu. Dentre as metodologias de avaliação de impactos ambientais, pode-se destacar a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) por seu caráter sistêmico, e por isso é utilizada neste trabalho. Para o desenvolvimento do estudo da ACV, foi utilizado o método *Environmental Design of Industrial Products* – EDIP, alguns métodos de caracterização hídrica na fase de inventário da ACV e uma avaliação qualitativa da introdução de espécies não nativas em uma região. Os resultados deste trabalho estão estruturados de acordo com a metodologia da ACV, aplicada ao pescado advindo de pesque-pague em estudo de caso localizado na região de montante da bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu. A unidade funcional adotada é a quantidade de kcal contida em um kg de filé de peixe. A utilização da metodologia da ACV na produção animal permite uma avaliação quantitativa dos principais impactos ambientais gerados ao longo do seu ciclo de vida, permitindo acompanhar o comportamento ambiental de cada unidade de processo. A piscicultura se mostra como a maior consumidora dos recursos naturais não renováveis e, seu efluente apresenta um maior potencial de acidificação, em relação ao pesque-pague. O pesque-pague, por sua vez, se mostra como o maior consumidor dos recursos naturais renováveis e seu efluente apresenta um maior potencial de eutrofização, ecotoxicidade e de toxicidade humana. O consumo de energia elétrica é, praticamente, equivalente por parte das atividades de piscicultura e pesque-pague. Qualitativamente, avaliaram-se os potenciais impactos decorrentes da introdução de espécies exóticas e alóctones, diagnosticando as principais espécies comercializadas nos pesque-pague, presentes na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu. Portanto, as atividades de piscicultura e pesque-pague apresentam potenciais de impactos ambientais negativos ao corpo hídrico da região e precisam adotar medidas para reduzi-los, tais como, redução do uso de substâncias químicas e melhoria da qualidade dos alimentos dos peixes.

Palavras-Chave: Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), piscicultura e pesque-pague.

ABSTRACT

MILLANI, T.J. (2007) Inputs to the Life Cycle Assessment of the fish from fishery: environmental evaluation of the activities of fish production and fishery, study of case in water basin of the Mogi-Guaçu river. 140p. M.Sc. Dissertation – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2007.

The challenge to reach the sustainable development has taken the production systems to search a balance among the environmental, economical and social aspects. For the hydraulic resources consumption, the water based activities in Brazil show as economically emergent, but need to include the sustainable aspects in the production. The goal of this dissertation is to evaluate the potential impacts in the water caused for the activities of fish production and fishery, located in the region of the water basin of the Mogi-Guaçu river. Among the methodologies of environmental impact assessment, the Life Cycle Assessment (LCA) can be focused, because of its systemic aspect and that's why it is applied in this work. For the development of the study of this LCA, the methods used are the Environmental Design of Industrial Products - EDIP, some water characterization methods for the inventory analysis of the LCA and a qualitative analysis of the impacts of the inclusion of fishes which are not from the region studied. The results of this work are structured according the LCA methodology, applied to the fish from fish production and fishery in a study case located at the water basin of the Mogi-Guaçu river. The functional unit is the amount of kcal contained in one kg of filet of fish. The use of the methodology of the LCA in the animal production allows a quantitative evaluation of the main environmental impacts caused by its cycle of life, allowing the monitoring of the environmental behavior of each unit of process. The fish production is the highest consumer of the non renewable resources and its water emissions present the highest potential for acidification. The fishery is the highest consumer of renewable resources and its water emissions present the highest potential for nutrient enrichment, ecotoxicity and of human toxicity. The consumption of electric energy is, basically, equal on the activities of fish production and fishery. Qualitatively, it was evaluated the ecological impacts due to the inclusion of fishes which are not from the region studied. Concluding, the activities of fish production and fishery present negative impact potentials for the water quality and some actions should be done to reduce these impacts, as, chemical consumption reductions and a better quality food for the fishes.

Keywords: Life Cycle Assessment (LCA), fish production, fishery.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: As cinco dimensões da sustentabilidade	13
Figura 2: Distribuição das águas na terra	15
Figura 3: Delimitação das principais bacias hidrográficas no território brasileiro	16
Figura 4: Sistema de Gestão Ambiental	26
Figura 5: Sistema Nacional de Recursos Hídricos	41
Figura 6: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi – Guaçu	45
Figura 7: Localização dos compartimentos ambientais ou econômico-ecológicos e municípios que compõem a Bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu, em território paulista	45
Figura 8: Ciclo de vida do pescado advindo de pesque-pague	61
Figura 9: Extrusão de uma fêmea de Pacu	65
Figura 10: Extrusão do macho um de Pacu	65
Figura 11: Consumo de peixes de água doce Brasil/Japão	83
Figura 12: Fases de uma ACV	87
Figura 13: Procedimentos simplificados para a análise do inventário	92
Figura 14: Mapeamento da propriedade identificando os pontos de coleta	94
Figura 15: Ciclo de vida do pescado advindo do pesque-pague, com destaque para o sistema de produto abordado no presente estudo	106
Figura 16: consumo de recursos renováveis entre as unidades de processo	128
Figura 17: consumo de recursos renováveis entre as unidades de processo	129
Figura 18: consumo de energia elétrica entre as unidades de processo	129
Figura 19: potencial de acidificação entre as unidades de processo	130
Figura 20: potencial de eutrofização relativo às emissões de compostos nitrogenados entre as unidades de processo	131
Figura 21: potencial de eutrofização relativo às emissões de compostos fosfatados entre as unidades de processo	131
Figura 22: potencial de eutrofização sinergia dos compostos nitrogenados e fosfatados entre as unidades de processo	132
Figura 23: potencial de ecotoxicidade entre as unidades de processo	133
Figura 24: potencial de toxicidade humana via hídrica entre as unidades de processo	133
Figura 25: emissão de pesticidas organoclorados pelas unidades de processo	134
Figura 26: espécies alóctones mais freqüentes comercializadas nos pesque-pagues da bacia do rio Mogi-Guaçu	136
Figura 27: espécies exóticas mais freqüentes comercializadas nos pesque-pagues da bacia do rio Mogi-Guaçu	137

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Usos da água e seus efeitos sobre a disponibilidade hídrica	17
Tabela 2: Municípios integrantes da bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu	46
Tabela 3: Normas para a série ISO 14000	51
Tabela 4: Valor de horas grau das principais espécies da piscicultura nacional	64
Tabela 5: Comparação dos preços médios de compra e venda de peixes nos pesque-pague, situados na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu	79
Tabela 6: Produção estimada de pescado por modalidade no ano de 2005	80
Tabela 7: Produção da aqüicultura no Estado de São Paulo em 2005, segundo as principais espécies de água doce	81
Tabela 8: Métodos utilizados no desenvolvimento do estudo	88
Tabela 9: Método de análise das variáveis limnológicas da água, presente no estudo	96
Tabela 10: Resultados da análise do inventário das unidades de processo, contidas no sistema de produto	120
Tabela 11: Consumo de Recursos Renováveis	127
Tabela 12: Consumo de Recursos Não Renováveis	128
Tabela 13: Consumo de Energia Elétrica	129
Tabela 14: Potencial de Acidificação	130
Tabela 15: Potencial de eutrofização relativo às emissões de compostos nitrogenados	131
Tabela 16: Potencial de eutrofização relativo às emissões de compostos fosfatados	131
Tabela 17: Potencial de eutrofização relativo à sinergia dos compostos nitrogenados e fosfatados	132
Tabela 18: Potencial de ecotoxicidade na água	132
Tabela 19: Potencial de toxicidade humana	133

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
2.1. Gestão Ambiental	24
2.2. Gestão Ambiental Pública	27
2.2.1. A Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-guaçu	44
2.3. Gestão Ambiental Empresarial	50
2.4. O Ciclo de vida do pescado	60
2.4.1. Reprodução	62
2.4.2. Piscicultura	67
2.4.3. Pesque-pague	75
2.4.4. Consumo	80
2.4.5. Disposição final	83
3. MATERIAL E MÉTODOS	84
3.1. Caracterização da pesquisa	84
3.2. Metodologia da ACV e o Método EDIP	86
3.2.1. Definição de objetivo e escopo	88
3.2.2. Análise de inventário	91
3.2.3. Avaliação de impactos	96
3.2.4. Interpretação de resultados	103
4. RESULTADOS	103
4.1. Definição de objetivo e escopo	104
4.2. Análise de inventário	119
4.3. Avaliação de impactos	127
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	138
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	142

1. INTRODUÇÃO

Na década de 60, a poluição e a degradação ambiental eram consideradas conseqüências inevitáveis do progresso, a manutenção da qualidade de vida e o respeito ao meio ambiente caminhavam de forma contrária (SOUZA, 2000). Os impactos que as atividades antrópicas exerciam sobre o meio ambiente eram praticamente desconsiderados e as emissões para o ar e água eram constantes. Contudo, a proporção e a intensidade atingida pela miséria e poluição levou a sociedade a repensar o seu desenvolvimento, objetivando a conciliação entre desenvolvimento econômico e qualidade ambiental.

Foi na década de 60, numa reunião do Clube de Roma, cujo objetivo era a reconstrução do mundo pós-guerra, que a polêmica sobre os problemas ambientais foi tratada a nível mundial. Daquela época até os dias de hoje, as questões ambientais sofreram um grande avanço, alimentadas pelo aprimoramento das legislações ambientais e pelo processo de globalização.

O relatório divulgado pelo Clube de Roma, intitulado “Os Limites para o Crescimento” (*Limits to Grow*), continha projeções sobre o crescimento populacional, poluição e o esgotamento dos recursos naturais. A partir desta década, o descaso com a poluição começou a perder força, alguns acidentes alertaram a humanidade para a magnitude das agressões à natureza e suas repercussões sobre a vida humana (MOURA, 2004).

Ao final dos anos 60, as questões ambientais eram uma preocupação quase que exclusiva dos países ocidentais. Em países comunistas, a destruição do meio ambiente em nome da industrialização continuava de forma incessante e nos países em desenvolvimento a preocupação ambiental era vista como um luxo

dos países industrializados do ocidente. “A pobreza é a pior forma de poluição”, afirmava Indira Ghandi, primeira ministra da Índia (UNEP, 2002).

Na Conferência de Estocolmo, realizada na Suécia em 1972, foi evidenciada a diferença na visão ambiental por parte dos países ricos e pobres: o primeiro grupo defendia medidas de controle da poluição e os países pobres interpretavam tais medidas como um freio ao seu desenvolvimento (MOURA 2004). Nesta conferência, o meio ambiente passou a ter uma relevância internacional, entrando definitivamente na lista de prioridades em várias agendas mundiais.

Durante esse processo de reconhecimento da interdependência entre o meio ambiente, desenvolvimento econômico e desenvolvimento social, observou-se a amplitude global dos problemas gerados pelo progresso desordenado (SOUZA, 2000).

O termo desenvolvimento sustentável foi utilizado pela primeira vez em 1987, no relatório de Brundtland, produzido pela ONU. O termo foi definido como o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazerem suas próprias necessidades (BRUSEKE, 1995).

Moura (2000) aborda que na década de 90 houve um grande impulso na questão ambiental, onde, principalmente nos países desenvolvidos, a sociedade passou a aceitar e valorizar produtos ambientalmente mais adequados. Empresas passaram a se preocupar com o uso de energia e matéria prima, além de evitar o desperdício.

Essa década caracterizou-se por apresentar uma melhor compreensão sobre o conceito e o significado do desenvolvimento sustentável. Em 1992, na

cidade do Rio de Janeiro, ocorreu a segunda Conferência Mundial do Meio Ambiente, a Rio 92. O principal resultado da conferência foi à elaboração de um plano de ação intitulado “A Agenda 21”, a qual estabelecia bases para a promoção de um desenvolvimento em termos de progresso social, econômico e ambiental. Após a Conferência, o desenvolvimento sustentável ganhou força, impondo-se nas deliberações de organismos, desde conselhos municipais até organizações internacionais.

O ambientalismo, movimento em defesa do meio ambiente, começou a expandir-se para os países pobres, que sentem na pele as conseqüências da poluição aliada à pobreza. Estabelecer prioridades ambientais é uma das tarefas mais difíceis e essenciais enfrentadas por esses governos, a conciliação entre desenvolvimento econômico e a conservação ambiental, tornou-se um desafio.

Segundo Souza (2000), o desenvolvimento sustentável está longe de atingir níveis aceitáveis, observando o aspecto ético da questão, que depende da absorção de diferentes valores e princípios por parte dos detentores do poder político, do poder econômico e de cada indivíduo. Esforços devem ser concentrados em avanços na capacidade de conservar e utilizar os recursos ambientais de forma racional, uma vez que propósito do desenvolvimento sustentável é atuar nas causas da degradação ambiental de forma preventiva, por meio de tecnologias mais eficientes, considerando os insumos, a produção, os produtos, o mercado e o ambiente.

Como pode ser observado na Figura 1, Sachs (1993) apresenta cinco dimensões que o termo sustentabilidade envolve:

- Sustentabilidade social: onde a civilização se apresenta com maior equidade na distribuição de renda e de bens.
- Sustentabilidade econômica: envolve o gerenciamento e alocação mais eficiente dos recursos, proporcionando um fluxo constante de investimentos públicos e privados.
- Sustentabilidade ecológica: limita o consumo de combustíveis fósseis e de outros recursos esgotáveis. Objetiva-se a redução da geração de resíduos e de poluição, por meio da reciclagem, da conservação de energia e de recursos.
- Sustentabilidade espacial: configura uma população rural/urbana mais equilibrada e uma melhor distribuição territorial dos assentamentos humanos e das atividades econômicas.
- Sustentabilidade cultural: para que os processos de modernização facilitem a geração de soluções específicas para a preservação do local, do ecossistema e da cultura.

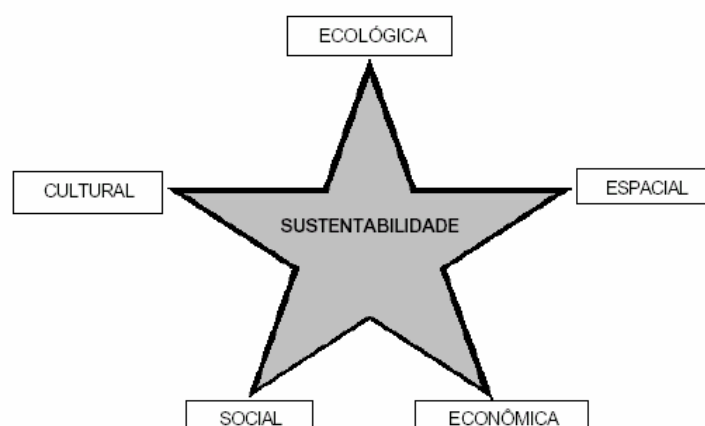


Figura 1 - As cinco dimensões da sustentabilidade. Fonte: Sachs (1993).

A necessidade de atingir um desenvolvimento sustentável tem levado todas as nações a buscar um equilíbrio entre o crescimento e a proteção dos recursos naturais. Nesse contexto, a água se mostra um elemento vital por ser um recurso finito e de distribuição irregular no planeta (SCARE, 2003).

O termo água refere-se ao elemento natural desprovido de qualquer utilização, já o termo recurso hídrico refere-se a utilização da água como um bem econômico. Os recursos hídricos são destinados ao abastecimento do consumo humano e de suas atividades produtivas, sendo captados a partir de rios, lagos, represas e aquíferos subterrâneos. Estas águas são encontradas em domínio terrestre, nos continentes e ilhas (REBOUÇAS, 2002).

Estima-se que, atualmente, a quantidade total de água no planeta seja de 1.386 milhões de km³, onde 97,5% desse total formam os oceanos (Figura 2). Os 2,5% restantes são de água doce, 68,9% desse valor corresponde a águas congeladas nas calotas polares e no cume das montanhas mais altas da terra, 29,9% constituem as águas subterrâneas, 0,9% correspondem às águas dos pântanos e as águas presentes nos rios e lagos somam apenas 0,3% desse valor (REBOUÇAS, 2002).

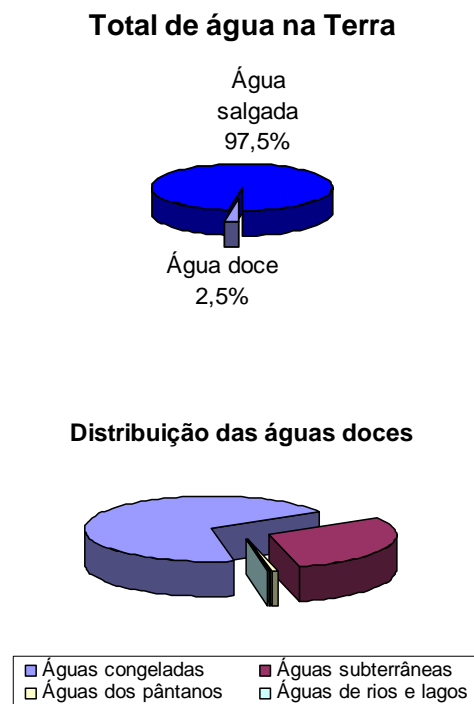


Figura 2: Distribuição das águas na terra. Fonte: adaptado de Rebouças (2002).

Praticamente, metade das águas subterrâneas estão localizadas a aproximadamente 800 metros de profundidade, o que torna sua utilização inviável, mesmo apresentando uma boa qualidade para o consumo em geral (REBOUÇAS, 2002).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) prevê que em 2025 poderá haver falta de água em 48 países, atingindo 1,4 bilhões de pessoas. Já a Organização das Nações Unidas (ONU) estima que, no mesmo ano, cerca de 1/3 dos países do mundo terão seu desenvolvimento ameaçado devido à falta de água (PIMENTEL, 1999).

O Brasil ocupa uma área de 8.547.404 km², tendo uma linha costeira de 8.400 km, banhada pelo oceano Atlântico. O país possui uma das maiores redes de bacias hidrográficas do mundo (Figura 3), onde a vazão da descarga desses rios chega a 177.900 m³/s, que somado com a Amazônia internacional (73.100

m³/s) corresponde a 53% da produção de água doce do continente Sul Americano e 12% do total mundial (REBOUÇAS, 2002).



Figura 3: Delimitação das principais bacias hidrográficas no território brasileiro.

Segundo Santos (2002), o Brasil, devido sua grande extensão territorial, apresenta situações distintas quanto à disponibilidade dos recursos hídricos:

- As regiões sul e sudeste apresentam relativa abundância de recursos hídricos, com grande parte afetada pela poluição. A maior parte da água consumida na região metropolitana de São Paulo vem da bacia do rio Piracicaba, devido a grande poluição dos mananciais mais próximos (TUCCI, HESPANHOL; NETTO, 2003);
- A região semi-árida do nordeste apresenta graves problemas de escassez de água relativos ao clima e má distribuição das chuvas;
- As regiões norte e centro-oeste apresentam grande abundância de recursos hídricos, com um grau de poluição relativamente baixo. Porém, com dois ecossistemas singulares (a Floresta Amazônica e o Pantanal) que demandam estratégias de gestão específicas.

A utilização dos recursos hídricos para atender as necessidades humanas pode acarretar diversas conseqüências. Atividades como abastecimento urbano e industrial, irrigação, aqüicultura e navegação, em maioria, geram impactos ambientais. Na Tabela 1, pode-se observar os usos múltiplos da água, bem como seus impactos sobre o corpo hídrico.

Tabela 1: Usos da água e seus efeitos sobre a disponibilidade hídrica. Fonte: adaptado de Santos (2002).

USO	EFEITO SOBRE A DISPONIBILIDADE HÍDRICA	IMPACTOS
Abastecimento urbano e industrial	Redução da disponibilidade hídrica.	Redução das vazões. Pode ter impactos sobre os ecossistemas. Impõe restrições aos demais usos com respeito à qualidade e quantidade da água.
Diluição de efluentes urbanos e industriais	Redução da disponibilidade Hídrica. Poluição da água.	Retorno ao corpo hídrico de parte substancial do volume captado. Impactos sobre os ecossistemas. Aumento dos custos de tratamento para o uso urbano e alguns usos industriais Riscos ou impossibilidade de uso agrícola e piscicultura. Deterioração de estruturas hidráulicas. Doenças de veiculação hídrica Riscos associados ou impossibilidade de uso recreacional ou estético.
Uso agropecuário (irrigação e dessedentação de animais)	Redução da disponibilidade Hídrica. Poluição da água.	Poluição decorrente da erosão superficial e lavagem dos solos com aumento dos sólidos em suspensão, carga orgânica e nutrientes.
Reservação (Geração de energia, abastecimento, uso recreativo)	Alteração temporal da disponibilidade hídrica. Poluição ou melhoria da qualidade da água.	Modificações dos ecossistemas naturais provocadas pelo alagamento de grandes áreas de terra. Redução do aporte de sólidos e nutrientes para as áreas de jusante e estuarinas, levando a modificações do ecossistema e de transporte de sedimentos na área costeira e estuarina. Redução das velocidades com aumento do assoreamento do leito dos rios e reservatórios.
Navegação	Sem efeito	Impõe limitações de nível mínimo que podem ser conflitivas com outros usos.
Aqüicultura	Alteração temporal da disponibilidade hídrica. Poluição da água.	Poluição por nutrientes e antibióticos.
Mineração	Sem efeito no caso de mineração nas margens e no leito do corpo hídrico. Redução da disponibilidade no caso de captação e diluição de efluentes. Poluição da água superficial e Subterrânea. Rebaixamento de lençol freático.	No leito e margens do corpo hídrico, para retirada de areia, argila e minérios (ouro, pedras preciosas, etc.), provoca o aumento dos sólidos em suspensão e também a degradação do próprio leito, acelerando processos de erosão e assoreamento. Poluição por metais pesados, como mercúrio e arsênico, por exemplo, e substâncias tóxicas.

Com a evolução da questão ambiental e considerando as condições hídricas apresentadas pelo Brasil, o cultivo racional de organismos aquáticos, atividade fito e zootécnica mais conhecida como aqüicultura, se mostra como atividade economicamente emergente, a competir pelo recurso água com inúmeras outras. Atualmente, esta atividade encontra-se diante do desafio de moldar-se ao conceito de sustentabilidade, o que implica agregar novos valores aos conceitos que movem as pesquisas e as práticas do setor.

Neste sentido, qualquer pessoa que esteja envolvida no desenvolvimento da aqüicultura (cientistas, extensionistas, produtores, administradores e governo), deve entender que os recursos naturais só apresentarão todo o seu potencial de uso em benefício da comunidade se forem utilizados sob o ponto de vista da sustentabilidade do sistema (ELER, 2000).

A aqüicultura é uma prática antiga, mas, apesar disso, somente nos últimos 30 anos experimentou um significativo incremento, tornando-se, nesta virada de milênio, a atividade agropecuária que mais cresceu no mundo. O maior crescimento da aqüicultura é verificado na Ásia e na América do Sul, numa explosão que poderia ser comparada àquela da avicultura e suinocultura a partir da metade do século 20 (ZIMMERMANN, 2001).

Segundo a FAO (2007), a produção aquícola mundial, incluindo algas, excedeu em 2004 os 59 milhões de toneladas e, em valor monetário, atingiu a casa dos US\$ 70 bilhões. No Brasil, a produção aquícola no ano de 2004 foi estimada em 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.

De acordo com Pezzato e Scorvo Filho (2000), na Região Sudeste, um importante canal de comercialização dos peixes produzidos em cativeiro ainda é o pesque-pague. Estes estabelecimentos armazenam espécies de peixes consideradas esportivas¹, nativas e exóticas, em lagos e oferecem a pesca como principal atrativo.

Segundo SONODA (2002), os primeiros pesque-pagues surgiram no início da década de 80, nas regiões Sul e Sudeste, como uma tentativa por parte de alguns piscicultores para resolver o problema da comercialização dos peixes, uma vez que o número de abatedouros ou de peixarias para comercialização de peixes vivos era incipiente. Em função da falta de estrutura e de tecnologia, a maioria destes empreendimentos não obteve sucesso, mas, por representar uma atividade de lazer, nos últimos 10 ou 15 anos esta atividade mostrou-se dinâmica, expandindo-se de maneira significativa, principalmente ao redor dos centros urbanos mais populosos.

Essa febre dos pesque-pague ainda é muito importante para a piscicultura, porque o peixe produzido tem como principal destino à indústria do entretenimento e não a indústria alimentar (OSTRENSKY, 2002).

Além da escassez hídrica que preocupa o mundo, estudos iniciais envolvidos na bacia do rio Mogi-Guaçu revelam diversos problemas ambientais e sociais, associados à atividade de pesque-pague (ELER et al, 2006b). Os autores constataram que tais empreendimentos são em sua maioria familiares, sendo que na grande maioria dos estabelecimentos não é encontrada qualquer estrutura para tratar o efluente proveniente dos tanques e lagos de pesca.

¹ Espécies esportivas são aquelas que apresentam uma maior resistência ao serem capturadas no ato da pesca, espécies carnívoras geralmente são consideradas esportivas.

No caso da piscicultura, principalmente para a produção em larga escala, verifica-se que são utilizadas algumas substâncias potencialmente tóxicas, seja nos viveiros (combate a doenças, a predadores, preparação e fertilização), seja nos laboratórios (desinfecção, anestésicos) e até no transporte. Reconhece-se que os riscos da utilização dessas substâncias são acentuados, principalmente quando relacionados ao seu efeito cumulativo no meio ambiente e no homem (ELER, 2000).

Por outro lado, a falta de visão técnica e comercial por parte da maioria dos produtores é um fato evidente. Poucos fazem planilhas de controle dos custos da produção e, quando muito, “rabiscam” um caderno com registro das compras de insumos e das vendas (BORGUETTI; OSTRENSKY; BORGUETTI, 2003). Na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu, alguns proprietários chegam a introduzir espécies exóticas nos rios, com intenção de repovoamento, desconhecendo, em sua maioria, métodos de gerenciamento ecológico (ELER et al, 2006a).

Outro fator importante relacionado ao perfil dos empreendedores é que, apesar de terem conhecimento da necessidade de entrar com os projetos nos órgãos licenciadores antes do início da obra (90% conhecem a legislação), não o fazem, devido à ausência de fiscalização mais efetiva e pelo processo burocrático. Com isso, muitos iniciam a construção, abrem o ambiente ao público e depois contratam técnicos para obtenção da licença definitiva. Vale a pena ressaltar que cerca de 40% dos pesque-pague localizados na bacia do Rio Mogi-Guaçu, não tem licença em nenhum órgão estadual, federal ou municipal (ELER et al, 2006b).

Apesar dos benefícios sociais (geração de emprego) e econômicos, deve-se considerar que todas as atividades produtivas são impactantes ao meio, especialmente quando executadas sem considerar a importância do ambiente para a sustentabilidade do negócio. Assim, dificilmente um princípio ou uma causa terá adquirido tanta adesão e consenso, em escala planetária, quanto à necessidade de que o desenvolvimento ocorra de forma sustentável e, neste escopo, “tecnologias apropriadas” ou “alternativas”, passaram a ocupar um crescente espaço em debates acadêmicos e empresariais (ASSAD; BURSZTYN, 2000).

Decorrente desta necessidade, várias formas de avaliação de impactos e de gestão ambiental do setor produtivo foram desenvolvidas, procurando-se, exponencialmente, reduzir impactos ambientais em conjunto com a otimização da produção.

Encarar a atividade de piscicultura e pesque-pague como atividades empresariais, que demandam insumos e geram resíduos, se torna essencial para melhorar a eficiência deste processo produtivo. Assim, cada etapa da produção de peixes ou cada serviço oferecido ao pescador, pode apresentar um impacto positivo ou negativo.

A integração das variáveis ambientais no processo administrativo de uma empresa pode ser feita por meio da implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Segundo a ABNT (1996), um SGA é a parte responsável pelas etapas de desenvolvimento, implementação, execução, avaliação e manutenção da política ambiental² de uma empresa.

² Política ambiental: intenções e princípios gerais de uma organização, em relação ao seu desempenho ambiental (ABNT, 1996).

Esse sistema tem sido bem difundido e aplicado principalmente em grandes indústrias, cujos processos produtivos afetam, mesmo que indiretamente, o meio ambiente. Porém, nas pequenas empresas e em propriedades rurais esses sistemas ainda são pouco adotados, devido a uma série de fatores que envolvem aspectos econômicos, desconhecimento ou carência de difusão tecnológica.

Identificar os aspectos ambientais³ e associá-los aos seus respectivos impactos⁴ é imprescindível para avaliar o desempenho ambiental de um empreendimento, fornecendo subsídios para a adoção de medidas mitigadoras. Para a redução dos aspectos e impactos, é necessário procurar a causa de sua geração e por sua vez tentar eliminá-la.

Segundo Moura (2000), não basta apenas identificar e dar um tratamento gerencial adequado aos aspectos ambientais e seus impactos é necessário considerar algumas situações de risco que, em uma eventualidade, podem causar impactos catastróficos.

De acordo com Pretto (2003), os estudos de quantificação dos impactos ambientais esbarram em várias dificuldades, entre elas, a de analisar os fatores naturais (clima, solo, vegetação). Estes são muito heterogêneos, principalmente em uma escala global. Dentre os métodos de avaliação de impactos ambientais que foram desenvolvidos ao longo dos anos, pode-se destacar o método da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Este foi desenvolvido para fazer uma avaliação dos impactos que podem ser gerados por um produto, processo ou atividade, desde a extração da matéria prima até a sua disposição final.

³ Aspectos ambientais são todos os elementos de uma atividade, produto ou serviço de uma organização que interagem com o meio ambiente (ABNT, 2004b)

⁴ Impactos ambientais são quaisquer mudanças ambientais, benéficas ou adversas, que ocorrem como resultado das atividades, produtos ou serviços de uma organização (ABNT, 2004b).

A importância crescente da ACV tem como resultado a tomada de consciência de que, muito freqüentemente, as melhorias num processo induzem efeitos secundários ao longo do seu ciclo de vida. Estas podem afetar, de forma positiva ou negativa, o desempenho ambiental do produto. Por esse motivo, a simples tomada de consciência para a importância de se pensar em termos do ciclo de vida completo de um produto é, muitas vezes, assumida como uma das principais vantagens decorrentes da aplicação dessa técnica (CALDEIRA-PIRES; RABELLO; XAVIER, 2002).

A Avaliação do Ciclo de Vida foi definida, segundo a ABNT (2001), como sendo a compilação e avaliação de entradas e saídas e de potenciais impactos ambientais dos sistemas de produção por todo seu ciclo de vida.

De acordo com Ellingsen e Aanonsen (2006), os impactos ambientais da produção de alimentos estão cada vez mais em foco. Na produção de peixes onde a qualidade do alimento é importante, os impactos ambientais oriundos do manejo, do processamento e do transporte também devem ser considerados. Antecipa-se que, a ACV será uma ferramenta importante para gerar informações a respeito do desempenho ambiental dos produtos alimentícios.

Métodos de ACV são desenvolvidos para indústria, assim, esforços devem ser direcionados para adaptar a metodologia à produção animal, a fim de obter uma avaliação mais exata dos impactos ambientais decorrentes dessas atividades.

A produção de alimentos deve ser considerada sob uma perspectiva ambiental. Algumas atividades agropecuárias demandam um uso significativo dos recursos naturais, de energia e insumos. Assim, a produção de alimentos representa um considerável fluxo físico e monetário para a sociedade. Produtos

de origem animal representam uma grande parcela na produção de alimentos, porém, há poucos estudos de ACV que abordem estes produtos, principalmente os produtos aquícolas (THRANE, 2006).

Diante do exposto, utilizando a ACV como principal método, o presente trabalho tem por objetivo avaliar os potenciais impactos causados pelas atividades de piscicultura e pesque-pague no corpo hídrico, localizado na região de montante da bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu.

Como objetivos específicos, têm-se:

- Realizar o levantamento dos aspectos ambientais das atividades de piscicultura e pesque-pague;
- Utilizar dados limnológicos para caracterização do inventário;
- Realizar a avaliação quantitativa e qualitativa dos potenciais impactos ambientais, no corpo hídrico;
- Recomendar procedimentos ambientalmente mais eficientes para as atividades de piscicultura e pesque-pague.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Gestão Ambiental

Devido à necessidade de se conciliar crescimento econômico e conservação ambiental, a gestão ambiental dos recursos naturais e das atividades que fazem uso destes, torna-se fundamental para que se caminhe em direção a um desenvolvimento cada vez mais sustentável.

A Gestão Ambiental visa ordenar uma série de atividades, para que estas causem o menor impacto ambiental, atuando desde a escolha de técnicas

ambientalmente mais apropriadas até o cumprimento da legislação e a alocação correta de recursos humanos e financeiros.

De acordo com SOUZA (2000), gestão ambiental pode ser entendida como o conjunto de procedimentos que visam à conciliação entre desenvolvimento econômico e viabilidade ambiental. A gestão ambiental encontra na legislação e na participação da sociedade suas ferramentas de ação, permitindo, assim, a compreensão global dos problemas e a aplicação de soluções ambientalmente mais corretas.

Para Souza⁵ (1996 *apud* OMETTO, 2005), algumas etapas devem constar na prática da gestão ambiental, são elas: caracterização ambiental, a caracterização do empreendimento, a análise ambiental, as medidas mitigadoras, o monitoramento e a retroalimentação das informações para o sistema de gestão, como mostra a Figura 4.

Cabe a caracterização ambiental determinar a capacidade de suporte⁶ do meio em questão, para que as atividades antrópicas possam ser realizadas respeitando as vocações e as restrições dos fatores ambientais da região. Concomitante com a caracterização do ambiente deve-se realizar a caracterização do empreendimento, abordando todos seus aspectos técnicos, como insumos, matéria prima, processo produtivo e emissões. O cruzamento dos resultados dessas duas etapas, descritas acima, fornecerá subsídios para

⁵ SOUZA, M.P. **Texto de apoio às aulas para o curso de graduação de arquitetura e urbanismo da EESC-USP**. São Carlos (mimeografado), 1996. *apud* OMETTO, A. R. **Avaliação do ciclo de vida do álcool etílico hidratado combustível pelos métodos edip, exergia e emergia**. 2005. 209p.. Tese (Doutorado em Engenharia hidráulica e saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos 2005.

⁶ Segundo Ometto (2005), capacidade de suporte é entendida como a capacidade do sistema natural assimilar as alterações a ele impostas dentro dos limites mínimos e máximos de tolerância explicados em ODUM (1988), a fim de que possa, por meio da sua resiliência, retornar à sua condição original de equilíbrio.

que se realize uma avaliação ambiental, que tem por objetivo garantir a viabilidade ambiental do empreendimento. O monitoramento e a retroalimentação das informações geradas são fundamentais para a melhoria contínua do processo (OMETTO, 2005).

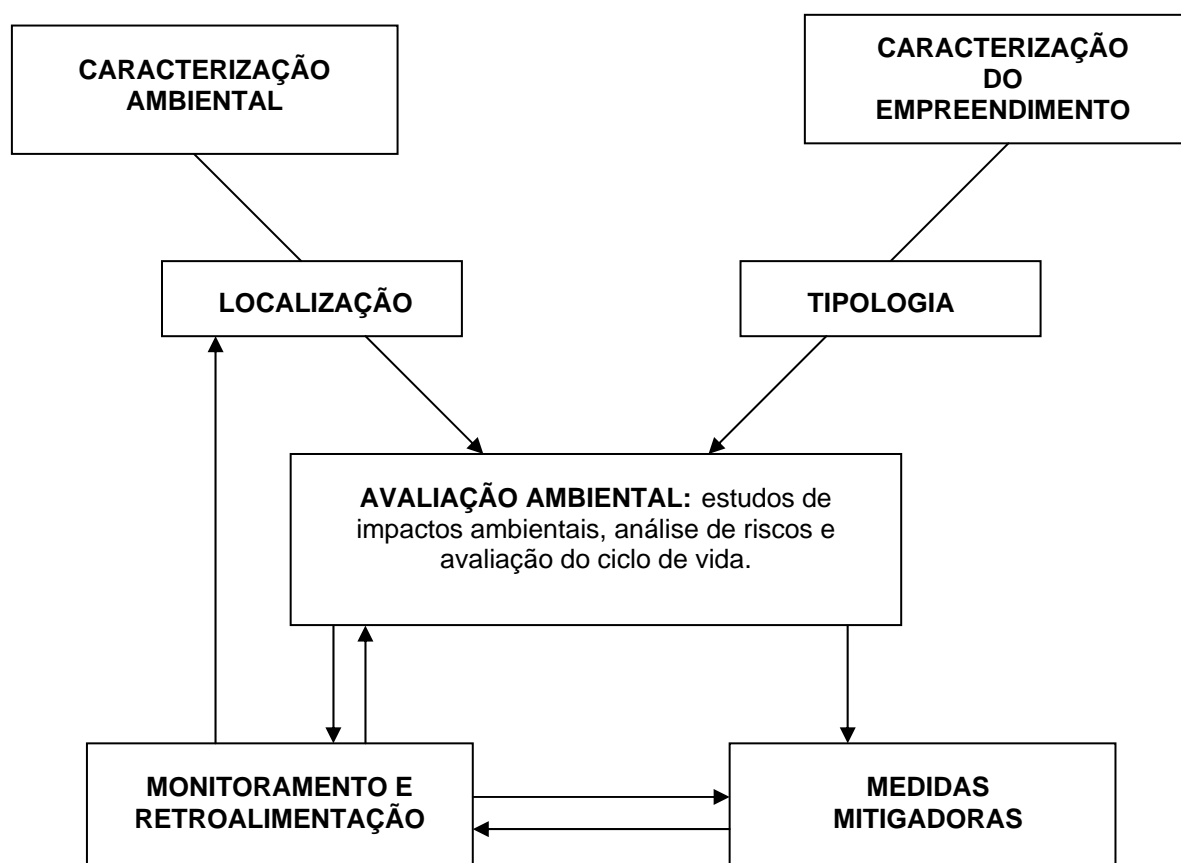


Figura 4 - Sistema de Gestão Ambiental. Fonte - SOUZA (1996)

Segundo Souza (2000), as medidas mitigadoras podem ser preventivas e, portanto, incluem as técnicas de redução de efluentes, resíduos e emissões na fonte geradora, assim como o projeto de produtos com considerações ambientais (ecodesing⁷).

⁷ Ecodesign é o desenvolvimento do produto que incorpora no projeto as questões ambientais a fim de reduzir os impactos ambientais deste ao longo de seu ciclo de vida (OMETTO, 2005).

2.2. Gestão Ambiental Pública

O processo de gestão dos recursos naturais pressupõe um conhecimento específico sobre os fatores naturais locais (solo, água, vegetação e fauna), pois tais fatores sofrem grandes alterações, principalmente em escala global. Os fatores naturais interagem entre si de modo sistêmico, ou seja, qualquer alteração sobre um desses elementos tem repercussão imediata sobre os outros.

O objetivo principal da gestão dos recursos naturais é estabelecer condições de proteção e de uso da diversidade biológica de forma sustentável. Tal objetivo implica na efetiva aplicação das políticas públicas, governamentais e setoriais, oferecendo suporte para intervenções por meio de programas, projetos ou atividades, governamentais ou não.

O modo como os recursos naturais são utilizados pela sociedade é determinante no processo para se alcançar um desenvolvimento sustentável. Para exercer um efetivo sistema de gestão ambiental é necessário estabelecer estratégias que devem estar voltadas à implementação de políticas públicas e programas governamentais, em âmbito federal, estadual e municipal. Atividades produtivas utilizam os recursos naturais como insumos e matéria prima, assim como receptor dos resíduos gerados.

A gestão dos recursos naturais requer posturas mais atuantes do governo e da sociedade, como condição indispensável para sua implementação, aliados a decisões e ações que apresentem significativas melhorias ambientais. Souza (2000), resume política ambiental como um conjunto de práticas políticas que visam promover a conservação ambiental. Considerar o meio ambiente como bem comum é função do Estado, que deve desempenhar um papel dominante

nas questões ambientais, atuando para que as demais políticas incorporem a perspectiva ambiental.

Nesse contexto, a política ambiental é considerada por Moraes e Tourola (2004), como um conjunto de instrumentos à disposição do Estado, conferindo-lhe o poder para alterar a alocação de recursos e conduzir o consumo de bens e serviços.

A legislação ambiental brasileira é considerada como uma das mais bem elaboradas e completas do mundo, principalmente com os decretos, leis e regulamentos emitidos a partir de 1981. Em 31 de agosto de 1981, foi promulgada a Lei nº 6.938, que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), com o objetivo de preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental propícia à vida, visando condições ao desenvolvimento sócio econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.

Meio Ambiente é definido pela Lei nº 6.938 como o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permitem, abrigam e regem a vida em todas as suas formas (BRASIL, 1981).

Em seu art. 6, a mesma Lei institui o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), que é composto por órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental. O SISNAMA tem como órgão superior o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), com a função de assistir o Presidente da República na formulação das diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente.

Em sua configuração atual, o SISNAMA compõe-se basicamente de duas esferas: a esfera de formulação de políticas, do qual fazem parte o CONAMA, órgão superior do sistema, e o Ministério do Meio Ambiente (MMA), órgão central;

e a esfera de execução de políticas, que se destina ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos recursos Naturais Renováveis (IBAMA), executor e fiscalizador da política federal de meio ambiente e de todos os órgãos setoriais, estaduais e municipais (MORAES; TOUROLLA, 2004).

De acordo com a PNMA, cabe ao CONAMA estabelecer normas e critérios para o Licenciamento Ambiental de atividades antrópicas, efetiva ou potencialmente poluidoras (BRASIL,1981). A Política Nacional do Meio Ambiente apresenta alguns instrumentos para auxiliar na sua implantação, são eles:

- o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;
- o zoneamento ambiental;
- a avaliação de impactos ambientais;
- o licenciamento e revisão de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras;
- os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental;
- a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas;
- o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente;
- o Cadastro Técnico Federal de Atividades e instrumentos de Defesa Ambiental;
- as penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental/

- a instituição do Relatório de Qualidade do Meio Ambiente, a ser divulgado anualmente pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA;
- a garantia da prestação de informações relativas ao Meio Ambiente, obrigando-se o Poder Público a produzi-las, quando inexistentes;
- o Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras dos recursos ambientais;
- instrumentos econômicos, como concessão florestal, servidão ambiental, seguro ambiental e outros.

Na formulação de políticas públicas três fatores devem ser levados em consideração:

- A ciência e a tecnologia disponíveis aos profissionais e tomadores de decisão;
- O processo e a estrutura da tomada de decisão;
- Os atores e os vários segmentos públicos aos quais essas decisões se destinam.

Nesse contexto, de proteção e gestão dos recursos naturais, a água se apresenta como elemento vital para a manutenção dos ecossistemas, dos sistemas produtivos e de toda a vida na Terra. Assim, a preservação dos recursos hídricos, tanto no que diz respeito à qualidade, quanto à quantidade, se torna um fator limitante para que se alcance o desenvolvimento sustentável (SALATI; LEMOS; SALATI, 2002).

A água vem rareando em quantidade e qualidade em nosso planeta. Embora seja considerada como um recurso renovável, essa capacidade é finita.

Tal cenário não se trata de uma visão futurista e catastrófica, mas de uma realidade concreta e preocupante (PIMENTEL, 1999).

Em alguns países desenvolvidos, como é o caso da França, a gestão do uso da água e a cobrança da mesma, vem permitindo, um disciplinamento do uso, reduzindo problemas com desperdício e recuperação ambiental (SANTOS, 2002).

Países em desenvolvimento, como o Brasil, devem adotar, com urgência, uma política efetiva de gerenciamento dos recursos hídricos, possibilitando que agências internacionais de desenvolvimento, órgãos governamentais, o setor privado, as ONGs e a comunidade possam contribuir para melhoria desse gerenciamento. A grande dificuldade de adotar novas medidas e reformas está nas práticas enraizadas, que tratam à água como bem livre e inesgotável da natureza (SALATI; LEMOS; SALATI, 2002).

A Resolução CONAMA (357) conceituou as águas interiores, superficiais e subterrâneas, como um recurso ambiental e a degradação da qualidade ambiental, por sua vez, como qualquer alteração adversa desse recurso (BRASIL, 2005). A qualidade das águas sofre influência dos ambientes naturais de onde se originam, circulam, percolam ou ficam estocadas, além das atividades antrópicas exercidas sobre o meio.

Com a construção das primeiras usinas hidroelétricas nos Estados do Rio de Janeiro (1901) e São Paulo (1904), iniciou-se o debate sobre o regime jurídico em que as águas estavam submetidas, bem como seu aproveitamento (BARTH, 2002).

A Lei federal n.º 9.433, promulgada em 8 de janeiro de 1997, conhecida como Lei das Águas (BRASIL, 2004), instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), que tem por base os seguintes fundamentos:

- A água é um bem de domínio público;
- A água é um recurso natural limitado dotado de valor econômico;
- Em caso de escassez, o consumo humano e a dessedentação de animais são prioridades;
- A gestão dos recursos hídricos deve proporcionar o uso múltiplo das águas e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades;
- A bacia hidrográfica é a área para a implementação da Política Nacional dos Recursos Hídricos.

A PNRH objetiva assegurar à geração atual e as futuras a disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados ao uso e a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável. Visa também, adequar à gestão dos recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do país. Os instrumentos da Política Nacional dos Recursos Hídricos são:

- Os Planos de Recursos Hídricos;
- O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos;
- A outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- A cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- A compensação a municípios;
- O Sistema de Informações sobre os recursos hídricos.

Dos instrumentos relativos à Política Nacional dos Recursos Hídricos, os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores, que visam fundamentar e orientar a implementação da PNRH e o gerenciamento dos recursos hídricos. O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus múltiplos usos, visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanentes. As classes de água serão estabelecidas pela legislação ambiental (BRASIL, 2004).

A resolução 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), classifica os corpos de águas e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece padrões de condições para o lançamento de efluentes (BRASIL, 2005). São adotadas algumas definições:

- Águas doces: salinidade igual ou inferior a 5 ‰;
- Águas salobras: salinidade superior a 5 ‰ e inferior a 30 ‰;
- Águas salgadas: salinidade igual ou superior a 30 ‰;

As águas são classificadas em classes, segundo a qualidade requerida para seus usos preponderantes. As águas doces são classificadas em (BRASIL, 2005):

I – Classe especial: Águas destinadas:

- Ao consumo humano, com desinfecção;
- À preservação do equilíbrio natural de comunidades aquáticas;
- À preservação de ambientes aquáticos, em unidades de conservação de proteção integral.

II – Classe 1: Águas que podem ser destinadas:

- Ao consumo humano, após tratamento simplificado;
- À recreação de contato primário, conforme a resolução CONAMA nº 274 de 2000;
- À irrigação de hortaliças, que são consumidas cruas e furtas que crescem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas, sem remoção da película;
- À proteção de comunidades aquáticas em terra indígenas.

III – Classe 2: Águas que podem ser destinadas:

- Ao consumo humano, após tratamento convencional;
- À recreação de contato primário, conforme a resolução CONAMA nº 274 de 2000;
- À irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campo de esporte e lazer, ao qual o público possa a vir ter contato direto;
- À aqüicultura e pesca.

IV – Classe 3: Águas que podem ser destinadas:

- Ao consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- À irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- À pesca amadora;
- À recreação de contato secundário;
- À dessedentação de animais.

V – Classe 4: Águas que podem ser destinadas:

- À navegação;
- À harmonia paisagística.

Cabe aos órgãos ambientais de âmbito federal, estadual ou municipal a fiscalização, bem como a aplicação de penalidades previstas nas legislações específicas.

O enquadramento dos corpos de água em classes visa combater de forma preventiva a poluição das águas, a fim de estabelecer metas a serem atingidas por determinados usos, mediante a qualidade do corpo de água em que estão inseridos. De acordo com a Lei n. 9.433/97, compete às Agências de Água, propor aos Comitês de Bacia Hidrográfica o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso, para encaminhamento ao Conselho Nacional ou Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (SANTILLI, 2001).

O exercício da aquicultura está inserido nas águas de classe 2, bem como as atividades de piscicultura e pesque-pague abordadas nesse estudo. Assim, os efluentes de tais atividades deverão estar de acordo com as condições e padrões estabelecidos pela legislação, a fim de assegurar a qualidade do corpo receptor.

A PNRH apresenta como instrumento a outorga dos direitos de uso das águas, que objetiva assegurar os direitos de acesso à água, além do controle quantitativo e qualitativo do seu uso (BRASIL, 2004). Estão sujeitos à outorga os seguintes usos:

- Derivação ou captação de uma parcela da água existente em um corpo de água, para fins de abastecimento público, consumo final ou processos produtivos;
- Extração de água de aquíferos subterrâneos, para fins de consumo final e/ou processos produtivos;
- Diluição, transporte ou disposição final de esgotos e demais resíduos líquidos;

- Aproveitamento do potencial hidroelétrico;
- Outros usos, que alterem o regime, a qualidade e quantidade da água existente em corpo de água.

A outorga é uma autorização que o Poder Público concede para que algumas atividades explorem economicamente o recurso hídrico sob condições e períodos determinados. De acordo com o artigo 13, da Lei 9.433, toda outorga estará condicionada às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos e deverá respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado (SANTILLI, 2001).

Atividades sujeitas à outorga também estão sujeitas à cobrança pelo uso da água. Tal cobrança visa agregar um valor monetário ao recurso hídrico, incentivando sua racionalização e arrecadando recursos para programas e intervenções. A cobrança pelo uso da água pode criar incentivos para sua conservação e para a criação de novas tecnologias que possam otimizar seu uso e reduzir seus impactos.

Segundo a Lei Federal 9.433, a cobrança pelo uso da água objetiva: reconhecer o recurso hídrico como bem econômico e dar ao usuário uma indicação do seu real valor; incentivar a racionalização do seu uso; obter recursos financeiros para financiamentos de programas e intervenções contemplados nos Planos de Recursos Hídricos (BRASIL, 2004).

Considerando o potencial de diluição de cada corpo hídrico em relação à descarga de efluentes e ao uso da água, a aplicação da cobrança visa à maximização do benefício gerado por esse recurso natural. Para tanto, a cobrança considera a capacidade de assimilação dessa carga de poluentes e os

níveis mínimos de vazão para a manutenção dos ecossistemas e o atendimento dos demais usos preteridos (SANTOS, 2002).

Segundo a PNRH, artigo 4, inciso VII, cabe ao poluidor a obrigação de recuperar e indenizar os danos causados ao corpo receptor e, ao usuário, a contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos (BRASIL, 2004).

A natureza jurídica da cobrança pelo uso dos recursos hídricos é a intervenção do Estado em um bem de uso público. Como esta visa o uso racional do mesmo, quanto mais escasso tal recurso maior será a cobrança. A cobrança pelo uso da água é um instrumento de gestão que necessita ser bem aceito. Deve ser empregado de forma gradativa, principalmente no que diz respeito aos que pagaram, para que seus objetivos possam ser alcançados (MOTA, 2004).

Na França, por exemplo, a gestão do uso da água e a cobrança da mesma vêm permitindo um disciplinamento do seu uso, reduzindo problemas com desperdício e recuperação ambiental. A política de gestão dos recursos hídricos vem servindo de modelo para muitos países, incluindo o Brasil, por ser um dos precursores na cobrança pelo uso da água e assumir uma gestão participativa e integrada por bacia hidrográfica (SANTOS, 2002).

Assim, na França, a cobrança pelo uso da água cabe aos comitês de bacias e as agências de água, sendo aplicada em todo o país, com base na cobrança pelo uso e na cobrança por poluição. Estão sujeitos a cobrança:

- Usuários domésticos de municípios com mais de 400 habitantes;
- Indústrias, atividades econômicas e criações de animais que emitem carga poluente igual ou superior a 200 habitantes;
- Setor hidroelétrico.

No Brasil, a água é considerada um bem de domínio público. Rios cuja bacia pertence a diferentes Estados, são considerados bem da União. Rios com bacia localizada dentro de um mesmo Estado são bens regionais. A primeira bacia de domínio federal a implantar a cobrança pelo uso da água foi a do rio Paraíba do Sul, a partir de 2003 (MOTA, 2004).

A cobrança no rio Paraíba do Sul baseia-se no modelo francês, onde os investimentos são revertidos para recuperação e preservação dos rios da bacia, por meio do seu comitê (CEIVAP – comitê de integração da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul). A metodologia utilizada para cobrança baseia-se na quantificação dos volumes captados consumidos e lançados, onde, quanto melhor a qualidade do efluente maior é o desconto na cobrança (MOTA, 2004).

O setor agropecuário, grande usuário dos recursos hídricos e gerador de impactos ambientais, tem se mostrado resistente à implantação de instrumentos de gestão destes recursos. Em diversas experiências, para a implantação da cobrança pelo uso da água este setor não participa ou é o último a ser incorporado, lembrando que a irrigação agrícola é responsável pela maior parte da utilização dos recursos hídricos (SANTOS, 2002).

A aqüicultura demanda geralmente um grande volume de água, além de alterar, significativamente, a qualidade da mesma. Isso leva a discussão dos tipos de ações necessárias à gestão ambiental da aqüicultura. Tais ações devem considerar que atividades, tais como a aqüicultura, apresentam uso e consumo de água diferentes daqueles apresentados pela agricultura irrigada, abastecimento doméstico, produção industrial, geração de energia, entre outros. Portanto, precisam de uma legislação específica.

Um modelo consistente de outorga e cobrança pelo uso da água para aqüicultura deve ser baseado em métodos voltados a qualidade da água capturada e da água devolvida a fonte ou curso natural. Outros fatores como área de espelho d'água e técnicas de manejo, podem interferir em um maior consumo real de água e, também, devem ser considerados (TIAGO; GIANESELLA, 2003).

A Lei 9.433 criou o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGREH), que tem como principal função integrar e articular políticas públicas que apresentem interfaces com a gestão dos recursos hídricos. Destacam-se entre suas competências a articulação do planejamento dos recursos hídricos, com o planejamento nacional, estadual, regional e dos setores usuários; o acompanhamento da aprovação e execução do Plano Nacional de Recursos Hídricos; o estabelecimento de critérios gerais para a outorga do direito de uso dos recursos hídricos, bem como a cobrança pelo seu uso, e a tomada de decisão sobre as questões da área de recursos hídricos (BRASIL, 2004).

O Conselho Nacional dos Recursos Hídricos (CNRH) é parte integrante do SINGREH, sendo sua instância deliberativa máxima. O Conselho é composto por representantes de Ministérios e de Secretarias da Presidência da República que atuem no gerenciamento ou no uso dos recursos hídricos, por Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERH), por usuários e organizações civis de recursos hídricos. A secretaria executiva do CNRH é exercida pela Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) do Ministério do Meio Ambiente (MMA), a qual tem por objetivo prestar apoio administrativo, técnico e financeiro, assim como disponibilizar as informações aos Conselheiros e as entidades da sociedade civil de maneira geral.

Em 17 de julho de 2000 foi sancionada a Lei nº 9.984, criando a Agência Nacional de Águas (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional dos Recursos Hídricos. Integrante do SINGREH, a ANA estabelece regras para sua atuação, sua estrutura administrativa e suas fontes de recursos (BRASIL, 2004). Esta agência tem como responsabilidade:

- Fiscalizar o uso dos corpos de água de âmbito nacional;
- Programar, juntamente com os Comitês de Bacias Hidrográficas, a cobrança pelo uso da água;
- Promover a elaboração de estudos para subsidiar a aplicação dos recursos financeiros da União em obras, de acordo com o estabelecido no Plano Nacional de Recursos Hídricos;
- Prestar apoio aos Estados na criação de órgãos gestores de recursos hídricos;
- Estimular a pesquisa e a capacitação de recursos humanos para a gestão de recursos hídricos.

De acordo com a citada Lei, compete aos Comitês de Bacias Hidrográficas, no âmbito de sua área, arbitrar em primeira instância sobre os conflitos relacionados aos recursos hídricos; aprovar e acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da Bacia; propor ao CNRH e ao CERH as acumulações, derivações, captações e lançamentos, para efeito de outorga dos direitos de uso; estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso dos recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados. A Figura 5 resume o funcionamento do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

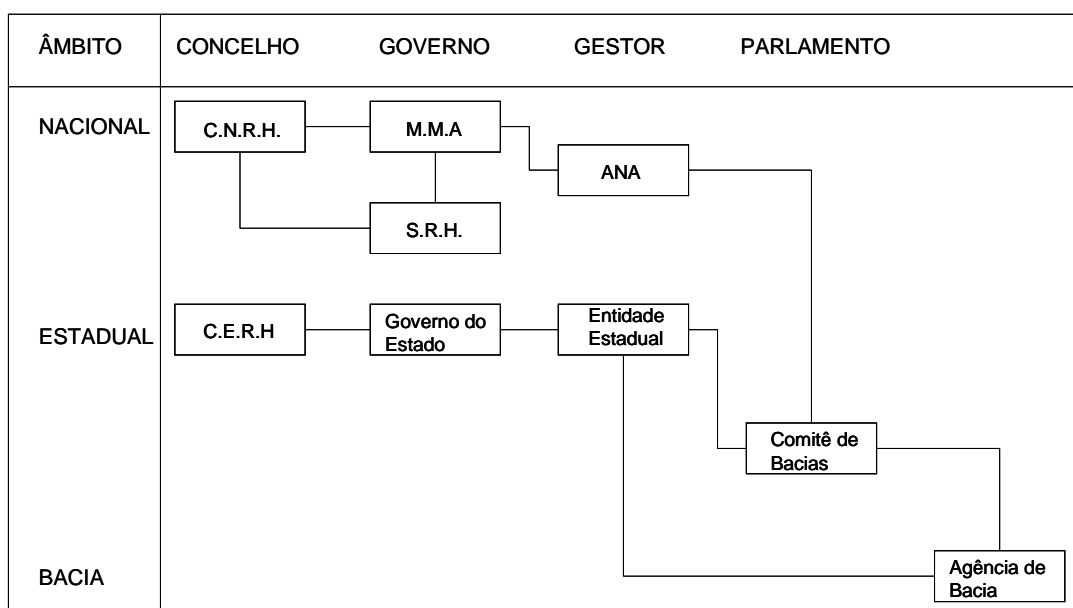


Figura 5: Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Fonte: SCARE, 2003

O gerenciamento dos recursos hídricos, no Estado de São Paulo, local estudo deste trabalho, baseia-se na Política Estadual dos Recursos Hídricos, instituída segundo o artigo 2 da Lei nº 7.663 de 30 de dezembro de 1991.

A Política Estadual de Recursos Hídricos tem por finalidade assegurar que a água, recurso essencial à vida, possa ser controlada e utilizada de maneira sustentável e em padrões de qualidade satisfatórios, por seus usuários, em todo território do Estado de São Paulo (BRASIL, 1991). A Política Estadual de Recursos Hídricos atenderá aos seguintes princípios:

- Gerenciamento descentralizado, participativo e integrado, sem dissociação dos aspectos quantitativos e qualitativos e das fases meteórica, superficial e subterrânea do ciclo hidrológico;
- A adoção da bacia hidrográfica como unidade física de planejamento e gestão;

- Reconhecimento do recurso hídrico como um bem público, de valor econômico;
- Rateio do custo das obras de aproveitamento múltiplo, de interesse comum ou coletivo, entre os beneficiários;
- Combate e prevenção das causas e dos efeitos adversos da poluição, das inundações, das estiagens, da erosão do solo e do assoreamento dos corpos d'água;
- Compensação aos municípios afetados por áreas inundadas, resultantes da implantação de reservatórios e por restrições impostas pelas leis de proteção dos recursos hídricos.

O artigo 9, da Lei Estadual nº 7663, cita que a implantação de qualquer empreendimento, que demande a utilização de recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos, cuja execução de obras ou serviços que alterem seu regime de qualidade ou quantidade, dependerá de prévia manifestação, autorização ou licença dos órgãos e entidades competentes. A cobrança pelo uso da água obedecerá aos seguintes critérios:

- Uso ou derivação, considerando a classe de uso preponderante em que for enquadrado o corpo d'água, onde se localiza o uso ou derivação, a disponibilidade hídrica local, o grau de regularização, a vazão captada em seu regime de variação, o consumo efetivo e a finalidade a que se destina;
- Cobrança pela diluição, transporte e assimilação de efluentes, de sistemas de esgotos e de outros líquidos de qualquer natureza, considerará a classe de uso em que for enquadrado o corpo d'água receptor, a carga lançada e seu regime de variação.

Por fim, em seu artigo 35, a Lei Estadual nº 7663, cria o Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FEHIDRO, para oferecer suporte financeiro à Política Estadual de Recursos Hídricos e a suas ações correspondentes. A aplicação de recursos do FEHIDRO deverá ser orientada pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos (BRASIL, 2004).

A Lei nº 9034, de dezembro de 1994, dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos, em conformidade com a Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, que instituiu normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos.

De acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos, o Estado de São Paulo fica dividido em 22 Unidades Hidrográficas de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – UGRHI, que orientaram:

- A eleição de representantes dos municípios, que integraram o Conselho Estadual de Recursos Hídricos;
- A criação dos Comitês de Bacias Hidrográficas;
- A articulação com a União, Estado e município, para o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum;
- A delegação, aos municípios, para a gestão de água de interesse exclusivo local;
- A elaboração do Relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo e os Relatórios de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas;
- A instituição de áreas de proteção de mananciais e de proteção ambiental.

2.2.1. A Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu

A Bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu foi considerada como a Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos 09 (UGRHI-09), como mostra a Figura 6, e foi subdividida em compartimentos ambientais ou econômico-ecológicos, com características e dimensões que possibilitassem seu planejamento e gestão. São eles: Alto Moji (4.054,9 km² de área de drenagem), Peixe (1.143,1 km² de área de drenagem), Jaguari Mirim (1.516,5 km² de área de drenagem), Médio Moji Superior (3.305,7 km² de área de drenagem) e Médio Moji Inferior (2.182,8 km² de área de drenagem), de acordo com a Figura 7 (BRIGANTE; ESPINDOLA; ELER, 2003),

Esses compartimentos apresentam:

- As sub-bacias, com as zonas urbanas, de maneira total ou parcial;
- Compreendem os fluxos de comércio e serviços entre as cidades;
- Possuem relativa homogeneidade quanto ao uso da água e do solo.

O termo bacia hidrográfica corresponde a uma determinada área da superfície terrestre onde os limites são criados pelo próprio escoamento das águas sobre a superfície. Assim, o curso d'água acaba interagindo com as características da sua área de drenagem, como clima, vegetação, topografia e solo. No Brasil, em sua grande maioria, as bacias hidrográficas englobam diversas regiões, com características geomorfológicas e sócio-econômicas diferentes (BRIGANTE; ESPINDOLA; ELER, 2003).

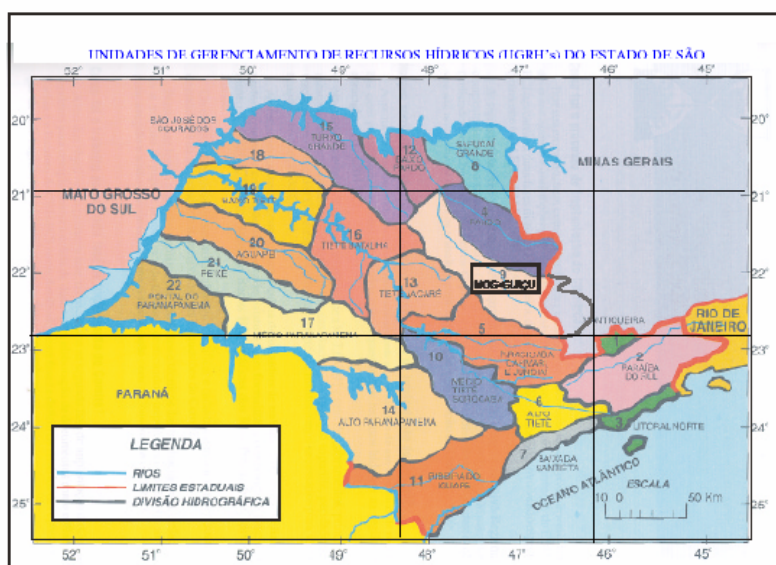


FIGURA 6 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi – Guaçu. Fonte: CBH-MOGI (1999).

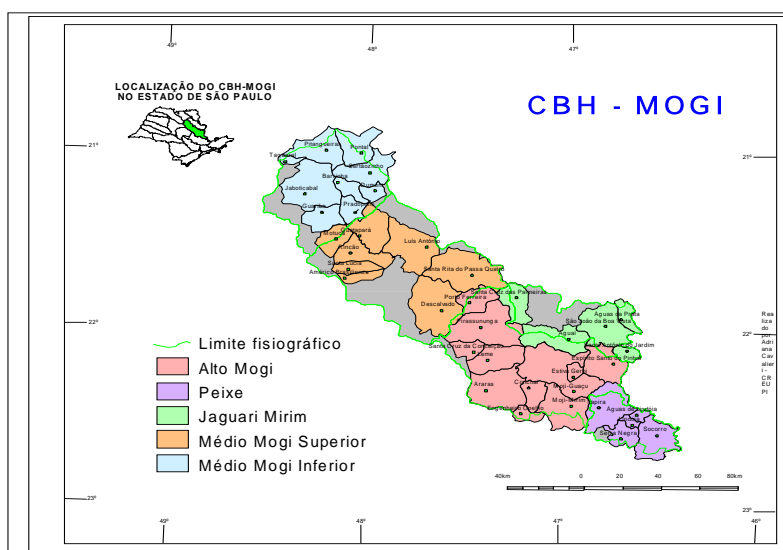


Figura 7 - Localização dos compartimentos ambientais ou econômico-ecológicos e municípios que compõem a Bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu, em território paulista. Fonte: CBH-MOGI (1999).

O Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Mogi-Guaçu (CBH-Mogi) foi implantado em 4 de setembro de 1996, no município de Descalvado, após várias reuniões em diversas cidades integrantes da bacia. Foi constituído por 14 representantes e 14 suplentes do Estado, Municípios e Sociedade.

Esta bacia abrange diretamente 52 cidades, sendo 12 municípios no Estado de Minas Gerais e 40 municípios no Estado de São Paulo, com uma população que ultrapassa 1.500.000 habitantes, como especifica a Tabela 2.

Tabela 2: Municípios integrantes da bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu.

ESTADOS	MUNICÍPIOS
Minas Gerais	Andradas, Albertina, Bom Repouso, Bueno Brandão, Ibitiúra de Minas, Inconfidentes, Jacutinga, Monte Sião, Munhoz, Ouro Fino Tocos do Mogi e Senador Amaral.
São Paulo	Aguai, Águas da Prata, Águas de Lindóia, Américo Brasiliense, Araras, Barrinha, Conchal, Descalvado, Dumont, Engenheiro Coelho, Espírito Santo do Pinhal, Estiva Gerbi, Guariba, Guatapar, Itapira, Jaboticabal, Leme, Lindóia, Luiz Antônio, Mogi-Guaçu, Mogi-Mirim, Motuca, Pirassununga, Pitangueiras, Pontal, Porto Ferreira, Pradópolis, Rincão, Santa Cruz da Conceição, Santa Cruz das Palmeiras, Santa Lúcia, Santa Rita do Passa Quatro, Santo Antônio do Jardim, São João Da Boa Vista, Serra Negra, Sertãozinho, Socorro e Taquaral

O rio Mogi-Guaçu, que significa cobra-grande em tupi, nasce no município de Bom Repouso (MG), na Serra da Mantiqueira, a uma altitude de aproximadamente 1.594 metros e tem sua foz no município de Pontal (SP), a uma altitude de 480 metros. Após percorrer uma distancia de 473 km, o rio despeja anualmente cerca de nove trilhões de litros de água no rio Pardo. Seus principais afluentes pela margem esquerda são os rios Eleutério, do Peixe, do Roque, Quilombo e Mogi-Mirim, e pela direita os rios Oricanga, Itupeva, Cloro e Jaguari-Mirim (BRIGANTE; ESPINDOLA; ELER, 2003).

As médias anuais de chuva variam desde 1620 mm/ano, na região de Águas da Prata, até 1330mm, na região de Jaboticabal. De outubro a março ocorrem 80% do total das chuvas anuais, os outros 20% são distribuídos nos meses de abril a setembro. As médias anuais de temperatura variam de 20,5°C a 22,5°. O principal tipo de solo encontrado ao longo da bacia é o Latossolo,

abrangendo 76% da bacia, com o predomínio do tipo roxo (53,3%). Praticamente todo o leito do rio é constituído de basalto, que aflora em várias corredeiras, como em Cachoeira de Emas, no município de Pirassununga, SP (BRIGANTE; ESPINDOLA, ELER, 2003).

A bacia mostra um alto grau de desmatamento da cobertura vegetal nativa e da mata ciliar, as florestas remanescentes que restam, cobrem apenas 3% da área primitiva, coberta pela Mata Atlântica (CBH-MOGI, 1999).

O rio Mogi-Guaçu apresenta um importante caminho a ser percorrido pelos peixes na época da piracema, onde cerca de 70% dos peixes que saem do rio Grande e entram no rio Pardo, sobem pelas águas do rio Mogi-Guaçu. Estudos realizados desde a década de 50 indicam que o rio Mogi-Guaçu possuía cardumes com aproximadamente 100.000 peixes, apresentava cerca de 4.000.000 de peixes adultos e a pesca nessa época rendia 320 t/ano. Este sofreu uma redução de 30% no número de espécies, sendo que das 101 espécies autóctones, 20 já entraram em extinção. Os cardumes sofreram uma redução de 70% e o número de pescadores profissionais que chegou a 100, nos anos 50 (só na região de Cachoeira de Emas), hoje são praticamente inexistentes (CBH-MOGI, 1999)

De acordo com Carpi Junior (2001), a bacia apresenta grande variedade de atividades econômicas sobre unidades geológicas e geomorfológicas distintas. O desenvolvimento dessas atividades é acompanhado pelo uso cada vez mais intensivo da água. Ao mesmo tempo este recurso se encontra cada vez mais ameaçado por diversas situações de risco. Há necessidade de abordar a interação da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu com as regiões e bacias

vizinhas, devido à dinâmica espacial das atividades econômicas e processos naturais aí ocorrentes.

A Bacia é cortada por importantes eixos de transporte, como as rodovias Anhanguera e SP-340 (Rod. Ademar de Barros), formando a triangulação Campinas - Ribeirão Preto - Poços de Caldas, e pelos ramais da Fepasa para o Norte de São Paulo e o Sul de Minas Gerais. Se as ferrovias trouxeram grande impulso econômico no passado, atualmente as rodovias desempenham um importante papel na expansão demográfica e industrial que se processa na região (CARPI JUNIOR, 2001).

A bacia do rio Mogi-Guaçu apresenta uma expressiva atividade agropecuária, sendo responsável por boa parte da produção do estado de São Paulo, destacando culturas de cana-de-açúcar, café, laranja, morango, batata e pastos. Uma atividade mais recente, que vem crescendo na região, é a piscicultura, que juntamente com os pesque-pague se espalharam por toda bacia (ELER; ESPINDOLA, 2006b). Tais atividades, se administradas de forma inadequada, contribuem para a deterioração da qualidade das águas.

O Brasil, apesar de sofrer uma grande evolução no campo legal e estar desempenhando um papel relevante nos fóruns e discussões internacionais, sobre problemas ambientais, ainda sofre com a ineficiência na aplicação desses recursos internamente. Descargas excessivas de poluentes nos corpos hídricos é realidade em todo país, principalmente às margens dos grandes centros urbanos. Os órgãos responsáveis pelo licenciamento e fiscalização encontram-se operando de maneira precária, restando, assim, uma série de aspectos a serem regulamentados, principalmente na integração dos Estados e municípios, com as bacias compartilhadas (SANTOS, 2002).

Observa-se que a nova legislação brasileira incorporou fundamentos importantes e encontra amplo respaldo em princípios internacionais, porém, sua aplicação depende de uma efetiva articulação entre representantes da União, Estados, Municípios, Usuários e organizações civis (de ensino e pesquisa), integrantes dos comitês de bacias, previstos na nova lei (SANTILLI, 2001).

Minimizar os efeitos da escassez da água e da poluição hídrica será o maior desafio que as gerações futuras irão enfrentar e que muitos setores, hoje, já enfrentam. Usuários dos recursos hídricos para fins domésticos e industriais, cada vez mais competem com as atividades agropecuárias, que dependem da água tanto para produção como para irrigação. Em um futuro próximo, este recurso receberá mais atenção como um tema sócio-político. Portanto, é imprescindível que novos projetos sejam planejados e administrados de forma sustentável. Há necessidade da exploração de novas fontes e medidas que estabeleçam o uso mais eficiente dos recursos hídricos, considerando estes como um bem escasso e de valor econômico (SALATI; LEMOS; SALATI, 2002).

A aqüicultura é uma atividade humana que utiliza de maneira intensiva os recursos hídricos, sendo uma competidora importante na disputa pela água disponível para a população e para as outras atividades produtivas. Por sua característica zootécnica, controles e cobranças voltados à manutenção da qualidade da água devem ser reforçados. Entretanto, ao contrário de outras atividades, como as industriais, a aqüicultura pode colaborar com sistemas de controle de qualidade de água, pela necessidade de monitoramento constante deste recurso com vistas ao sucesso de sua capacidade produtora de alimentos para humanidade (TIAGO; GIANESELLA, 2003).

2.3. Gestão Ambiental Empresarial

Empresas buscam adequar-se ambientalmente tendo em vista as novas tendências do mercado, a exportação, as normas ambientais internacionais, as certificações, a procedência e a qualidade ambiental do produto. As empresas constataram que é importante e lucrativo implementar e demonstrar a qualidade ambiental dos seus processos e produtos (MOURA, 2000).

Neste sentido, o desenvolvimento de tecnologias ambientalmente mais eficientes deverá ser orientado para metas de equilíbrio com a natureza e de incremento da capacidade de inovação dos países em desenvolvimento. Assume-se que as reservas naturais são finitas e que as soluções ocorrem, por meio de tecnologias mais adequadas ao meio ambiente.

Segundo Tolba⁸ (1982 apud OMETTO, 2005), a gestão ambiental não deve ser considerada como o gerenciamento do meio ambiente, mas sim como o gerenciamento das atividades antrópicas, para que estas não comprometam sua sustentabilidade. A gestão dessas atividades deve agir de forma responsável, do ponto de vista ambiental respeitando a capacidade de suporte do ecossistema onde estão inseridas.

Dessa forma, um sistema de gestão ambiental visa à conservação e à melhoria do ambiente, bem como à proteção da saúde humana. Tais objetivos devem englobar os requisitos e as metas das atividades humanas, inclusas as empresariais, a fim de se obter a sustentabilidade (OMETTO, 2005). O padrão para implementação de uma SGA é descrito pela norma ISO 14001, estruturada

⁸ TOLBA, M. K. *Development without destruction: involving environmental perceptions*. Dublin, Ireland, Tycooly International Publishing LTDA, 1982. apud OMETTO, A. **Avaliação do ciclo de vida do álcool etílico hidratado combustível pelos métodos edip, exergia e emergia**. 2005. 209p.. Tese (Doutorado em Engenharia hidráulica e saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos 2005.

dentro da série ISO 14000 (Tabela 3) pela International Organization Standardization (ISO).

Tabela 3: Normas para a série ISO 14000. Fonte: MOURA (2004)

Número ISO	Título
14000	Sistemas de Gestão Ambiental – Diretrizes Gerais
14001	Sistemas de Gestão Ambiental – Especificação e diretrizes para uso (NBR ISO 14001, emitida em out/96)
14004	Sistemas de Gestão Ambiental – Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio (NBR ISO 14004, emitida em out/96)
14010	Diretrizes para auditoria ambiental – Princípios gerais (NBR ISO 14010, emitida em nov/96)
14011	Diretrizes para auditoria ambiental – Procedimentos de auditoria – Auditoria de sistemas de gestão ambiental (NBR ISO 14011, emitida em nov/96). Norma emitida, porém substituída pela ISO 19011, que unifica os procedimentos de auditoria da ISO 9000 e ISO 14001
14012	Diretrizes para auditoria ambiental – Critério para qualificação para auditores ambientais (NBR ISO 14012, emitida em nov/96)
14014	Diretrizes para auditoria ambiental – Diretrizes para avaliações iniciais
14015	Diretrizes para auditoria ambiental - Guia para avaliação de locais e instalações
14020	Rotulagem Ambiental – Princípios básicos
14021	Rotulagem Ambiental – Definições para aplicação específica e auto-declarações
14022	Rotulagem Ambiental – Simbologia para os rótulos
14023	Rotulagem Ambiental – Metodologias para testes e verificações
14024	Rotulagem Ambiental – Procedimentos e critérios para certificação
14031	Avaliação de desempenho ambiental
14032	Avaliação de desempenho ambiental de sistemas operacionais
14040	Avaliação do ciclo de vida – Princípios gerais
14041	Avaliação do ciclo de vida – Inventário do ciclo de vida
14042	Avaliação do ciclo de vida – Avaliação dos impactos
14043	Avaliação do ciclo de vida – Usos e aplicações
14050	Gestão Ambiental – Termos e definições – Vocabulário
ISO Guide 64	Guia de inclusão dos aspectos ambientais nas normas para produto

A gestão de qualidade ambiental passa pela obrigatoriedade de que sejam implantados sistemas organizacionais e de produção que valorizem os recursos naturais e as comunidades, sendo que a cultura do descartável e do desperdício sejam coisas do passado. Atividades de reciclagem, incentivo à redução do

consumo, controle de resíduos, capacitações permanentes dos quadros profissionais, fomento ao trabalho em equipe e ações criativas, são desafios-chave neste novo cenário.

A implementação de práticas ambientais em empresas e atividades rurais pode trazer benefícios ecológicos e financeiros, agregando valor ao produto final. A implantação de um SGA é uma forma para se gerenciar e implementar melhorias de ordem ambiental.

Para que se aplique um plano de gestão ambiental é necessário que primeiramente se estabeleça a caracterização da empresa em relação ao meio ambiente, assim oferecendo um suporte para buscar melhorias. O sistema de gestão ambiental encontrado na ABNT (1996) é baseado na metodologia PDCA (Plan-Do-Check-Act)/(Planejar-Executar-Verificar-Agir), tendo como intenção o aprimoramento do desempenho ambiental. Este é realizado da seguinte forma:

- Planejar: estabelecer os objetivos e processos de acordo com a política ambiental da organização;
- Executar: implementar o processo;
- Verificar: monitorar e medir os processo de acordo com a política ambiental;
- Agir: melhorar continuamente o desempenho do sistema da gestão ambiental.

A política ambiental, segundo ABNT (1996), é a força motriz para a implementação e aprimoramento de um sistema de gestão ambiental dentro da empresa e esta deve assegurar que:

- seja apropriada a natureza, a escala e impactos ambientais de sua atividades, produtos e serviços;

- inclua um comprometimento com a melhoria contínua e com a prevenção da poluição;
- inclua um comprometimento em atender os requisitos legais aplicáveis e outros requisitos subscritos pela organização que se relacionem aos seus aspectos ambientais;
- forneça uma estrutura para o estabelecimento e análise dos objetivos e metas ambientais;
- seja documentada, implementada e mantida;
- seja comunicada a todos que trabalhem na organização ou que atuem em seu nome;
- esteja disponível ao público.

A política ambiental deve estabelecer um senso geral de orientação para a organização e simultaneamente fixar os princípios de ação pertinentes aos assuntos e à postura empresarial relacionada ao meio ambiente. A política deve ter como base a avaliação ambiental inicial, ou mesmo uma revisão que permita saber onde e em que estado a organização se encontra em relação às questões ambientais.

O objetivo maior de um sistema de gestão ambiental é a busca permanente da eficiência ambiental dos serviços, produtos e ambiente de trabalho. Cabe ao empreendimento utilizar os instrumentos de gestão com vistas a obter, ou assegurar, a economia e o uso racional de matérias-primas e insumos, reduzindo as perdas e emissões.

Devido ao alto grau de mecanização do setor agrícola, tornou-se fundamental o delineamento de uma política ambiental capaz de reduzir o

desgaste e a poluição ambiental, e que oriente a agropecuária na direção da sustentabilidade econômica e ambiental (SEIFFERT, 1998).

Um dos maiores desafios enfrentados nesse processo de implantação de uma política ambiental, seja no setor agrícola ou em uma empresa, é a implementação bem sucedida de estratégias ambientais. A complexa relação entre meio ambiente e economia requer boas técnicas administrativas e habilidade organizacional, para que empresas possam transformar suas estratégias ambientais em vantagens competitivas e financeiras.

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”. Atualmente, muitas empresas no Brasil ainda utilizam esse tipo de tecnologia como estratégia para solucionar seus problemas ambientais. 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).

Esta nova abordagem sobre a questão dos resíduos levou a uma mudança de paradigma e o tratamento dos resíduos gerados a partir dos processos produtivos tornou-se uma necessidade ambiental. A não geração de resíduo, que antes era visto apenas como um problema a ser resolvido, passou a ser encarado também como uma oportunidade de melhoria.

Práticas de remediação e tratamento mostraram-se insuficientes para lidar com o problema ambiental. Nas últimas décadas, conceitos foram desenvolvidos como resposta a pressões exercidas, tanto pelo próprio meio ambiente, como pela própria sociedade. Surge então o conceito de “clean production” ou

produção mais limpa, que segundo Giannetti e Almeida (2006), foi lançado em 1989 pela UNEP (United Nations Environment Program) e pela DTIE (Division of Technology, Industry and Environment). O conceito trouxe a aplicação contínua de uma estratégia integrada de prevenção ambiental a processos, produtos e serviços, a fim de melhorar a eficiência de produção e reduzir os riscos para o ser humano e para o ambiente.

Enquanto técnicas de “fim de tubo” esperam que os resíduos sejam gerados para posteriormente tratá-los, a produção mais limpa visa evitar ou diminuir a formação do resíduo durante o processo produtivo. Busca-se, então, uma melhor forma de desempenho, com tecnologias que substituam os tratamentos convencionais por modificações no processo produtivo, voltadas para a prevenção e controle da poluição na fonte (SILVA; MEDEIROS, 2006).

Práticas de produção mais limpa melhoram a eficiência do processo e com a evolução dessa temática novas tecnologias foram incorporadas, minimizando cada vez mais os impactos relacionados aos processos e produtos. Segundo Giannetti e Almeida (2006), a partir do detalhamento do processo surge a oportunidade de utilizar abordagens mais sofisticadas, que estão sendo desenvolvidas nas últimas décadas. Práticas que abordem todo o ciclo de vida do produto ou processo, desde a aquisição da matéria prima até a sua disposição final, estão sendo utilizadas, de forma a se conhecer profundamente todas as etapas do processo e minimizar os impactos gerados.

O conhecimento do ciclo de vida de um produto é um importante passo na busca do desenvolvimento sustentável. O ciclo de vida inicia-se na remoção da matéria prima e finaliza-se com sua volta ao meio ambiente, ou seja, sua disposição final (CETEA, 2002).

A introdução de um sistema de gestão ambiental mais abrangente e integrado se torna cada vez mais necessário, a fim de avaliar todo o ciclo de vida de um processo ou produto. Tradicionalmente, a legislação ambiental focaliza principalmente as emissões, mas freqüentemente os maiores impactos ambientais são encontrados em outra parte no ciclo de vida (THRANE, 2003).

Dentro desse contexto, pode-se destacar a Engenharia do Ciclo de Vida (ECV), que, segundo Hauschild, Jeswiet e Alting (2006), possui um abrangente leque de atuação, incluindo a aplicação de princípios tecnológicos e científicos ao longo do ciclo de vida dos produtos. A ECV tem por objetivo proteger o ambiente e conservar os recursos, incentivar o progresso econômico e ao mesmo tempo otimizar o ciclo de vida do produto, minimizando a poluição e o desperdício. Um dos alvos da engenharia do ciclo de vida é melhorar o desempenho ambiental dos produtos e processos, definindo a relação entre o serviço que é fornecido pelas atividades e os impactos ambientais associados ao fornecimento deste serviço.

Paralelo ao conceito de ECV, surge também a Life Cycle Management (LCM), ou também conhecido como gerenciamento do ciclo de vida. De acordo com Saur (2003), a LCM é a integração das perspectivas do ciclo de vida e as considerações econômicas, sociais e ambientais, na estratégia, no planejamento e nos processos de tomadas de decisões nas empresas. A estrutura da LCM consiste em controlar o desempenho total do ciclo de vida dos bens e dos serviços, a fim de promover uma produção e um consumo sustentável. Nessa linha, a LCM pode contribuir nas tomadas de decisões, tais como o desenvolvimento da estratégia, marketing, mudanças na produção, política ambiental, entre outras.

A ferramenta mais importante dessas duas linhas de atuação é a Avaliação do ciclo de Vida (ACV), ou Life Cycle Assessment (LCA). Hauschild, Jeswiet e Alting (2006) definem a ACV como uma ferramenta analítica para avaliar os impactos ambientais dos produtos ou dos serviços ao longo do seu ciclo de vida.

Segundo Ometto (2005), a ACV se apresenta como uma importante ferramenta para subsidiar todas as etapas do desenvolvimento do produto, ao longo do seu ciclo de vida, 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, que poderão ser avaliados pela ACV.

Segundo Hinz, Valentina e Franco (2006), a ACV surgiu da necessidade de se estabelecer uma metodologia que facilitasse a análise e os impactos ambientais das atividades de uma empresa, incluindo seus produtos e processos. Um dos objetivos da ACV é estabelecer uma sistemática confiável que possa ser reproduzida, a fim de possibilitar a decisão dentre várias atividades, aquela que terá menor impacto ambiental. Pode-se afirmar que a ACV é uma metodologia de apoio para a tomada de decisão quanto aos aspectos e impactos ambientais, pois entre outras aplicações, propõe-se contribuir para a gestão do ciclo de vida por meio de uma metodologia bem definida.

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 potenciais de um processo ou produto ao longo do seu ciclo de vida. As categorias gerais de impacto que necessitam ser

consideradas incluem o uso de recursos, a saúde humana e as conseqüências ecológicas (ABNT, 2001).

De acordo com o Mourad, Garcia e Vilhena (2002), a ACV é um instrumento que permite uma contabilização ambiental, onde se considera a retirada dos recursos naturais e energia do ambiente e a “devolução” para o mesmo, além da avaliação dos impactos ambientais potenciais, relativos às entradas e saídas do sistema. Isso permite que a ACV obtenha uma abordagem holística do custo ambiental de determinado processo ou produto por meio das inter-relações dos diversos sistemas envolvidos e as relações destes com o meio ambiente.

A ACV é considerada por Chehebe (1998) como uma ferramenta técnica, que pode ser utilizada em uma grande variedade de propósitos. As informações geradas a partir da ACV podem ser úteis para tomadas de decisões na seleção de indicadores ambientais relevantes para a avaliação ambiental de produtos e processos, serve de subsídio à estratégias de marketing ambiental e pode identificar oportunidades de melhoramento dos aspectos ambientais.

Segundo Berlin⁹ (2002 *apud* XAVIER 2004), há necessidade urgente de aumentar os conhecimentos sobre conseqüências ambientais decorrentes da produção de alimentos, visando procedimentos que promovam a sustentabilidade do setor. O uso da ACV na cadeia de alimentos apresenta algumas particularidades relacionadas à unidade funcional, às influências das variações geográficas e climáticas, à grande influência do comportamento dos

⁹ 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.

consumidores e à estrutura da cadeia, o que implica alta variabilidade nos efeitos ambientais e problemas de coleta de dados, com grande número de unidades produtivas de pequena escala.

Mungkung, Haes e Clift (2006) aplicaram a ACV em criações de camarão na Tailândia e mostrou que a ACV pode ser usada como uma ferramenta analítica para identificar critérios ambientais. Porém, alguns critérios não podiam ser quantificados pela ACV, o que implica no uso de outras ferramentas para preencher essas lacunas. Os resultados da ACV são baseados em várias suposições a respeito do sistema de produção, assim, considerações a respeito das limitações e particularidades do estudo são indispensáveis para a confiabilidade do mesmo.

No que diz respeito aos segmentos de piscicultura e pesque-pague, contidos dentro da aqüicultura nacional, alguns conceitos devem ser inseridos, para que estas atividades possam desenvolver-se em harmonia com o meio ambiente. O primeiro passo é encarar estas atividades como atividades empresariais, assim, podendo lançar mão de uma série de ferramentas e métodos que possibilitem uma evolução do setor em termos econômicos, sociais e ambientais, visto que as grandes maiorias desses empreendimentos são de estrutura familiar e não apresentam nenhum tipo de controle relacionado a sua produção. Outro fator que merece uma atenção especial são os impactos ambientais causados por essas atividades, que além de fazer uso de grandes quantidades de água, esses estabelecimentos comercializam o peixe, que em algum momento será consumido. Assim, cuidados com a saúde pública estão diretamente ligados a esse setor.

2.4. O Ciclo de vida do pescado

Aqüicultura significa a produção de organismos com hábitat predominantemente aquático em cativeiro. Ao longo do seu processo produtivo, tal atividade demanda recursos naturais, manufaturados e humanos, tais como: terra, água, energia, ração, fertilizantes, equipamentos, mão-de-obra, entre outros. Recentemente, introduziu-se o conceito de "Aquicultura Sustentável", utilizado para designar a forma desejável de se produzir organismos aquáticos, sem degradar o meio ambiente, com lucro e benefícios sociais (VALENTI, 2002).

A demanda pelo pescado vem aumentando nos últimos anos, impulsionada principalmente, pelo crescimento da população e pela tendência mundial em buscar o lazer e alimentos saudáveis (ANDRADE; YASUI, 2003).

Hoje, devido à violenta explosão demográfica, ao aumento da pobreza e a queda da pesca extrativista, novas alternativas terão que ser encontradas para atender às necessidades de proteína animal ao ser humano neste século (SOARES, 2003).

Organizações de todos os tipos estão progressivamente preocupadas em alcançar e demonstrar um desempenho ambiental eficiente, por meio de um controle das suas atividades, produtos e serviços. Atualmente, para instalar uma empresa de aqüicultura em uma determinada área, há necessidade de cumprir certas exigências definidas pelos órgãos competentes. A implementação desta atividade introduz mudanças consideráveis no local, como a construção dos viveiros e as alterações no corpo hídrico local (OSHIRO; NETO, 2004).

Por outro lado, os recursos naturais podem ser aproveitados de forma econômica, com a geração de renda e criação de postos de trabalho. Além disso, oferece a oportunidade para a entrada de novos investimentos. Em suma, a

implantação de programas de aqüicultura pode gerar riqueza, com possibilidade de ganhos econômicos, criando empregos diretos e indiretos (VALENTI, 2002).

A piscicultura é uma modalidade inserida dentro da aqüicultura que representa o cultivo de peixes. A piscicultura de peixes de água doce apresenta várias etapas de produção, que se estendem desde a geração dos alevinos, até a comercialização do peixe. Segundo Soares (2003), a intenção da atividade de piscicultura no seu início era criar uma alternativa de renda ao pequeno produtor rural. O resultado desta atividade foi tão bem sucedido que, atualmente, alguns produtores de peixe transformaram seu negócio em grandes empreendimentos comerciais.

A maioria dos cultivos de pescado de água doce continua sendo desenvolvido em pequenas propriedades rurais, que ainda os têm como atividade complementar. Existem empreendimentos que estão voltados à prática da pesca, conhecidos como pesque-pague. Estes são empreendimentos turísticos que oferecem uma estrutura de lazer ligada a pesca (OSHIRO; NETO, 2004). O Estado de São Paulo revela um quadro semelhante, neste contexto, o ciclo de vida do pescado advindo de pesque-pague pode ser representado pela Figura 8.

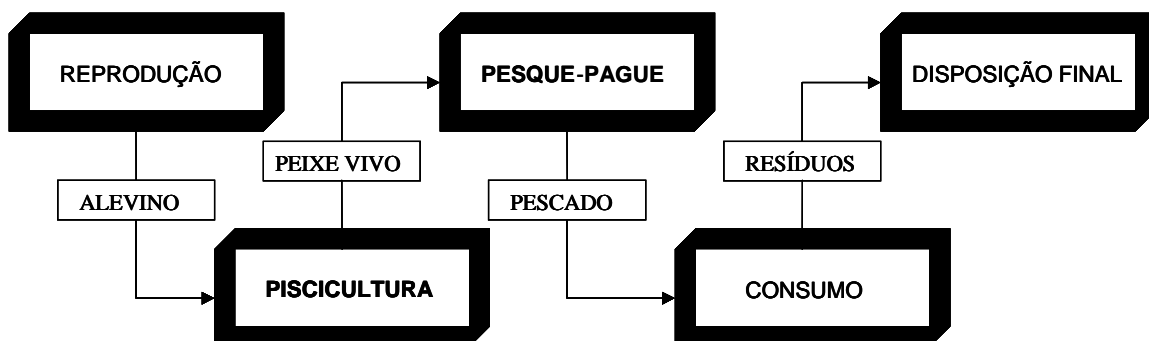


Figura 8: Ciclo de vida do pescado advindo de pesque-pague.

2.4.1. Reprodução

A pesca extrativista descontrolada comprometeu o estoque pesqueiro dos rios em todo o país, levando algumas espécies de peixes praticamente a extinção. Assim, a tendência dessa atividade é reduzir-se cada vez mais, abrindo oportunidades para o crescimento da produção de peixes em cativeiro, ou seja, a piscicultura. Esta atua tanto no mercado consumidor de peixes como na indústria da pesca esportiva.

Na década de 90, a explosão de pesque-pagues criou uma grande demanda por alevinos. Isto provocou grande avanço na piscicultura e estimulou o surgimento de piscicultores especializados na produção de alevinos. Desse modo, disseminou pelo Brasil, a técnica e a prática da reprodução induzida, bem como, o seu aperfeiçoamento para diversas espécies de peixes (ANDRADE; YASUI, 2003).

O sucesso na produção de peixes está estreitamente relacionado com a capacidade de perpetuação das espécies. A produção de larvas diferencia o cultivo racional de peixes e a pesca extrativista. Além de ser essencial para abastecer o mercado de engorda, em alguns casos, obtêm-se peixes selecionados para repor o plantel de matrizes. A piscicultura, em nosso país, somente teve a possibilidade de se expandir no momento em que as técnicas de reprodução natural e artificial de peixes em cativeiro se consolidaram.

Em 1927, Rodolpho von Ihering liderou os primeiros estudos sobre reprodução induzida no Brasil, com peixes do rio Mogi-Guaçu e Piracicaba. Estudos demonstraram a impossibilidade de reprodução natural de várias

espécies de peixes nativos em cativeiro. Peixes reofílicos¹⁰ não apresentam reprodução natural quando estocados em tanques ou viveiros, portanto, houve à necessidade de se desenvolver técnicas de propagação artificial de peixes (SOARES, 2003).

Um dos fatores que influenciam diretamente na reprodução dos peixes é a condição climática do local. Dentre essas condições pode-se destacar o fotoperíodo, a temperatura e as chuvas, que são determinantes no processo reprodutivo (CECCARELLI; SENHORINI; VOLPATO, 2000).

De acordo com Ceccarelli; Senhorini e Volpato (2000), a carência de conhecimentos básicos sobre a fisiologia e o comportamento reprodutivo da maioria das espécies nativas tem dificultado, ou mesmo inviabilizado, o processo de reprodução. Na prática, a reprodução artificial ainda carece de conhecimentos mais precisos sobre seus efeitos principais e secundários. A pesquisa no Brasil ainda está muito baseada no que tem sido usado em outros países com espécies exóticas.

A hipofisacção é uma das técnicas mais empregadas para a reprodução induzida de peixes. A técnica consiste na extração da hipófise de peixes doadores, coletadas frescas ou preservadas, que serão utilizadas nos reprodutores, a fim de provocar a maturação final dos gametas (FURUYA; FURUYA, 2001)

Algumas características indicam que os peixes estão aptos para a reprodução, ou seja, já demonstram sinais que estão em processo reprodutivo. As fêmeas aptas a receber a indução hormonal, em sua maioria, apresentam

¹⁰ Peixes reofílicos: realizam migração em direção à nascente do rio no período reprodutivo (CECCARELLI; SENHORINI; VOLPATO, 2000).

abdômen abaulado e macio, orifício genital avermelhado e levemente proeminente. Os machos, geralmente são mais finos e com uma leve pressão no abdômen, deixam fluir o líquido espermático.

O agente indutor utilizado na maioria das propriedades é a hipófise de carpa. Nas fêmeas é ministrado em duas doses, sendo a primeira preparatória e a segunda concomitantemente com a dose única aplicada aos machos. A partir desta etapa, as matrizes entram em processo de maturação final, sendo que o período entre a última dose hormonal e a desova varia de acordo com as espécies, este é conhecido como horas grau. Tal período é influenciado diretamente pela temperatura da água. O cálculo das horas grau é feito pela soma da temperatura da água, medida de hora em hora. A Tabela 4 apresenta o valor de horas grau das principais espécies cultivadas, bem como os principais sinais apresentados pelos peixes conforme a desova se aproxima.

Tabela 4 - Valor de horas grau das principais espécies da piscicultura nacional, (Fonte: CECCARELI; SENHORINI; VOLPATO, 2000)

Espécie	Hora Grau	Sinais
Pacu	240 – 320	Dança nupcial
Piau comum	220	Dança nupcial
Matrinxã	140 – 160	Natação vigorosa
Dourado	140 – 160	Natação vigorosa
Curimatá comum	210	Macho ronca
Surubins	255	Contração ventral
Carpa Comum	260	Dança nupcial
Tambaqui	290	Contração Ventral
Piracanjuba	140 – 160	Natação forte

Algumas espécies apresentam desova natural, enquanto outras, necessitam de coleta manual. Este tipo de coleta é chamado de extrusão. Para que ocorra a desova, a fêmea é coletada e embrulhada com panos devidamente

limpos e umedecidos, a fim de evitar escoriações nas escamas e perda do muco. Depois de seco, o peixe é posicionado de modo que, ao liberar os óvulos, estes caiam diretamente em uma bacia. Para tanto, realiza-se uma leve pressão no abdômen no sentido da cabeça para a cauda (Figura 9). O procedimento com o macho é praticamente o mesmo, sendo que o sêmen é liberado em cima dos óvulos (Figura 10).

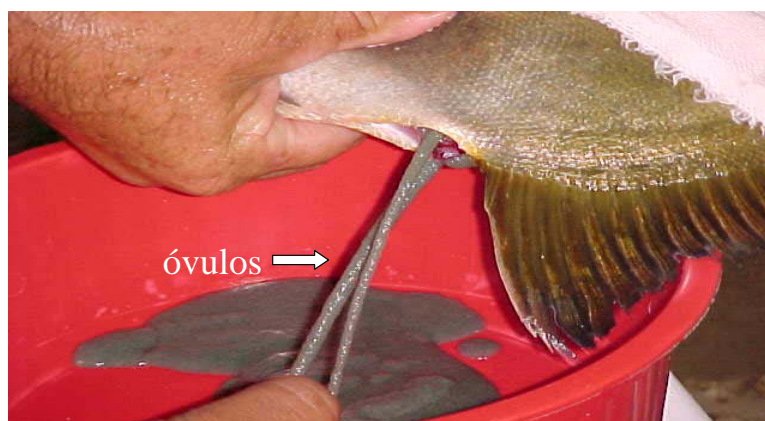


Figura 9 – Extrusão de uma fêmea de Pacu. Fonte: Millani (2004).



Figura 10 – Extrusão do macho de Pacu. Fonte: Millani (2004).

Após a extrusão, os óvulos e o sêmen são homogeneizados e logo após é adicionada água para que ocorra a ativação da mobilidade espermática e a

hidratação dos ovos. A água é trocada algumas vezes e depois de 10 a 15 minutos os ovos são encaminhados para as incubadoras.

Diferentemente dos peixes reofílicos, alguns peixes apresentam reprodução natural em ambientes lênticos¹¹, dispensando o uso da indução hormonal para obtenção de alevinos. Entre as espécies que apresentam essa característica, pode-se destacar a tilápia e a carpa, que, apesar de serem peixes exóticos, são comercializados em grande escala em todo cenário da piscicultura mundial.

A criação da carpa-comum é bastante difundida pela simplicidade de seu cultivo e tradição de seu consumo, entre populações de origem asiática e nos Estados do sul do Brasil. Além disto, esta espécie se apresenta como principal doadora de hipófise, utilizada na maioria das reproduções induzidas (ANDRADE, 2003).

As tilápias em pouco tempo se tornaram uma das principais espécies de peixes produzidas pela piscicultura brasileira. Em 2004, a produção brasileira de tilápias chegou a 70 mil toneladas, abastecendo o mercado interno e externo (FRANCO, 2006). As tilápias são apreciadas pela qualidade de sua carne, além de serem amplamente comercializadas por pesques-pagues, mostrando-se presente em 69% dos empreendimentos localizados na bacia do rio Mogi-Guaçu (ELER et al.,2006b)

As tilápias se encontram como o segundo grupo de peixes mais produzido no mundo, perdendo apenas para as carpas. Grande parte das criações de tilápias no Brasil e no mundo utiliza populações mono-sexo, conseguidos pelo

¹¹ Ambientes Lênticos: ambientes aquáticos que não apresentam água corrente, por exemplo, lagos, açudes e reservatórios.

método de reversão sexual. Este método consiste na aplicação, via ração, do hormônio masculinizante 17α -Metiltestosterona, ainda no período larval (TACHIBANA et al. 2004).

A utilização de espécies do sexo masculino pode ser explicada devido ao fato dos machos apresentarem um crescimento mais rápido, visto que as fêmeas, por apresentarem uma maturação sexual precoce, desviam boa parte da sua energia para reprodução. Por outro lado, o produtor ao adquirir tilápias revertidas, obtém um lote mais homogêneo, facilitando o controle da população e da qualidade da água.

Posteriormente ao processo de reprodução, alguns cuidados devem ser tomados com as larvas. Este processo de manejo é conhecido como larvicultura. Uma das grandes limitações da piscicultura é a produção de alevinos em larga escala, na fase de larva ocorrem as maiores perdas no processo produtivo. Essas perdas estão principalmente associadas a problemas na alimentação. Estes problemas estão sendo mitigados por meio da pesquisa aplicada, já que o primeiro passo na produção de peixes é a obtenção de larvas de boa qualidade.

Quando uma espécie se apresenta com potencialidade para a piscicultura, seu cultivo somente poderá ser importante comercialmente quando o fornecimento de alevinos estiver assegurado (MAI; ZANIBONI FILHO, 2005).

2.4.2. Piscicultura

A piscicultura envolve uma nova concepção, a de uma atividade de controle indireto. A quantidade de peixes cultivados que se imagina ter, não é

passível de ser comprovada, a não ser na hora da despesca¹². Praticamente não se observa o peixe crescer, mas há o acompanhamento do bem-estar do peixe, por meio do controle da qualidade da água (cor, cheiro, ph, teores de oxigênio e amônia dissolvidos), da aceitação do alimento, do comportamento do cardume, entre outros parâmetros.

Isso é muito diferente dos demais cultivos, como a criação de gado, por exemplo, na qual pode-se mostrá-lo a qualquer hora, vê-lo comer, crescer, mantendo um contato direto com o animal.

Além disso, a aqüicultura inova ao aproveitar a terceira dimensão do espaço, ou seja, a altura das diferentes profundidades da coluna de água. Espécies comerciais que ocupam espaços diferentes na coluna d'água podem ser cultivadas no mesmo tanque, resultando em produtividades maiores. Para sucesso na criação é imprescindível dispor de conhecimentos biológicos e zootécnicos básicos, que explorem ao máximo o potencial da espécie de peixe que se quer cultivar (GARUTTI, 2003).

De acordo com Valenti (2002), a implantação e o funcionamento de uma piscicultura pode gerar uma série de alterações no meio ambiente em que está inserida, como:

- Remoção da cobertura vegetal no local de construção dos viveiros;
- Remoção de mata ciliar para captação de água;
- Erosão com o carregamento de sedimento para cursos d'água naturais.
- Liberação de efluentes ricos em nutrientes (principalmente N e P), causando eutrofização em corpos d'água naturais;

¹² Despesca: processo de retirada dos peixes dos tanques de cultivo, realizada por meio de redes de arrasto.

- Liberação de efluentes ricos em matéria orgânica e sólidos em suspensão, aumentando a turbidez em corpos d'água naturais;
- Introdução de espécies exóticas e doenças no ambiente;
- Introdução de substâncias tóxicas bio-acumulativas no ambiente.

Durante o processo de produção de peixes é inevitável o acúmulo de resíduos orgânicos e metabólicos nos tanques e viveiros. O material orgânico proveniente da adição de fertilizantes, excreção dos peixes e restos de ração não consumidos pelos peixes, deposita-se no fundo dos tanques. Por sua vez, os metabólitos e os compostos nitrogenados e fosfatados, encontram-se diluídos no meio.

Os nutrientes derivados da ração não consumida, dos fertilizantes e dos produtos metabólicos dos peixes estimulam a floração de algas. Nos sistemas onde se adota a circulação de água intermitente, estes produtos compõem o efluente, que é geralmente disposto em um corpo receptor sem nenhum tipo de tratamento (HUSSAR et al, 2004).

O confinamento dos peixes em tanques, com alta densidade populacional, e a introdução de espécies exóticas sem os cuidados sanitários necessários, criam condições que favorecem a introdução e o desenvolvimento de patógenos e parasitas. Para prevenir e controlar os danos decorrentes, os criadores têm utilizado produtos químicos de forma indiscriminada. Entre os principais produtos utilizados para o controle sanitário e de doenças na piscicultura, destacam-se: cloreto de sódio, permanganato de potássio, azul de metileno, formaldeído, verde malaquita, sulfato de cobre, triclorfon, e os antibióticos, tetraciclina, eritromicina e a oxitetraciclina. (MAXIMIANO et al, 2005).

Ressalta-se que para os casos de uso de drogas em piscicultura, não há legislação específica e produtos com registro para este fim. Assim, ainda é desconhecida a extensão dos riscos desse tipo de uso à saúde humana e ao meio ambiente (MAXIMIANO et al, 2005).

O desenvolvimento da piscicultura envolve o consumo de recursos naturais, bem como, os impactos gerados sobre o mesmo. O direito de uso dos recursos naturais é outorgado pelo Poder Público. Compete a todo cidadão consciente enquadrar-se nos princípios básicos da sustentabilidade, com a convicção de contribuir em prol da coletividade.

O objetivo da piscicultura é utilizar técnicas de manejo que visam obter o maior número de indivíduos para um determinado espaço e maximizar o crescimento desses indivíduos no menor intervalo de tempo possível (GARUTTI, 2003).

Dentre as pisciculturas presentes na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu, encontram-se o cultivo de várias espécies de peixes nativos e exóticos, confinados em sistemas de mono e poli cultivo. O monocultivo consiste na criação de uma única espécie em um mesmo viveiro, há predominância de espécies como tilápias e peixes redondos, como o pacu. O policultivo reúne o cultivo de diferentes espécies de hábitos alimentares distintos em um mesmo viveiro, sendo encontradas diversas combinações de espécies.

Como diagnosticado por Castellani e Barella (2005), grande parte das pisciculturas destinam-se à engorda de peixes, ou seja, os piscicultores compram os alevinos com aproximadamente 2 cm de comprimento, transportam para seus viveiros e os alimentam até atingirem seu peso comercial. Após isso, geralmente vendem o peixe vivo aos pesque-pagues.

De acordo com Ceccarelli; Senhorini e Volpato (2000), o produtor pode optar entre quatro tipos de criação na piscicultura:

a) Extensiva: mesmo não sendo muito produtivo, este sistema é o que demanda menor investimento. Os peixes utilizam apenas a alimentação disponível no ambiente. Neste sistema é muito difícil definir parâmetros precisos de produção, geralmente, ocorre a introdução de peixes em açudes ou reservatórios já existentes. A renovação de água é baixa e não se avalia a qualidade da mesma. A produção é baixa, variando de 100 a 1.000 kg/ha/ano, a escolha das espécies depende da disponibilidade de alimento no ambiente e da capacidade do mesmo em manter a produção. Assim, a piscicultura extensiva é indicada para o lazer da pesca e alimentação de pequenas comunidades, pois para comercialização em larga escala os resultados não costumam ser favoráveis.

b) Semi-Intensiva: é um dos sistemas mais difundidos em todo o mundo. A renovação da água diária varia de 1 a 10%, as produções são da ordem de 1.500 a 10.000 kg/ha/ano, variando de acordo com o tipo de criação. Neste sistema acrescenta-se ao alimento natural fertilizantes, podendo utilizar complementos vegetais, animais ou mesmo ração.

c) Intensiva: é realizada em viveiros construídos especialmente para esse fim e geralmente utiliza-se o monocultivo. O alimento fornecido é apenas a ração balanceada e a produção varia de 10.000 a 20.000 kg/ha/ano. Esse sistema apresenta um monitoramento da qualidade da água, bem como das condições do ambiente, sendo que o uso de aeradores é praticamente obrigatório.

d) Super-Intensiva: é um sistema de criação que geralmente utiliza tanques pequenos e com superpopulação. Apresenta um grande fluxo de renovação de

água, com uma renovação total a cada 60 minutos. As produções podem variar de 30 a 150 kg/m³/ano.

O arraçoamento¹³ absorve boa parte dos recursos aplicados na piscicultura, assim é necessário elaborar um plano de alimentação que assegure o desenvolvimento com o menor custo possível. O arraçoamento deve oferecer suporte para explorar todo potencial de crescimento que a espécie apresenta, além de melhorar a qualidade da carne e obter um peixe mais saudável e resistente.

Os peixes exigem uma maior quantidade de proteína na sua dieta, quando comparado com outros animais. Estes são capazes de utilizar a proteína como fonte de energia. Enquanto rações para frangos e suínos, por exemplo, contêm de 18 a 23% e de 14 a 16% de proteína bruta, respectivamente, rações completas para peixes contêm entre 28 e 50%, variando de acordo com a fase de desenvolvimento, ambiente e espécie. A exigência nutricional é influenciada por fatores como idade do animal, função fisiológica, qualidade da ração e economicidade (CYRINO, 2006).

Nos sistemas de criação manejados em regime intensivo, os sinais de deficiência nutricional decorrentes do uso de rações de baixa qualidade, podem aparecer em um curto espaço de tempo. Tais deficiências reduzem o crescimento e pioram a conversão alimentar¹⁴, comprometendo a lucratividade do empreendimento (CYRINO, 2006).

O arraçoamento deve ser elaborado de acordo com a exigência nutricional, entre as espécies, ou mesmo, adaptando-se ao crescimento do peixe. Ajustes na

¹³ Arraçoamento: programa de fornecimento de ração adotado.

¹⁴ Conversão Alimentar: índice zootécnico que relaciona a quantidade de alimento fornecido com o ganho de peso do animal.

granulometria das rações são necessários para que ocorra uma correspondência entre o tamanho do peixe e da partícula. Rações para larvas são fareladas, apresentam uma maior concentração de proteína bruta em sua composição. Conforme aumenta a granulometria da ração diminui sua concentração de proteína bruta.

Segundo Ostrensky e Boeger (1998), os peixes, alimentam-se mais nas primeiras horas do dia ou então ao entardecer. O ideal é fornecer a ração sempre nos mesmos horários, para condicioná-los a buscar o alimento nessas horas.

A ração fornecida manualmente possibilita um contato direto do alimentador com os peixes, o que é muito importante para evidenciar possíveis problemas e avaliar melhor o plantel. As rações devem ser armazenadas em um galpão, protegidas da umidade e radiação solar, empilhadas sobre estrados de madeira.

O número de vezes em que se fornece o alimento aos peixes varia de acordo com a temperatura, com a espécie, com a idade e com a qualidade da água. No inverno a alimentação deve ser fornecida nos dias e horários mais quentes, observando eventuais sobras para acertar a quantidade de ração fornecida. Neste período, peixes tropicais ingerem uma menor quantidade de alimento. Normalmente, nas primeiras fases de vida, o alimento é fornecido várias vezes ao dia.

Com a despesca, encerra-se o cultivo e inicia-se a fase de comercialização da produção. De nada adiantará cuidar bem do plantel durante todo o cultivo e perder peixes no final, em função de uma despesca mal feita (OSTRENSKY; BOEGER, 1998).

Antes da despesca, os peixes são amostrados e avaliados, sendo importante a determinação do estado de saúde, o peso médio e o número de peixes existentes. A despesca é realizada por meio de redes de arrasto, de diferentes malhas e tamanhos, selecionadas de acordo com o tamanho e profundidade do tanque.

O transporte mostra-se como última, mas não menos importante etapa na comercialização de peixes vivos. Muitos fatores podem interferir e comprometer o sucesso do transporte e alguns cuidados são necessários para não comprometer a qualidade do peixe a ser entregue. Dentre estes, destaca-se as condições de qualidade de água, o manejo nutricional imposto, o estado sanitário e o manejo dos animais durante o transporte.

Os peixes, antes do transporte, passam por um período de jejum de aproximadamente 24 horas, a fim de esvaziar o trato digestivo, evitando uma alta concentração de amônia no tanque de transporte. Segundo KUBITZA (1999), mais de 80% dos resíduos metabólicos nitrogenados são excretados na forma de amônia.

O transporte geralmente é realizado por caminhões adaptados com caixas contendo água, onde cilindros de oxigênio são acoplados, a fim de manter o oxigênio dissolvido na água. A quantidade de oxigênio que vai para cada caixa é controlada por fluxômetros localizados nas saídas dos tubos e estes são ligados por meio de uma mangueira com pequenos orifícios, liberando “microbolhas” de oxigênio nas caixas, facilitando a difusão do gás na água.

Recomenda-se que ao completar a carga a ser transportada, seja adicionado sal na água na proporção de 1 a 3 ppm em relação ao volume da caixa. Este estimula a produção de muco nos peixes, ajudando a recobrir

possíveis escoriações decorrentes da despesca, pesagem e carregamento dos peixes (KUBITZA, 1999). Ao chegar em seu destino, os peixes sofrem uma aclimatação com a água do local onde serão soltos, no caso de mortalidade em menos de 24 horas, a piscicultura se responsabiliza pelos danos.

2.4.3. Pesque-pague

Na Região Sudeste, o principal canal de comercialização dos peixes produzidos em cativeiro ainda é o pesque-pague. Segundo Castellani e Barella (2005), na região do Vale do Ribeira, 95% da produção de peixes são destinados ao abastecimento deste tipo de empreendimento. Os pesque-pague podem ser divididos em três categorias, que não são exclusivas, ou seja, um estabelecimento pode se enquadrar em mais de uma especificação, que são basicamente:

- “Pesque–Pague”: onde o pescador paga uma taxa de ingresso mais o quilo do peixe pescado;
- “Pesque–Solte”: onde o pescador paga apenas uma taxa de ingresso e solta o peixe capturado;
- “Pague–Pesque”: onde o pescador paga uma taxa de ingresso e leva o peixe que conseguir pescar;

Venturieri (2002) denominou por pesque-pague os empreendimentos cuja estrutura básica é composta por lagos de pesca, lanchonete, local de estacionamento e que cobra pelo quilo do peixe e/ou pela entrada do cliente. Segundo a autora, os pesque-pague se estabeleceram como vetores de desenvolvimento, oportunidades de negócio e lazer no Estado de São Paulo. Editoriais e reportagens apresentadas em periódicos especializados em pesca

esportiva apresentam argumentos positivos em relação ao setor. Além disso, os pesque-pague poderiam estar associados a outras atividades na mesma propriedade, como a pecuária, o ecoturismo, o turismo rural e a agricultura.

A atividade de pesque-pague teve um desenvolvimento acelerado em meados da década de 90, com mais intensidade nos anos de 1993 a 1996. Estes estabelecimentos não se encontram em qualquer área rural, sendo crucial para progresso a junção de inúmeros fatores, como a proximidade de centros urbanos, conter floresta em contraponto a grande cidade, bem como características favoráveis a sua manutenção, como rios, córregos ou nascentes que auxiliem sua manutenção hídrica (COUTO; SUZUKI, 2005).

A pesca esportiva ganhou novo impulso a partir da onda de pesque-pagues, que se propagou pelo interior do país. Estima-se que no Brasil existam cerca de 30 milhões de pescadores amadores. Somente o Estado de São Paulo apresenta cerca de 1.500 estabelecimentos de pesque-pague. Além do solitário pescador e de seus equipamentos, existe hoje no Brasil uma indústria de equipamentos e artigos esportivos que movimenta em torno de R\$250 milhões ao ano. Com a proibição da pesca durante a piracema, período de procriação das espécies, os pesque-pague transformam-se em boa opção para os pescadores dos rios paulistas e do Pantanal mato-grossense. Os pesque-pague chegam a registrar um aumento de 30% na clientela durante a piracema. Tudo isso, aliado à filosofia do “catch and release”, foi suficiente para acordar o mercado brasileiro sobre o potencial econômico da pesca esportiva (OLIVEIRA; FUKUSHIMA, 1998).

A atividade principal em todos os pesques-pague é a pesca, entretanto, outras atividades são oferecidas. Dentre elas, podem ser citadas as trilhas

ecológicas, passeios a cavalo, camping, entre outros. Algumas propriedades chegam a manter uma equipe de professores de educação física, responsáveis pelas atividades recreativas de passeios pelas trilhas e pelos equipamentos de musculação e de ginástica aeróbica, além de ficar disponível um instrutor de pesca e uma babá para casais que vem com bebês e crianças pequenas (ELER et. al, 2006b).

Contudo, em sua maioria, os recursos humanos presentes nesses empreendimentos são constituídos por pessoas com o primeiro grau, sem estudo formal, apresentando mão-de-obra estritamente familiar. Desta forma, esse segmento contribui para a diversidade sócio-econômica, uma vez que novas alternativas de renda, oferta de trabalho e opções de lazer, são introduzidas no meio rural. Ao mesmo tempo, existe a problemática relacionada ao uso dos recursos naturais, as dificuldades de gerenciamento econômico, ao manejo dos lagos de pesca, a qualificação profissional, ao impacto ambiental, dentre outros.

A rotina diária de um pesque-pague é muito diferente de qualquer atividade agropecuária, visto que nestes empreendimentos há uma mistura entre produção animal, prestação de serviços, comércio e lazer. Esta atividade não pode ser enquadrada em uma dessas categorias, contudo, o manejo diário em uma estrutura como esta, exige, principalmente, habilidade de seus funcionários e proprietários. Conhecimentos técnicos no manejo dos peixes, especialmente no que tange à qualidade de água, no manejo alimentar e sanitário, são essenciais. A maioria dos proprietários e funcionários não tem nenhuma experiência anterior com o manejo de peixes, o que tem sido a causa dos muitos insucessos, que inclui, neste caso, mortalidade de toneladas de peixes, tanto no transporte quanto no próprio pesque-pague (ELER et al, 2006b).

Segundo Gentil (2007), estudos realizados em pesqueiros do interior do Estado de São Paulo, enfocaram, principalmente, a questão sócio-econômica e ambiental desses empreendimentos. Tais estudos mostraram que existe grande diversidade de manejo nos pesqueiros e que alguns impactos indesejáveis, oriundos dessas atividades, são causados ao ambiente do entorno. A respeito da qualidade da água de pesqueiros, tanto do ponto de vista limnológico como biológico, há poucas informações, uma vez que a prática dessa atividade é recente no Brasil. Diante do exposto, é importante que estudos sejam realizados para subsidiar o manejo adequado desses ambientes e das espécies envolvidas.

Eler et al. (2006d), verificou que os impactos relacionados com a piscicultura ou com o pesque-pague são inadequados para a sustentabilidade do sistema. Entre vários fatores que contribuem para tal degradação verificou-se a densidade de estocagem, o fluxo de água, o excesso e a qualidade do alimento utilizado, bem como a ausência de medidas preventivas que controlem problemas como eutrofização, aparecimento de algas cianofíceas, entre outros. Assim, o efluente final é caracterizado por apresentar concentrações elevadas de material em suspensão, nutrientes fosfatados e nitrogenados e comunidades biológicas diferenciadas, inserindo profundas modificações no corpo receptor.

De acordo com Venturieri (2002), no Estado de São Paulo o fluxo dos peixes proveniente da piscicultura é preferencialmente direcionado ao abastecimento dos pesque-pague. Um dos maiores problemas enfrentados pelos proprietários é a pronta entrega da carga de peixes encomendada. Os peixes, na maioria dos pesque-pague, são comprados de fornecedores externos.

De maneira geral, a maioria dos pesque-pague compra seus peixes para revenda, salvo alguns, que engordam o peixe no próprio estabelecimento. Estes

compram alevinos bem pequenos e os distribuem em vários tanques de engorda. Os preços de compra e venda dos peixes variam conforme a espécie, sendo que espécies carnívoras apresentam custo mais elevado, como mostra a Tabela 5.

Tabela 5: Comparação dos preços médios de compra e venda de peixes nos pesque-pague, situados na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu. Fonte: Adaptado de Eler et al. (2006b).

Peixes (nome comum)	Preço dos peixes (R\$/kg)	
	Compra	Venda
Barbado	5,00	6,00
Bagre africano	3,00	4,00
Cachara	8,80	12,00
Carpa (em conjunto)	3,00	3,95
Catfish	4,00	5,00
Cachapira	5,00	12,00
Curimatá	3,00	3,86
Dourado	4,00	6,00
Matrinxã	3,00	4,06
Peixes redondos(pacu/tambaqui)	3,00	4,00
Piau	3,00	4,00
Piaçu	4,00	5,00
Pintado	6,00	10,00
Piracanjuba	3,00	5,00
Piraputanga	3,00	5,00
Tilápia (em conjunto)	3,00	3,74
Traira	3,00	5,00
Tucunaré	3,00	6,00

Os preços praticados são fixados pelo mercado, que apresenta uma concorrência elevada. Por outro lado, a seleção do tipo de público, conforme a classe social, é gerida pela estrutura física, beleza cênica, variedade de serviços oferecidos e pela qualidade do atendimento personalizado ao usuário, de cada pesque-pague.

De acordo com Eler et al. (2006b), o segmento de pesque-pague esta exponencialmente difundido pelo Estado de São Paulo, porém, diversos problemas podem ser identificados. Os problemas decorrem do amadorismo da maioria dos proprietários, da ausência de assistência técnica e de conhecimentos legais relacionados às questões ambientais, da ausência de uma análise integrada do empreendimento, considerando as relações sociais, econômicas,

políticas e ambientais. Assim, há necessidade de estabelecer novas formas de indução do crescimento dos pesque-pagues, com vistas à sustentabilidade do sistema.

2.4.4. Consumo

A produção de pescado no Brasil tem por base, principalmente, a pesca extrativista, que representou aproximadamente 75% da produção total de pescado no ano de 2005, como pode-se observar na Tabela 6. Entretanto, a aquicultura vem ganhando importância nos últimos anos, se mostrando como atividade em franca expansão, cada vez mais participativa na produção do pescado nacional.

Tabela 6: Produção estimada de pescado por modalidade no ano de 2005. Fonte: IBAMA (2005).

Região	Total (t)	Pesca extrativista		Aquicultura	
		Marítima	Continental	Marítima	Continental
BRASIL	1.009.073,0	507.858,5	243.434,5	78.034,0	179.746,0
Sudeste	160.470,0	103.775,0	23.621,0	1.023,5	32.050,5
Minas Gerais	17.233,0	0,0	11.674,0	0,0	5.559,0
Espírito Santo	21.121,5	16.235,0	748,0	825,5	3.313,0
Rio de Janeiro	67.057,5	63.716,0	1.054,0	28,0	2.259,5
São Paulo	55.058,0	23.824,0	10.145,0	170,0	20.919,0

De acordo com Giulietti & Assumpção (1995), o incremento da produção de pescado, em um futuro próximo, vai depender da aquicultura, visto que a produtividade da pesca extrativista está direcionada a preservação e reprodução dos recursos naturais existentes. Isto se deve ao fato dos recursos naturais estarem ameaçados pela sobrepesca (predatória), pelo avanço do turismo, pela expansão imobiliária e pela construção de complexos industriais. Tais fatores têm

levado a poluição das águas e destruição de locais de pesca, comprometendo áreas como mangues, estuários e lagoas marginais, locais que servem de berçário para várias espécies de peixes.

No Estado de São Paulo, a aquicultura representa aproximadamente 40% da produção do pescado, sendo que a aquicultura continental é responsável por 99% desse valor. Grande parte dessa produção é destinada aos pesque-pagues presentes na região. Portanto, verifica-se uma maior produção de espécies que apresentam uma maior procura nestes estabelecimentos, como é o caso da tilápia, da carpa e do tambacu. Os valores dessa produção são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Produção da aquicultura no Estado de São Paulo em 2005, segundo as principais espécies de água doce. Fonte: IBAMA (2005).

PRINCIPAIS ESPÉCIES	QUANTIDADE (t) TOTAL
TOTAL GERAL	20.919,0
Peixes	20.634,0
Carpa	7.729,0
Pacu	429,5
Tambacu	1.027,5
Tambaqui	508,0
Tilápia	9.821,0
Truta	776,0
Outros	343,0
Crustáceos	0,0
Moluscos	0,0
Anfíbios	285,0
Rã	285,0

Segundo Santos (2006), o pescado se mostra presente na dieta diária de muitos países, contribuindo com $\frac{1}{4}$ da oferta mundial de proteína de origem animal. Sob o ponto de vista nutricional, o pescado possui características singulares, dentre as quais se destacam:

- proteínas de alta qualidade e de rápida digestibilidade;
- lisina e aminoácidos essenciais. A lisina constitui mais do que 10% da proteína do pescado, enquanto, o arroz tem só 2,8%. Isto faz com que o pescado seja um complemento adequado para as dietas ricas em carboidrato, características da alimentação de populações de baixa renda;
- micronutrientes que, geralmente, não são encontrados em alimentos básicos, por exemplo, é uma importante fonte de vitaminas A e D, caso suas gorduras forem ingeridas. Também contem tiamina e riboflavina (Vitaminas B1 e B2), é fonte de ferro, fósforo e cálcio. O pescado marinho é rico em iodo.
- ácidos graxos necessários ao desenvolvimento do cérebro e do corpo. O peixe gordo é rico em ácidos graxos poli-insaturados, especialmente ômega-3.

O consumo de peixes de água doce no Brasil tem aumentado significativamente nos últimos anos, mas ainda é considerado baixo, visto as condições de produção apresentadas pelo país e o problema de desigualdade social pelo qual o mesmo atravessa. Tal fato é corroborado quando se compara o consumo nacional com outros países em que o consumo de peixes já faz parte da sua cultura, como é o caso do Japão (Figura 11).

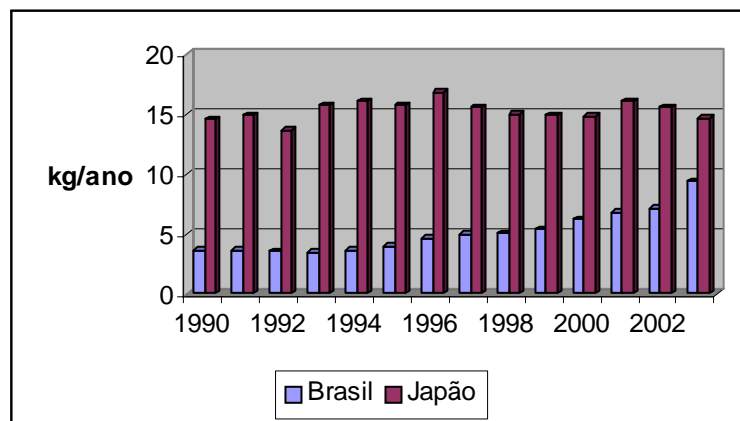


Figura 11: Consumo de peixes de água doce Brasil/Japão. Fonte: FAO (2007)

Os pesque-pague figuram como uma importante rota de comercialização do pescado no Estado de São Paulo. Os peixes, oriundos dessa atividade, após proporcionarem o lazer da pesca aos usuários dos estabelecimentos, irão compor sua dieta. Esta é uma parcela significativa de consumo de pescado, dentro do Estado, assim, é de suma importância que a produção destes peixes esteja de acordo com as normas de higiene sanitária, pois, além da vertente ambiental da tal produção, estamos trabalhando diretamente com a saúde pública.

2.4.5. Disposição final

Torna-se difícil a quantificação bem como o destino oferecido aos resíduos gerados pelos usuários do pesque-pague. Estes, geralmente, consomem o peixe em suas residências e em pequenas quantidades.

Após o consumo, os resíduos dos peixes têm como destino o lixo, que segue para o aterro sanitário, isto é, em cidades que oferecem esse tipo de serviço. Resíduos orgânicos de peixes podem ser aproveitados de várias maneiras. O couro pode ser processado e tratado, de forma a virar matéria prima para a confecção de bolsas, carteiras e sapatos. As vísceras, a cabeça e as

espinhas podem ser utilizadas para a elaboração da silagem de peixe, cujo produto, pode ser incorporado à alimentação animal, na fabricação de rações, substituindo ingredientes como a farinha de peixe.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da pesquisa

O presente trabalho é fruto de um projeto mais abrangente, o “Projeto Mogi-Guaçu”, que teve como objetivo nortear ações de prevenção e atenuação dos impactos ambientais na região de montante da bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu, com ênfase na proteção dos recursos hídricos. O núcleo de piscicultura e pesque-pague, inserido no projeto, vem desenvolvendo um trabalho em toda bacia hidrográfica do referido rio desde o ano 2000.

Foram visitados 145 estabelecimentos de pesques-pagues espalhados pela bacia e selecionou-se 9 empreendimentos, agrupados de acordo com sua infraestrutura e suas práticas de manejo, para um monitoramento mais detalhado. Tal ação envolveu desde uma ampla avaliação sócio econômica do setor, até um monitoramento das variáveis físico, químicas e biológicas da água utilizada nos viveiros e tanques, bem como dos seus efluentes. Os resultados deram origem ao livro: “Avaliação do Impactos de Pesque-Pague: uma análise da atividade na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu” (ELER; ESPINDOLA, 2006).

A partir daí, selecionou-se um estabelecimento para o estudo de caso, onde o presente projeto desenvolveu suas atividades. Atualmente, a pesquisa vem sendo desenvolvida junto ao Grupo de Engenharia do Ciclo de Vida (ECV) da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP).

A metodologia da pesquisa aplicada nesse estudo é baseada nos métodos apresentados por Silva e Menezes (2005), que define pesquisa como um conjunto de ações propostas para encontrar a solução para um problema.

O presente trabalho apresenta uma metodologia aplicada quanto a sua natureza, pois objetiva gerar conhecimentos dirigidos à solução de problemas específicos, de aplicação prática. Aborda de forma quantitativa os aspectos ambientais que interferem na qualidade do recurso hídrico, bem como uma abordagem qualitativa entre o meio ambiente e alguns dos potenciais riscos ambientais oriundos das atividades envolvidas.

A pesquisa proposta, em relação aos seus objetivos, procura descrever as características dos potenciais impactos gerados sobre o corpo hídrico, pelas atividades presentes no ciclo de vida do pescado, bem como suas relações com o meio ambiente. Adotou-se como estratégia um estudo de caso, optando por uma propriedade que em suas fronteiras aborda grande parte do ciclo de vida do pescado. Assim, a pesquisa visa obter informações que possam ser utilizadas por outros empreendimentos que se encontram inseridos nesta cadeia produtiva, contribuindo para uma produção cada vez mais sustentável.

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre gestão dos recursos naturais, incluindo a bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu (local de estudo), gestão ambiental e o ciclo de vida do pescado. Selecionou-se o empreendimento, para o estudo de caso, onde foram realizadas visitas técnicas e coleta de dados. As análises laboratoriais, oriundas das coletas de água, foram realizadas nos laboratórios do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (CRHEA/SHS/ESSC/USP) e os resultados foram posteriormente tabulados e processados. Por fim, estes foram estruturados e apresentados seguindo a

metodologia de um estudo de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), normatizado internacionalmente pela International Organization For Standardization (ISO) e no Brasil pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

3.2. Metodologia da ACV e o Método EDIP

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 sua disposição final ou seu reuso (ABNT, 2001).

Deve ser observado que a ACV é uma metodologia interativa e a medida que dados e informações vão sendo compilados, vários aspectos 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, sendo fundamental documentar e justificar devidamente tais alterações (ABNT, 2004a).

Como descrito pela ABNT (2001), que apresenta os princípios e a estrutura de um estudo de ACV, a metodologia apresenta 4 fases, como observado na Figura 12.

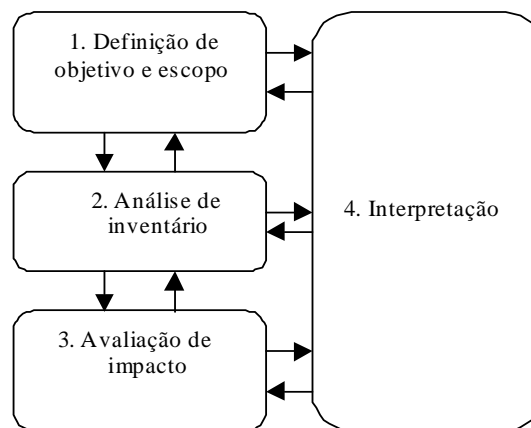


Figura 12: Fases de uma ACV (Fonte: ABNT, 2001).

- Definição de objetivo e escopo é a fase de planejamento do estudo, na qual o objetivo e o escopo devem ser claramente definidos e de acordo com a aplicação pretendida;
- Análise de inventário é a fase que contempla o levantamento e coleta de dados, a compilação e a quantificação das entradas e saídas de um sistema de produto;
- Avaliação de impacto é a fase direcionada a avaliação da magnitude e significância dos impactos ambientais, associados aos dados apresentados no inventário;
- Interpretação é a fase onde os resultados da avaliação de impactos e os dados do inventário são combinados de acordo com o objetivo e escopo, a fim de obter conclusões e recomendações;

Para o desenvolvimento do estudo da ACV foi utilizado o método *Environmental Design of Industrial Products* – EDIP (WENZEL, HAUSCHILD, ALTING, 1997). O EDIP foi desenvolvido na Dinamarca, é um método científica e

tecnicamente comprovado e aceito internacionalmente, incluído no mais recente software, desenvolvido em meio acadêmico, técnico e científico, com aplicações em cenário mundial (OMETTO, 2005).

Além do EDIP foram realizadas visitas a campo, coleta dos dados e análise laboratorial. Também foi realizada uma avaliação qualitativa dos potenciais impactos provocados pelas espécies exóticas (Tabela 8), a fim de estruturar o estudo de acordo com a ABNT (2001) e Wenzel, Hauschild e Alting (1997).

Tabela 8: Métodos utilizados no desenvolvimento do estudo.

Fases	Normas	Métodos
Definição de objetivos e escopo	NBR ISO 14040, NBR ISO 14041	- EDIP
Análise de inventário	NBR ISO 14040, NBR ISO 14041	- EDIP - Visitas a Campo - Coleta e Análise Laboratorial dos dados
Avaliação dos Impactos	NBR ISO 14040, NBR ISO 14042	- EDIP - Análise Qualitativa (espécies exóticas)
Interpretação dos Resultados	NBR ISO 14040	- EDIP

Uma descrição mais detalhada de cada etapa metodológica da ACV, bem como os respectivos métodos utilizados, será apresentada a seguir:

3.2.1. Definição de objetivo e escopo

A definição de objetivos e escopo determina o propósito e os limites do estudo a ser realizado, descrevendo assim seu sistema de produto. Nesta fase, se indica a extensão e profundidade do estudo, definindo todas as questões a serem abordadas, tais como localização geográfica, horizonte de tempo e qualidade dos dados necessários. O objetivo e o escopo da ACV devem ser

coerentes com a aplicação pretendida e claramente definidos, assim oferecendo suporte aos passos subseqüentes da metodologia da ACV (ABNT, 2001).

O objetivo do estudo de ACV deve estabelecer diretamente a aplicação pretendida, as razões para conduzir o estudo e o público para quem o mesmo é direcionado (ABNT, 2004a).

Segundo as normas contidas em ABNT (2001) e ABNT (2004a), além do objetivo do estudo claramente definido, o escopo deve apresentar, principalmente:

Função do sistema

Define a função do objeto do estudo, bem como suas características de desempenho.

Unidade funcional

Medida que define a quantifica das funções identificadas, um dos seus principais propósitos é estabelecer uma referência na qual os dados de entradas e saídas sejam padronizados (num sentido matemático). Assim, a unidade funcional deve ser claramente definida e mensurável, consistente com o objetivo e escopo.

Fluxo de referência:

Quantidade do produto necessária para cumprir a função expressa pela unidade funcional.

Sistema de produto

Conjunto de unidades de processo¹⁵ abordadas no estudo, conectadas material e energeticamente, que realizam uma ou mais funções definidas dentro do ciclo de vida.

Fronteiras do sistema de produto

Interface entre o sistema de produto e o meio ambiente. As fronteiras definem os processos elementares¹⁶ a serem incluídos no sistema de produto, é recomendável que este seja modelado de tal forma que as entradas e saídas nas suas fronteiras sejam fluxos elementares¹⁷. Para determinação das fronteiras, deve ser estabelecido um critério de corte (massa, energia ou relevância ambiental) que esteja de acordo com os objetivos do estudo.

Wenzel, Hauschild e Alting (1997) salientam alguns pontos, a fim de direcionar o desenvolvimento dessa fase da avaliação, dentre estes destacamos:

- definir a finalidade, os motivos e a aplicação do estudo;
- definir o público-alvo a ser atendido pelo estudo;
- na fase da definição do objetivo, as perguntas a que o estudo responda devem ser claramente elaboradas;
- definir a função ou a unidade funcional do sistema;
- definir os limites do sistema;
- os procedimentos de alocação dos dados;
- os tipos de impactos e os métodos de avaliação de impacto;

¹⁵ Unidades de processo: menor porção de um sistema de produto, para qual são coletados dados para a realização da ACV (ABNT, 2001).

¹⁶ Processo elementar: são as subdivisões dos sistemas de produto e interligados por fluxos de produtos intermediários e/ou resíduos para tratamento, a outros sistemas de produto e ao meio ambiente por fluxos elementares (OMETTO, 2005).

¹⁷ Fluxos elementares: material ou energia que entra ou deixa o sistema, sem transformação humana prévia (ABNT, 2001).

- a fonte de dados e as informações;
- as considerações e as hipóteses;
- a “extensão” da análise – onde iniciar e parar o estudo do ciclo de vida;
- a “largura” da análise – quantos e quais subsistemas incluir;
- a “profundidade” da análise – o nível de detalhes do estudo.

3.2.2. Análise de inventário

Ao final da elaboração do objetivo e escopo, surge um plano inicial para o estudo da ACV. Tal plano oferece suporte para o desenvolvimento do inventário (Figura 13), que envolve a coleta e o processamento dos dados necessários para atingir os objetivos do estudo. Todos os dados são coletados e calculados para que sejam especificadas as entradas e saídas das unidades de processo, sendo que esses dados devem estar dentro do sistema pré-estabelecido (ABNT, 2004a).

De acordo com Mourad, Garcia e Vilhena (2002), a análise de inventário contempla o levantamento, a compilação e a quantificação das entradas e saídas de um dado sistema em termos de energia, recursos naturais e emissões para solo, água e ar, considerando as categorias de impacto com os resultados gerados pela unidade funcional.

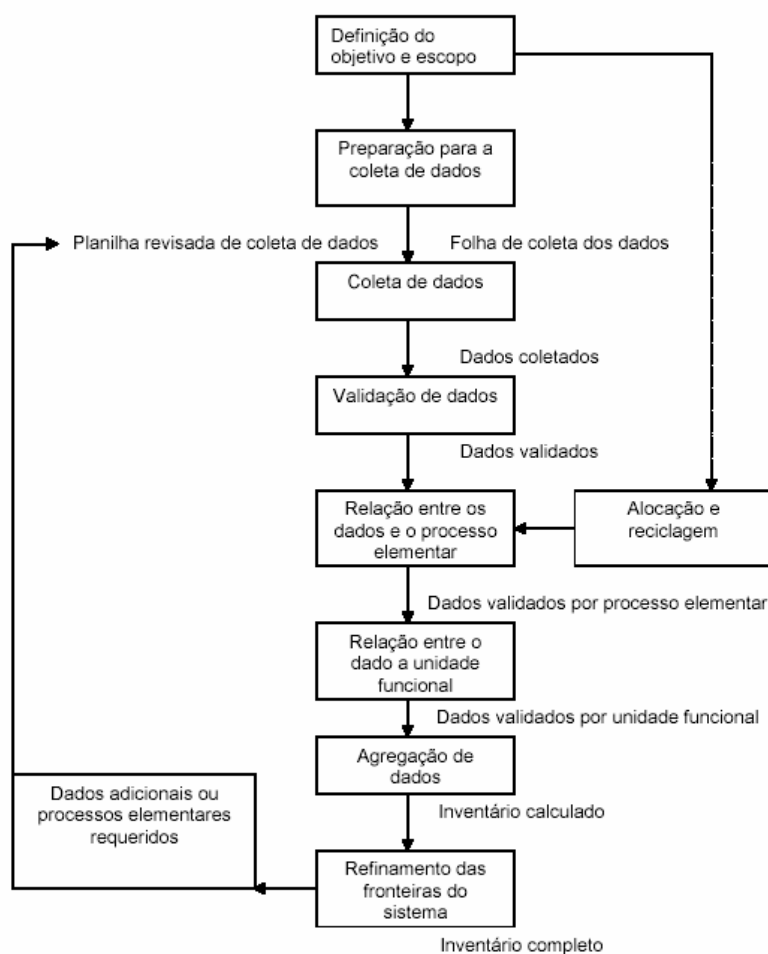


Figura 13 - Procedimentos simplificados para a análise do inventário. Fonte: ABNT (2004a).

Seguindo as normas contidas na ABNT (2004a), o procedimento para obtenção dos dados que compõe o inventário deve seguir os seguintes passos:

- Preparação para a coleta de dados, que inclui:
 - desenho do diagrama de fluxos do processo, incluindo todas as unidades de processo que serão modeladas, inclusive inter-relacionamentos;
 - descrição detalhada de cada unidade de processo e listagem das categorias de dados associadas a cada unidade de processo;
 - listagem definindo as unidades de medida;

- descrição das técnicas de coleta de dados e de cálculos para cada categoria de dados;
- definição de instruções para casos especiais, irregularidades etc;
- Procedimentos de cálculo, que inclui:
 - validação dos dados;
 - relacionar os dados com as unidades de processo;
 - relacionar os dados com a unidade funcional;
 - agregação dos dados;
 - refinamento das fronteiras do sistema;
- Alocação dos fluxos e emissões, em caso de mais de um produto.

A coleta de dados, utilizada nesse estudo, foi realizada por meio de visitas técnicas onde as amostras foram coletadas diretamente das unidades de processo. Dados administrativos e do funcionamento diário do pesqueiro foram obtidos junto a planilhas fornecidas pelos proprietários.

Os dados foram sistematizados em planilhas conforme Wenzel, Hauschid e Alting (1997), de acordo com as unidades de processo, divididas em:

- Fluxos de entrada (consumo de recursos renováveis, consumo de recursos não renováveis e consumo de energia);
- Emissões para água (caracterização do efluente).

A fim de analisar a qualidade da água que é utilizada pelas unidades de processo, bem como a qualidade do efluente que chega ao corpo hídrico, foi feito um mapeamento da área de coleta, determinando, de acordo com o objetivo do estudo, pontos estratégicos de coleta de água. Foram identificados 19 pontos de coleta, indicados na Figura 14, por:

- Piscicultura: T1, T5, T6, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13 e T14.
- Pesque-pague: T2, T3 e T4.
- Abastecimento: Mina T1, Mina piscicultura, caixa d'água 1, caixa d'água 2, rio ponto 1 e rio ponto 2.

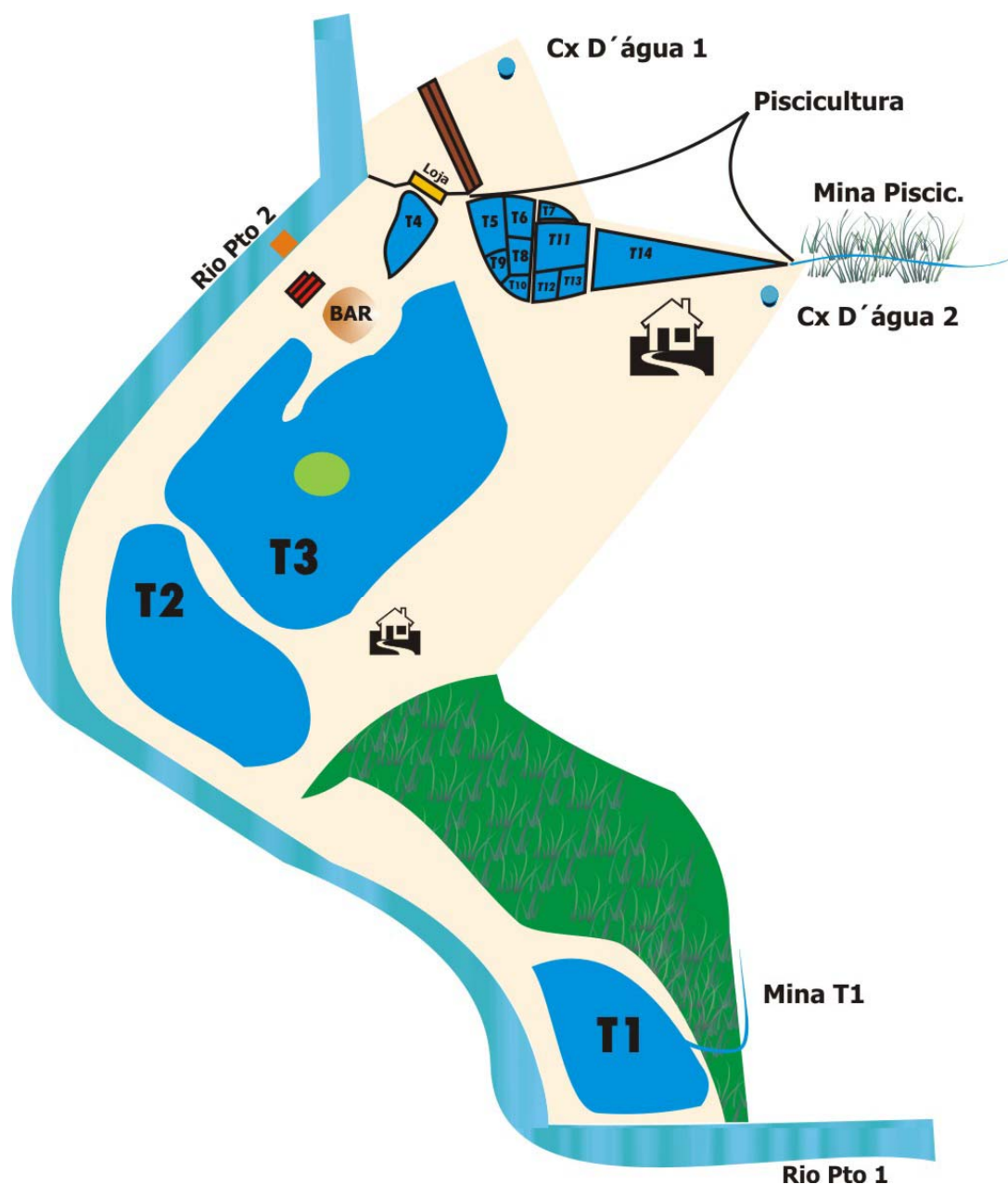


Figura 14: Mapeamento da propriedade identificando os pontos de coleta.

Os pontos de coleta abordam as entradas e saídas dos tanques e viveiros destinados à piscicultura e à pesca, bem como pontos de abastecimento, como

as minas que adentram a propriedade e pontos de captação e descarga situados no rio, que faz a divisa da propriedade.

As amostras de água foram coletadas com o auxílio de uma garrafa de Van Dorn, a meia água (50 cm de profundidade) e um balde graduado, que foi utilizado para auxiliar no cálculo das vazões, expressas por l/h. Os valores das variáveis como pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD) e temperatura, foram gerados no próprio local de coleta e para tanto utilizou-se um *Water Quality Checker*, da marca Horiba U10.

As amostras destinadas às análises dos nutrientes foram separadas em nutrientes totais e dissolvidos. Para nutrientes totais, separou-se uma parte da amostra bruta, enquanto para nutrientes dissolvidos filtrou-se a amostra com o auxílio de um filtro de fibra de vidro com porosidade de 1 μ . As amostras de nutrientes totais e dissolvidos foram congeladas para posterior análise.

As amostras destinadas à análise de metais foram acondicionadas em frascos de polietileno e fixadas com ácido nítrico (PA), na proporção de 1,5 ml de ácido para cada litro de amostra. As amostras destinadas à análise de pesticidas foram acondicionadas em frasco de vidro, inerte, de coloração âmbar, limpos com solução sulfocrômica e ácido clorídrico a 10%. Estas foram fixadas com ácido clorídrico (PA), na proporção de 2 ml para um litro de amostra, e enviadas para análise laboratorial, no Instituto de Química da Universidade de São Paulo.

Durante a coleta, todas as amostras foram estocadas em caixas térmicas refrigeradas. A metodologia utilizada para a análise laboratorial das variáveis limnológicas são apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9: Método de análise das variáveis limnológicas da água, presente no estudo.

Variável analisada	Método utilizado	Referência
pH	Horiba U10	-
Condutividade elétrica	Horiba U10	-
OD	Horiba U10	-
Temperatura	Horiba U10	-
Nutrientes totais e dissolvidos	Espectrofotometria	APHA (1995)
Metais	Espectrofotometria (Absorção Atômica por Chama)	APHA (1995)
Pesticidas	Cromatografia gasosa	Lanças (1993)

3.2.3. Avaliação de impactos

De acordo com a ABNT (2004b), a Avaliação de Impacto tem por objetivo associar os dados do inventário com impactos ambientais específicos e buscar seu entendimento. Essa etapa pretende avaliar o sistema de produto sob uma perspectiva ambiental, fornecendo informações para a etapa de interpretação. A estrutura geral desta fase da ACV é composta de três elementos obrigatórios, que convertem os resultados da análise de inventário para os indicadores. Tais elementos são:

- seleção das categorias de impacto, indicadores das categorias e modelos;
- associação dos resultados da análise de inventário às categorias de impacto (classificação);
- cálculo dos indicadores das categorias (caracterização).

Nesta fase, as diversas intervenções ambientais são agrupadas e convertidas em impactos ambientais potenciais. Além disso, esses impactos potenciais podem ser comparados pela aplicação de pesos. O primeiro elemento na análise (determinação) dos impactos é a caracterização das intervenções ambientais em relação aos tipos de impactos ambientais conhecidos. Para

caracterizar os impactos ambientais, é necessária uma matriz de conversão, responsável pela transformação das intervenções em impactos ambientais. O resultado da caracterização é uma expressão com as contribuições do sistema de produção na forma de potenciais impactos ambientais (XAVIER, 2004).

As categorias de impactos abordadas neste estudo e os modelos de caracterização para o método EDIP, são indicados por Wenzel, Hauschid e Alting (1997). Na fase de Avaliação de Impacto, o inventário é traduzido em potenciais contribuições, de acordo com os impactos relativos ao ambiente estudado, baseado especialmente no consumo de recursos e nas emissões ao meio. De acordo com o método EDIP a avaliação de impacto progride com 3 etapas:

- Cálculo das contribuições potenciais de cada categoria de impacto selecionada. Os cálculos são feitos a partir da quantidade do elemento encontrada, de acordo com a unidade funcional, multiplicado pelo fator de equivalência que este elemento apresenta segundo o método, para a categoria de impacto avaliada.

$$EP = Q \cdot EF$$

EP = Potencial de impacto

Q = Quantidade do elemento

EF = Fator de equivalência do elemento para o impacto selecionado

- Comparação entre os potenciais de impacto e consumo
- Determinação dos impactos mais significativos.

Foram avaliadas nesse estudo, apenas as categorias de impactos que influenciam diretamente o corpo hídrico. Para a quantificação e posterior interpretação dos impactos, utilizou-se o método EDIP. Para a classificação dos insumos designados no inventário, foram selecionadas as seguintes categorias de impacto:

- Consumo de Recursos Renováveis;
- Consumo de Recursos Não Renováveis;
- Consumo de Energia.

Segundo o método EDIP, para uma avaliação quantitativa dos impactos gerados pelos efluentes, foram selecionados os seguintes potenciais de impactos, no corpo hídrico:

- Acidificação;
- Eutrofização;
- Ecotoxicidade;
- Toxicidade Humana.

Além, da avaliação quantitativa, realizou-se uma avaliação qualitativa, dos potenciais impactos ambientais gerados com a introdução de espécies alóctones e exóticas, que representam boa parte da produção, como é o caso da Tilápia do Nilo, que é encontrada em 70% dos estabelecimentos de pesque-pague da bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu.

Segundo Wenzel, Hauschild e Alting (1997), o efeito dos impactos são mensurados em uma escala local, regional e global. Impactos de efeito local são aqueles que apresentam influência num raio de poucos quilômetros de sua fonte geradora; impactos regionais causam efeitos num raio de 100 a 1000 quilômetros, dependendo da natureza do impacto e da sensibilidade do ambiente;

impactos de escala global têm influência em todo planeta, essas substâncias são emitidas em grandes quantidades e geralmente apresentam alta mobilidade e vida longa no ambiente.

As categorias de impacto apresentadas a seguir estão descritas no EDIP, e foram utilizadas de acordo com Wenzel, Hauschild e Alting (1997).

Consumo de recursos

O consumo de recursos é apresentado na forma de consumo de recursos renováveis, não renováveis e consumo de energia elétrica. Tais cálculos são feitos de acordo com os insumos e as demandas, apresentadas por cada unidade de processo.

Recursos renováveis são aqueles onde a taxa de regeneração é maior que a taxa de exploração humana e os impactos da exploração desses recursos são de escala local ou regional, dependendo da sua extração.

Recursos não renováveis são recursos finitos, pois a taxa de exploração humana é maior que sua taxa de regeneração. O consumo destes recursos apresentam impactos de escala global.

O consumo de energia elétrica é quantificado em Joules e geralmente apresentam impactos de escala regional, dependendo da forma de geração da energia utilizada.

Acidificação

Quando os ácidos, e outros compostos que podem ser convertidos em ácidos, são emitidos para atmosfera, lançados nas águas ou depositados no solo, podem por meio da adição de íons de hidrogênio resultar na diminuição do pH, causando uma acidificação do meio.

O cálculo para a equivalência para acidificação é baseado no número de íons de hidrogênio que podem, teoricamente, ser liberados da substância diretamente ou após todas as conversões sofridas no ambiente. O potencial de acidificação é expresso em uma quantidade equivalente de dióxido de enxofre, substância utilizada como referência para acidificação que apresenta impactos em escala local e regional.

Eutrofização

A eutrofização é um impacto causado por substâncias ricas em nutrientes, principalmente em Nitrogênio e Fósforo. A disponibilidade desses nutrientes é um fator que favorece a proliferação de algas e plantas. Em ecossistemas aquáticos, o excesso de nutrientes pode causar situações de falta de oxigênio, pois o ecossistema passa a produzir mais matéria orgânica do que é capaz de consumir ou decompor. A eutrofização é um impacto que afeta o ambiente em uma escala local e regional.

Para que um composto seja considerado como contribuinte da eutrofização, deve conter o nitrogênio ou o fósforo em uma forma que esteja biologicamente disponível. Não há nenhum sistema aceito internacionalmente que possa ser utilizado para o cálculo do potencial de eutrofização. Como este tipo impacto ambiental é atribuído à adição de Nitrogênio ou de Fósforo no ambiente, quando o potencial de eutrofização calculado tratar dos elementos separados, os fatores de equivalência serão suas próprias concentrações. Quando agregados em um só impacto, os dois potenciais deverão ser combinados em um só, o qual fixa as contribuições de Nitrogênio e Fósforo de forma sinérgica. Como o Nitrogênio se apresenta nos organismos aquáticos,

normalmente dezesseis vezes mais que o Fósforo, o peso do potencial do Fósforo é calculado como 16 vezes maior.

Ecotoxicidade

Os produtos químicos emitidos em consequência das atividades humanas contribuem para ecotoxicidade se afetarem a função e a estrutura dos ecossistemas, causando efeito tóxicos nos organismos expostos. Se as concentrações das substâncias emitidas forem altas o suficiente, o efeito tóxico é chamado de ecotoxicidade aguda e resulta na morte dos organismos expostos. Efeitos tóxicos que apresentam seus sinais a longo prazo, são chamados de ecotoxicidade crônica. Em alguns casos, o efeito crônico é causado freqüentemente por substâncias que apresentam uma baixa degradabilidade e que podem permanecer no ambiente muito tempo após sua emissão. Algumas substâncias apresentam a tendência de se acumular em organismos vivos, assim o efeito crônico de um composto é determinado por sua toxicidade, por sua degradabilidade e por sua habilidade de se acumular em organismos vivos. O potencial de ecotoxicidade é expresso pelo volume do ambiente impactado, no caso o volume (m^3) de água impactada.

A ecotoxicidade, na maioria das vezes, apresenta impactos de escala local ou regional. Quando a substância apresenta um baixo grau de degradabilidade e uma alta tendência de permanência no ambiente, seu impacto poderá ser considerado de escala global.

Toxicidade humana

Os produtos químicos emitidos em consequência das atividades humanas podem contribuir para toxicidade humana por meio da sua exposição no

ambiente. Este é o caso de substâncias consideradas venenosas, que de alguma forma entram em contato com os seres humanos. As rotas mais fáceis de contaminação são por meio do ar respirado ou por meio de ingestão oral.

Quando as concentrações das substâncias perigosas emitidas forem altas, os efeitos tóxicos podem ocorrer imediatamente após a exposição, o que é chamado de toxicidade aguda, enquanto os efeitos que aparecem após um longo prazo são chamados de efeito crônico. A toxicidade crônica é causada freqüentemente por substâncias que apresentam uma baixa degradabilidade e que podem permanecer no ambiente muito tempo após sua emissão. Algumas substâncias têm a tendência de se acumular em organismos vivos, que funcionam como alimento para os seres humanos, assim o efeito crônico de um composto é determinado por sua toxicidade, por sua degradabilidade e por sua habilidade de se acumular em organismos vivos. O potencial de toxicidade humana é expresso em m^3 , que significa o volume impactado pela emissão. A toxicidade humana apresenta impactos de escala local e regional. Algumas substâncias que possuam um alto grau de toxicidade, ligações difíceis de serem quebradas e que possam ser facilmente transportadas, podem apresentar impactos em escala global.

Manejo de espécies exóticas

Foi realizada uma avaliação qualitativa do manejo de espécies exóticas, por meio de visitas técnicas, entrevistas e levantamento bibliográfico. A partir de um levantamento das espécies nativas e de sua cadeia trófica, avaliou-se as principais espécies utilizadas pelo segmento na região e as possíveis conseqüências e transtornos ambientais, em caso de dispersão destas espécies.

3.2.4. Interpretação de resultados

Nesta fase, os resultados do inventário e da avaliação do impacto do ciclo de vida devem ser combinados em ordem para se alcançar conclusões e recomendações consistentes com o objetivo e o escopo do estudo. Durante a fase de interpretação, pode-se revisar o objetivo e o escopo, bem como a natureza e a qualidade dos dados coletados (ABNT, 2001). Outros aspectos podem ser acrescentados à informação ambiental, como os argumentos técnicos ou econômicos, para a escolha entre várias possibilidades de melhoria de determinado processo.

Esta fase da ACV, segundo Wenzel, Hauschild e Alting (1997), inclui a:

- identificação de questões significantes;
- conclusões e recomendações.

Esta fase será abordada nas conclusões deste estudo e os resultados das fases de objetivo e escopo, análise de inventário e avaliação de impactos serão apresentadas a seguir.

4. RESULTADOS

Os resultados deste trabalho estão estruturados de acordo com a metodologia da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), aplicada ao pescado advindo de um pesque-pague. Estudo de caso localizado na região de montante da bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu.

4.1. Definição de Objetivos e Escopo

O presente trabalho tem como público alvo as universidades e órgãos de pesquisa, bem como os setores da economia ligados à aqüicultura e a produção animal. Com intenção, de inserir a questão ambiental dentro da atividade e promover a integração do setor com as informações geradas pelas universidades e órgãos de pesquisa.

O estudo tem por objetivo qualificar e quantificar os potenciais impactos ambientais das atividades de piscicultura e pesque-pague, gerados sobre o corpo hídrico. Para tanto, utilizou-se um empreendimento situado na região de montante da bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu, como um estudo de caso.

A bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu está compreendida entre os paralelos 20°55' e 22°43'e entre os meridianos 46°10' e 48°26, possui uma área total de drenagem de 17.460 km², sendo 2.650 km² localizados no Estado de Minas Gerais e 14.653km² localizados no Estado de São Paulo (BRIGANTE; ESPINDOLA; ELER, 2003).

A propriedade inclui a atividade de piscicultura e pesque-pague. Procurou-se aplicar a metodologia da ACV aos dados provenientes dessas atividades, visando uma avaliação qualitativa e quantitativa dos potenciais impactos, testando assim os métodos que poderão ser utilizados em futuros estudos.

Este estabelecimento apresenta um alto padrão em função de sua infraestrutura, o que envolve desde a construção adequada dos tanques e viveiros de peixes até os locais para limpeza, banheiros, cozinha e restaurante.

Seus proprietários apresentam um conhecimento técnico sobre as atividades desenvolvidas e demonstram um grande interesse na resolução dos

problemas. Entre estes, destacavam-se a proliferação freqüente de cianobactérias e o elevado teor de nutrientes presente no efluente.

Verificou-se que o empreendimento permite a avaliação de duas importantes unidades de processo presentes no ciclo de vida do pescado. A seguir, são definidos os principais elementos do escopo:

Função do Sistema: o objeto de estudo é o peixe advindo do pesque-pague, produto este que tem como principal função a alimentação humana.

Unidade Funcional: Thrane (2003) e Ellingsen e Aanondsen (2006), aplicaram a ACV para o pescado dinamarquês e para o salmão, respectivamente, ambos fixaram a sua unidade funcional em kg de filet. Porém, como observado, o peixe tem como destino o consumo humano, assim a unidade funcional foi fixada na quantidade de kcal contidas em um kg de filet de peixe, ou seja, 750 kcal.

Fluxo de Referencia: o fluxo de referencia é a produção de 1 kg de filet de peixe.

Sistema de Produto: o sistema de produto do pescado avaliado nesse estudo é composto por duas unidades de processo: a piscicultura e o pesque-pague. Os principais fluxos de entrada e saída, oriundos destas atividades e que atuam diretamente na alteração do corpo hídrico da região, são apresentados na Figura 15.

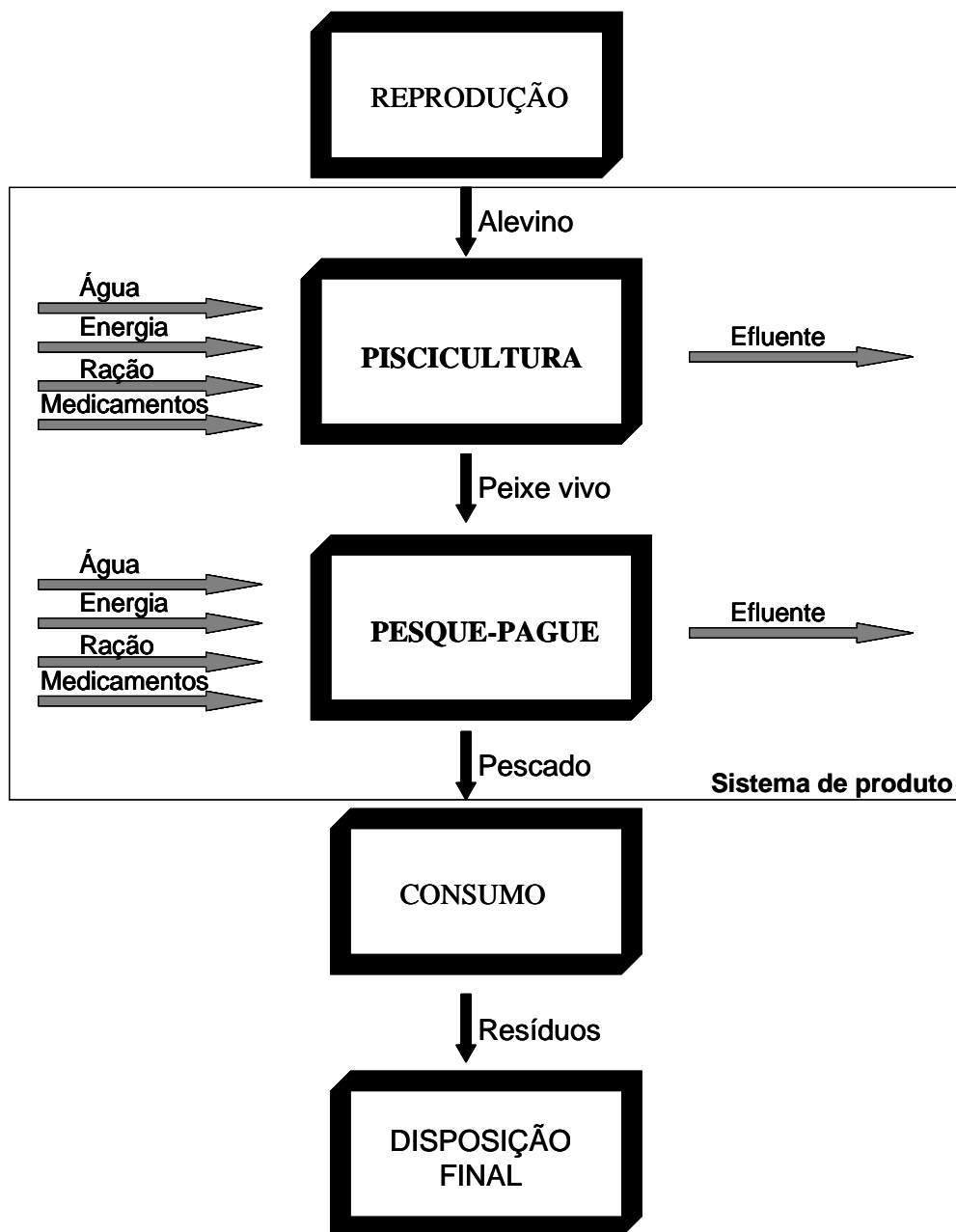


Figura 15: Ciclo de vida do pescado advindo do pesque-pague, com destaque para o sistema de produto abordado no presente estudo.

Fronteiras do Sistema de Produto

O critério utilizado para definir a fronteira do sistema de produto foi definido a partir do corte pela massa, em 1% do total. Como a água representa 99% do total dos insumos utilizados, não foi avaliado o processo de produção de nenhum insumo utilizado no sistema de produto.

Considerações / Suposições

Apesar do estudo não contemplar o ciclo de vida completo do pescado, o trabalho foi sistematizado de acordo com a metodologia da ACV e pode subsidiar futuros estudos que contemplem o ciclo de vida completo do pescado.

Entre as unidades de processo, presentes no sistema de produto, observa-se uma diferença no processo de transformação de bens e serviços. Na piscicultura, o produto que sofre a transformação é o peixe, que entra no sistema na fase de alevino e ao atingir a fase adulta é comercializado vivo ao pesque-pague. No pesque-pague, há um leque de serviços oferecidos que visam o bem estar e a satisfação do usuário. Dentre estes serviços, destaca-se a pesca, que tem como principal insumo o peixe vivo advindo da piscicultura.

O tempo de permanência do peixe nos tanques ou viveiros também é diferente entre as atividades citadas. Na piscicultura o peixe permanece no tanque até atingir o peso comercial, já no pesque-pague o peixe permanece nos viveiros de pesca até ser fisdado no ato da pesca. Na atividade de pesque-pague o tempo de permanência e a densidade de peixes nos viveiros geralmente é menor quando comparado com a piscicultura. Porém, a rotatividade de peixes, que entram e saem do mesmo viveiro em um curto espaço de tempo, é maior no pesque-pague, devido a pesca constante, aumentando o risco de introdução de algum tipo de agente patogênico.

A unidade de processo que produz e fornece o alevino está situada em outra bacia, o que desvia do objetivo principal do projeto que abrange este estudo, o “Projeto Mogi-Guaçu”, que se limita aos impactos gerados na região de montante do rio. Porém, apesar do seu efluente não comprometer a região em questão, o alevino pode atuar como vetor de doenças e no caso de escape de

espécies exóticas ou alóctones, podem gerar uma série de impactos ao meio ambiente, avaliados qualitativamente neste estudo.

O consumo e a disposição final, unidades de processo relacionadas ao pescado que deixa o pesque-pague, também foram excluídas do sistema de produto neste estudo, devido ao fato do grande número de freqüentadores dos estabelecimentos residirem em outras regiões. O que dificulta a rastreabilidade do produto final e a aquisição dos dados, além de não contribuírem, diretamente, com a degradação do corpo hídrico. Deste modo, as atenções deste estudo ficam voltadas estritamente para as atividades de piscicultura e pesque-pague.

O rendimento de filet, para cada kg de peixe, é em média de 35%¹⁸, dependendo do peixe a ser filetado e da habilidade do filetador. De acordo com Franco (2002), peixes de água doce apresentam em média 75 kcal, para cada 100 g de filet. Confrontando com os dados do estudo de caso, obtém-se a seguinte relação: a cada um kg de peixe inteiro, obtém-se 0,350 kg de filet, que por sua vez corresponde a 262,5 kcal. Assim, um kg de filet corresponde a 750 kcal e para se obter um kg de filet são necessários 2,857 kg de peixe inteiro.

Foram consideradas nesse estudo apenas as calorias contidas no filet dos peixes, o qual é usado para o consumo humano, assim, as calorias contidas nas víceras, couro e cabeça foram desconsideradas.

Os dados utilizados são referentes à temporada 2004/2005 e da produção neste período. Tais dados são de origem primária e obtidos diretamente dos processos ou junto ao proprietário. As considerações específicas da piscicultura e do pesque-pague, abordados pelo estudo de caso, serão apresentadas a seguir.

¹⁸ Comunicação pessoal: dado obtido junto aos funcionários que realizam a filetagem na propriedade.

Piscicultura

Na temporada 2004/2005 foram comercializados pela piscicultura 92 t de peixes e a quantidade de alevino que entrou no sistema foi de 460 kg, considerando uma perda de 25% desde a chegada do alevino até a sua comercialização. Cada alevino chega na propriedade pesando em média 0,004 kg, relacionando esses dados com o fluxo de referência do estudo, tem-se que 10,71 g de alevinos entram no sistema, para cada kg de filet de peixe produzido pela piscicultura.

A piscicultura possui uma área total de 35.936,93 m² de lâmina d'água, incluindo a área dos tanques de alevinagem¹⁹, que correspondem a 4.488,84 m² e dois viveiros de engorda, um com 26.000 m² e outro com 5.448,09 m². A área de alevinagem é composta por 10 tanques, sendo um tanque pulmão que armazena a água e abastece os subseqüentes.

Os tanques de alevinagem possuem em média uma profundidade de 1,5 m e são abastecidos por uma mina, cuja vazão anual média é de 24.000 l/h. Os dois viveiros de engorda são independentes e possuem uma profundidade média de 3 m. O viveiro de menor proporção é abastecido por uma mina, cuja vazão anual média, é de 10.000 l/h. O viveiro maior é abastecido por outra mina, com uma vazão anual média de 12.000 l/h.

Com estes dados, pode-se estimar o volume de água utilizado pela piscicultura durante o ano, somando o volume dos viveiros juntamente com a vazão anual correspondente de cada um. No período de um ano, o volume de água utilizado pela piscicultura foi em média de 504.033.428,6 l. De acordo com

¹⁹ Alevinagem: criação dos alevinos, fase de desenvolvimento do peixe ainda considerado larva até a fase de juvenil.

fluxo de referência, tem-se que para cada kg de filet de peixe são consumidos 15652,42 l de água pela piscicultura. Por convenção, a densidade específica da água é de 1 g/cm³, portanto, adotou-se para o presente estudo, o valor médio de 1 kg/L, ou seja, para cada kg de filet de peixe, são consumidos pela piscicultura 15652,42 kg de água.

A ração fornecida na piscicultura é especial para peixes produzidos em cativeiro. Os componentes utilizados nos cálculos do inventário foram calculados de acordo com a composição da ração. A conversão alimentar²⁰ do lote ao final da produção foi de 3:1, ou seja, a cada 3 kg de ração oferecido ao peixe 1 kg ele converte em massa. A quantidade de ração oferecida aos peixes durante o ano foi de 276 t. Assim, para cada kg de filet peixe produzido são utilizados 8,57 kg de ração na piscicultura.

Nos medicamentos utilizados pela piscicultura estão inseridas às medidas de manejo sanitário e de adubação dos tanques e viveiros, bem como as medidas de profilaxia e os medicamentos ministrados aos peixes durante a temporada em questão.

A adubação é feita na proporção de 3 kg de uréia, 5 kg de farelo de trigo e 10 kg de adubo químico super simples, para cada 1.000 m² de espelho d'água. De acordo com o fluxo de referência, para cada kg de filet de peixe produzido são consumidos pela piscicultura 2,91 g de uréia, 4,87 g de farelo de trigo e 9,76 g do adubo super simples.

O sal e o formol são utilizados para prevenir fungos e algumas doenças que possam acometer o lote. O sal é utilizado na proporção de 50 kg para cada

²⁰ Conversão alimentar: índice zootécnico, que expressa a relação entre o alimento fornecido e o crescimento animal.

1.000 m² de espelho d'água, e o formol 5 l para cada 1.000 m² de espelho d'água. Para cada kg de filet de peixe produzido são consumidos na piscicultura 6,95 g de sal e 0,27 g de formol.

As doenças que foram diagnosticadas em alguns peixes, bem como a medicação utilizada, segundo o produtor, foram:

- Fungos: cujo medicamento ministrado foi a Criflavina, na proporção de 1g para cada 1.000 m² de espelho d'água. De acordo com o fluxo de referência do estudo, foi utilizado 0,13 g de Criflavina para cada kg de filet de peixe produzido.
- Ictio: cujo medicamento ministrado foi o Verde Malaquita, na proporção de 75 g para cada 1.000 m³ d'água. Portanto, para cada kg de filet de peixe foi utilizado 0,015 g de Verde Malaquita.
- Laernia: cujo medicamento ministrado foi o Dimilin, na proporção de 100g para cada 1.000 m² de espelho d'água. Assim, para cada kg de filet de peixe foi utilizado 0,013 g de Dimilin.

A energia consumida pela piscicultura foi calculada em Joules, de acordo com a potência do motor e o tempo de utilização dos aeradores, principais consumidores de energia elétrica na piscicultura. Os aeradores funcionam no período da noite, onde o taxa de oxigênio dissolvido na água sofre uma queda significativa devido a respiração dos organismos fotossintéticos, além do custo do kw/h ser mais baixo.

Na piscicultura são utilizados dois aeradores de dois cavalos (cv) de potência, que funcionam 5 horas por dia, mais outros 5 aeradores de um cv de potência, funcionando 8 horas por dia. Consideram-se as seguintes relações:

- 1,323 cv = 1,0 kw/h
- 1,0 kw/h = $3,6 \times 10^6$ J

Em um ano de funcionamento, a piscicultura consome aproximadamente 126.144.000.000 J, relacionando tal valor com o fluxo de referência, tem-se que para cada kg de filet de peixe produzido são consumidos 3917319,652 J de energia na piscicultura.

Todo efluente proveniente da piscicultura é lançado diretamente no corpo hídrico, sem qualquer tipo de tratamento. Os efluentes da piscicultura são formados pela descarga dos dois viveiros de engorda, somados a descarga dos tanques de alevinagem. Os viveiros de engorda são independentes, enquanto que, na parte de alevinagem, os tanques são interligados e o último tanque é responsável pela saída do efluente para fora do sistema.

A fim de se obter um valor único, considerou-se a concentração de cada composto analisado frente à vazão de cada efluente, obtendo assim um valor que representasse e quantificasse o efluente da piscicultura. A vazão do efluente é de 402.960.000 l/ano, portanto, para cada kg de filet de peixe produzido são despejados ao corpo hídrico 12513,66 kg de efluente.

A quantidade de nitrogênio orgânico total lançado pela piscicultura diretamente no corpo hídrico, em um ano, é de 264,36 kg. De acordo com o fluxo de referência, para cada kg de filet de peixe produzido são lançados, no efluente, 8,20 g de nitrogênio orgânico total.

As quantidades de nitrato e nitrito lançados no efluente da piscicultura, ao final de um ano, correspondem a 45,13 kg e 4,19 kg, respectivamente. Assim, para cada kg de filet de peixe tem-se 1,40 g de nitrato e 0,13 g de nitrito

presentes no efluente. A quantidade de amônia lançada no corpo hídrico é de 1,75 g para cada kg de filet de peixe.

A concentração de fósforo total, presente no efluente da piscicultura, é de 90,12 kg, ao final de um ano. Em relação ao fluxo de referência, para cada kg de filet de peixe produzido há uma descarga de 2,79 g de fósforo total no rio. As quantidades de fosfato total dissolvido e fosfato inorgânico, despejados com o efluente, são de 0,41 g e 0,20 g, respectivamente, para cada kg de filet de peixe. A quantidade de silicato reativo lançado ao rio pela piscicultura, em um ano, é 1868,33 kg, para cada kg de filet de peixe, a quantidade de silicato no efluente é de 58,01 g.

A quantidade de manganês lançado diretamente no rio pela piscicultura é 0,99 kg e para cada kg de filet de peixe há uma descarga de 0,030 g do metal. As quantidades de ferro, cálcio e magnésio, presente no efluente, para cada kg de filet de peixe, são de 0,160 g, 0,528 g, e 0,273 g, respectivamente.

As maiores quantidades de metais, presentes no efluente, são do sódio e do potássio, que em um ano foram de 1073,24 kg e 1164,59, respectivamente. Para cada kg de filet de peixe produzido são lançados ao rio 33,328 g de sódio e 36,165 g de potássio. As quantidades de zinco e de cromo lançadas ao rio, para cada kg de filet de peixe, foram de 0,006 g e 0,012 g, respectivamente.

Foram detectados quatro tipos de pesticidas organoclorados presentes no efluente da piscicultura. Ao final de um ano são lançados ao rio 0,17 kg de endosulfan e para cada kg de filet de peixe produzido, são lançados 0,0052 g. A quantidade de aldrin, heptacloro e endrin, lançados no rio ao final de um ano, foram 0,0044 kg, 0,0067 kg e 0,0052 kg, respectivamente. Para cada kg de filet

de peixe são lançados 0,0001 g de aldrin, 0,0002 g de heptacloro e 0,0001 g de Endrin.

Pesque-Pague

Os dados referentes ao pesque-pague são baseados na temporada de 2004/2005. A temporada de funcionamento do pesqueiro se estende de setembro a maio e nos meses de junho, julho e agosto o estabelecimento é fechado para o balanço, manutenção e preparo para a próxima temporada. Neste período, os tanques são esvaziados para o manejo sanitário e contagem das sobras de peixes.

Na temporada 2004/2005 passaram pelo pesqueiro 7.369 pescadores. Como o local não cobra por kg de peixe pescado, mas por pescador, para quantificar o total em kg de peixes que foram retirados dos viveiros foi contabilizada a quantidade de peixes que restou ao fim da temporada. Durante o período em questão foram soltos nos viveiros de pesca, contabilizando as sobras da temporada anterior, 40 t de peixes. Ao fim da temporada, restaram 4,8 t, portanto, tem-se que na temporada 2004/2005 foram comercializados 35,2 t de peixes, e que cada pescador retirou em média 4,77 kg.

Os três viveiros de pesca compreendem uma área de 27.828,97 m², onde a área do viveiro principal mede 19.010,89 m². A área total apresenta um volume d'água de 82.642.875 l, com uma vazão anual média de 24.000 l/h. Em uma temporada de funcionamento, que corresponde a 10 meses, o volume total de água que é utilizado pelo pesque-pague é de 255.442.875 l. Por convenção, a densidade específica da água é de 1 g/cm³, portanto, tem-se que para cada kg de

filet de peixe que é comercializado no pesqueiro, há um consumo de 2732,96 kg de água.

O consumo de ração, considerado no caso do pesque-pague, é a quantidade de alimento e iscas utilizadas pelos pescadores para atrair e fisgar os peixes. A ração balanceada é pouco utilizada, principalmente se comparado com a piscicultura, visto que o empreendimento de pesque-pague não tem por finalidade a engorda do peixe. A composição do alimento e das iscas fornecidas é muito variada, encontrando-se alimentos como milho, ração de coelho, víceras de frango, massas variadas, salsicha, minhoca, entre outros. Estes alimentos em decomposição contribuem para o processo de eutrofização do corpo hídrico. Cada pescador deposita, em média, 3 kg deste composto orgânico nos viveiros. Como o fluxo de pescadores na temporada foi de 7.369, foram depositados cerca de 22.107 kg de matéria orgânica nos viveiros de pesca. De acordo com o fluxo de referência, tem-se que para cada kg de filet de peixe pescado são depositados 1,794 kg de alimentos e iscas, dentro dos viveiros de pesca.

Diferentemente da piscicultura, o pesque-pague não apresenta um programa de tratamento de doenças previamente estabelecido, uma vez que o lote de peixe que chega no estabelecimento deve apresentar garantias sobre sua sanidade.

Entre as temporadas é realizada a calagem dos viveiros, a fim de exterminar possíveis vetores que possam comprometer o lote da próxima temporada. São distribuídos nos viveiros já vazios cal virgem, na proporção de 3 kg para cada 1.000 m². Por temporada, são utilizados aproximadamente 87,82 kg de cal virgem e para cada kg de filet de peixe são consumidos 7,12 g de cal virgem.

O procedimento de cálculo para determinar o consumo de energia elétrica do pesque-pague foi o mesmo que o utilizado pela piscicultura, porém, foi contabilizado além do consumo dos aeradores, o da bomba hidráulica, utilizada para encher os viveiros entre as temporadas. A energia foi quantificada em Joules, ressaltando as seguintes relações:

- $1,323 \text{ cv} = 1,0 \text{ kw/h}$
- $1,0 \text{ kw/h} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$

Durante a temporada são utilizados 4 aeradores, sendo que três apresentam motores de 2 cv de potência e um apresenta motor de 1 cv. Os aeradores funcionam 7 horas por dia, durante o período noturno. Assim, durante a temporada são consumidos 40.012.812.000 J e para cada kg de filet de peixe, são consumidos 3247630,80 J.

A bomba hidráulica, utilizada pelo pesqueiro, apresenta um motor de 10 cv de potência, com uma vazão de aproximadamente 220.000 l/h, desprezando perdas provocadas pela altitude e pelo material de confecção da tubulação. Para encher os viveiros de pesca, a bomba funciona 375,64 horas. O consumo de energia, relacionado ao bombeamento da água do rio, chega a 10.224.756.000 J por temporada, ou seja, 829889,99 J para cada kg de filet de peixe. O consumo dos aeradores e da bomba hidráulica foi de 50.237.568.000 J, o que corresponde a 4077520,79 J para cada kg de filet de peixe.

Todo efluente proveniente do pesque-pague é lançado diretamente no corpo hídrico, sem qualquer tipo de tratamento. O efluente do pesque-pague é caracterizado pela descarga de dois viveiros de pesca. Como no caso da piscicultura, foi feita a caracterização desse efluente. A vazão de cada viveiro é de 12.000 l/h, assim, ao final da temporada, os viveiros despejam no rio

172.800.000 l de água. De acordo com o fluxo de referência, para cada kg de filet de peixe pescado são despejados 14025,27 kg de efluente.

A quantidade de nitrogênio orgânico total, lançado pelo efluente do pesque-pague no corpo d'água, foi de 488,16 kg, na temporada. Assim, para cada kg de filet de peixe são lançados 39,63 g de nitrogênio orgânico total no rio.

No caso do nitrato e do nitrito, a quantidade encontrada no efluente foi de 74,48 kg e 0,41 kg, respectivamente. Para cada kg de filet de peixe tem-se 6,03 g de nitrato e 0,03 g de nitrito. A quantidade de amônia lançada no rio é de 5,98 kg, assim, para cada kg de filet de peixe pescado, 0,48 g de amônia são lançadas no efluente.

Os compostos fosfatados analisados são o fósforo total, o fosfato total dissolvido e o fosfato inorgânico. Estes apresentaram, ao final da temporada, uma quantidade de 65,09 kg, 7,28 kg e 3,88 kg, respectivamente, no efluente. De acordo com o fluxo de referência do sistema, obtém-se para cada kg de filet de peixe 5,28 g, 0,59 g e 0,31 g de fósforo total, fosfato total dissolvido e fosfato inorgânico, respectivamente. A quantidade de silicato reativo lançado no efluente, ao fim da temporada, foi de 673,92 kg. Para cada kg de filet de peixe, tem-se uma descarga de 54,69 g de silicato no corpo hídrico.

A quantidade de manganês presente no efluente do pesque-pague foi de 0,258 kg, ao fim da temporada. Assim, para cada kg de filet de peixe, 0,020 g de manganês são lançados diretamente no rio. O ferro apresentou 2,246 kg no efluente e para cada kg de filet de peixe, 0,182 g de ferro são lançados no rio.

O cálcio e o magnésio apresentam 311,03 kg e 179,70 kg, respectivamente, no efluente, ao final da temporada. De acordo com o fluxo de

referência, 25,244 g de cálcio e 14,585 g de magnésio são emitidos ao rio para cada kg de filet de peixe pescado.

O sódio e o potássio apresentam as maiores quantidades entre os metais presentes no efluente, com valores de 384,91 kg e 234,05 kg, respectivamente, ao final da temporada. Para cada kg de filet de peixe pescado, são lançados no rio 31,241 g de sódio e 18,996 g de potássio.

As quantidades de zinco e cromo que foram lançadas ao rio por meio do efluente do pesqueiro, chegaram a 0,085 kg e 1,035 kg, respectivamente. Para cada kg de filet de peixe são emitidos ao rio 0,006 g de zinco e 0,084 g de cromo.

No efluente do pesqueiro foram detectados a presença de 8 tipos de pesticidas organoclorados. As quantidades de beta-BHC e de delta-BHC foram de 0,0199 kg e 0,0126 kg, respectivamente, no efluente. Portanto, para cada kg de filet de peixe pescado, 0,0016 g de beta-BHC e 0,0010 g de delta-BHC são lançados diretamente no rio.

As quantidades de aldrin e do dieldrin emitidos ao rio foram de 0,0082 kg e 0,0057 kg, respectivamente, ao final da temporada. Assim, para cada kg de filet de peixe são lançados ao meio 0,0006 g de aldrin e 0,0004 g de dieldrin.

Foi detectada também presença de Heptacloro e Endosulfan, nas quantidades de 0,01034 kg e 0,0929 kg, respectivamente. Assim, para cada kg de filet de peixe, chegam ao rio 0,0010 g de heptacloro e 0,0075 g de endosulfan.

Por fim, foram diagnosticadas a presença dos pesticidas 4,4-DDE e 4,4-DDD, no efluente que deixa o pesque-pague, na quantidade de 0,1141 kg e 0,0057 kg, respectivamente. Portanto, para cada kg de filet de peixe, tem-se uma emissão de 0,0092 g de 4,4-DDE e 0,0004 g de 4,4-DDD.

4.2. Análise de Inventário

A análise de inventário do presente estudo foi realizada de acordo com os insumos e as emissões das atividades de piscicultura e pesque-pague, inseridas no ciclo de vida do pescado. Os dados utilizados têm por objetivo avaliar o comportamento ambiental das unidades de processo, mediante o seu impacto sobre o corpo hídrico em questão.

A Tabela 10 apresenta os resultados do inventário, das atividades de piscicultura e pesque-pague, sendo este dividido em fluxos de entrada e emissões para água, respectivamente. Os resultados apresentam os dados brutos coletados diretamente do processo e a quantidade relativa à unidade funcional. São apresentadas as categorias de impactos, onde os dados são enquadrados, bem como sua fonte geradora.

Tabela 10: Resultados da análise do inventário das unidades de processo, contidas no sistema de produto.

1. Piscicultura	Dado bruto (kg/ano)	Quantidade (g/kg de filet)	Quantidade (g/kcal)	Categoria de impacto (EDIP)	Fonte
1.1. Fluxos de entrada					
consumo total de água	504.033.428,60	15.652.429,41	20.818,77	-	Primária
<u>1.1.1. Consumo de Recursos Renováveis</u>					
Água (consumo total-nutrientes na água)	504.029.327,00	15.652.302,04	20.818,60	Consumo de recursos renováveis	Primária
Alevino	345,00	10,71	0,014	Consumo de recursos renováveis	Primária
consumo total de recursos renováveis	504.029.672,00	15.652.312,75	20.818,61	Consumo de recursos renováveis	Primária
<u>1.1.2. Consumo de Recursos Não Renováveis</u>					
Nutrientes na água:	4.101,41	127,36	0,16	Consumo de recursos não renováveis	Primária
Compostos nitrogenados:					
Nitrogenio Orgânico Total	214,81	6,67	0,0088	-	Primária
Nitrato (NO3)	75,42	2,34	0,0031	-	Primária
Nitrito (NO2)	1,59	0,049	0,000066	-	Primária
Amônia (NH3)	36,63	1,13	0,0015	-	Primária
Compostos fosfatados:					
Fósforo Total	41,73	1,29	0,0017	-	Primária
Fosfato Total dissolvido	6,79	0,21	0,00028	-	Primária
Fosfato Inorganico	4,57	0,14	0,00018	-	Primária
Silicato	2.104,67	65,35	0,086	-	Primária
Metais:					
Manganês	3,57	0,11	0,00014	-	Primária
Ferro	18,34	0,56	0,00075	-	Primária
Calcio	20,95	0,65	0,00086	-	Primária
Magnésio	888,31	27,58	0,036	-	Primária
Sódio	680,49	21,13	0,028	-	Primária

	Dado bruto (kg/ano)	Quantidade (g/kg de filet)	Quantidade (g/kcal)	Categoria de impacto (EDIP)	Fonte
Zinco	0,33	0,010	0,000014	-	Primária
Pesticidas organoclorados:					
Beta-BHC	3,15	0,097	0,00013	-	Primária
Ração:	276.000,00	8.571,00	11,40	Consumo de recursos não renováveis	Primária
antioxidante	3,45	0,10	0,00014	-	Primária
cobre	0,20	0,0064	0,0000085	-	Primária
ferro	1,38	0,042	0,000057	-	Primária
iodo	0,069	0,0021	0,0000028	-	Primária
manganês	1,38	0,042	0,000057	-	Primária
selênio	0,0013	0,000042	0,000000057	-	Primária
zinco	2,07	0,064	0,000085	-	Primária
vitamina A - alcool	0,012	0,00038	0,00000051	-	Primária
vitamina A - acetato	0,014	0,00044	0,00000058	-	Primária
vitamina A - palmitato	0,022	0,00070	0,00000094	-	Primária
beta-caroteno	0,024	0,00077	0,0000010	-	Primária
vitamina B1	0,069	0,0021	0,0000028	-	Primária
vitamina B2	0,069	0,0021	0,0000028	-	Primária
vitamina C	2,76	0,085	0,00011	-	Primária
vitamina D3	0,0010	0,000032	0,000000042	-	Primária
vitamina E	0,27	0,0085	0,000011	-	Primária
vitamina K	0,069	0,0021	0,0000028	-	Primária
niacina	1,38	0,042	0,000057	-	Primária
Medicamentos:	803,46	24,95	0,033	Consumo de recursos não renováveis	Primária
adubação:					
uréia	94,00	2,91	0,0038	-	Primária
farelo de trigo	157,00	4,87	0,0064	-	Primária
adubo químico - super simples	314,40	9,76	0,012	-	Primária

	Dado bruto (kg/ano)	Quantidade (g/kg de filet)	Quantidade (g/kcal)	Categoria de impacto (EDIP)	Fonte
profilaxia:					
NaCl	224,00	6,95	0,0092	-	Primária
formol 37%	8,71	0,27	0,00035	-	Primária
medicação:					
criflavina	4,40	0,13	0,00018	-	Primária
verde malaquita	0,50	0,015	0,000020	-	Primária
dimilin	0,44	0,013	0,000018	-	Primária
consumo total de recursos não renováveis	280.904,88	8.723,31	11,60	Consumo de recursos não renováveis	Primária

<u>1.1.3 Consumo de Energia</u>	(J/ano)	(J/kg de filet)	(J/kcal)		
Aeradores	126.144.000.000,00	3.917.319.652,00	5.210.295,65	Consumo de Energia	Primária
consumo total de energia	126.144.000.000,00	3.917.319.652,00	5.210.295,65	Consumo de Energia	Primária

	Dado bruto (kg/ano)	Quantidade (g/kg de filet)	Quantidade (g/kcal)	Categoria de impacto (EDIP)	Fonte
1.2. Emissões para água	402.960.000,00	12.513.660,00	16.644,00	-	Primária
Compostos nitrogenados:					
Nitrogenio Orgânico Total	264,36	8,20	0,010	Eutrofização	Primária
Nitrato (NO3)	45,13	1,40	0,0018	Eutrofização	Primária
Nitrito (NO2)	4,19	0,13	0,00017	Eutrofização	Primária
Amônia (NH3)	56,44	1,75	0,0023	Acidificação / Eutrofização	Primária
Compostos fosfatados:					
Fósforo Total	90,12	2,79	0,0037	Eutrofização	Primária
Fosfato Total dissolvido	13,43	0,41	0,00055	Eutrofização	Primária
Fosfato Inorganico	6,53	0,20	0,00026	-	Primária
Silicato	1.868,33	58,01	0,077	-	Primária

	Dado bruto (kg/ano)	Quantidade (g/kg de filet)	Quantidade (g/kcal)	Categoria de impacto (EDIP)	Fonte
Metais:					
Manganês	0,99	0,030	0,000040	Ecotoxicidade / Toxicidade Humana	Primária
Ferro	5,16	0,16	0,00021	Ecotoxicidade / Toxicidade Humana	Primária
Calcio	17,01	0,52	0,00070	-	Primária
Magnésio	8,82	0,27	0,00036	-	Primária
Sódio	1.073,24	33,32	0,044	-	Primária
Potássio	1.164,59	36,16	0,048	-	Primária
Zinco	0,20	0,0062	0,000082	Ecotoxicidade / Toxicidade Humana	Primária
Cromo	0,40	0,012	0,000016	Ecotoxicidade / Toxicidade Humana	Primária
Pesticidas organoclorados:					
Aldrin	0,0044	0,00013	0,00000018	-	Primária
Heptacloro Epoxide	0,0067	0,00020	0,00000027	-	Primária
Endosulfan-I	0,17	0,0052	0,0000070	-	Primária
Endrin	0,0052	0,00016	0,00000021	-	Primária

	Dado bruto (kg/temporada)	Quantidade (g/kg de filet)	Quantidade (g/kcal)	Categoria de impacto (EDIP)	Fonte
2. Pesque-Pague					
2.1. Fluxo de entrada					
consumo total de água	255.442.875,00	20.732.962,89	27.576,21	-	Primária
<u>2.1.1. Consumo de Recursos Renováveis</u>					
Água (consumo total-nutrientes na água)	255.440.751,00	20.732.790,50	27.575,99	Consumo de recursos renováveis	Primária
Peixe	35.200,00	2.857,00	3,80	Consumo de recursos renováveis	Primária
consumo total de recursos renováveis	255.440.751,00	20.735.647,50	27.575,99	Consumo de recursos renováveis	Primária
<u>2.1.2. Consumo de Recursos Não Renováveis</u>					
Nutrientes na água:	2.124,19	172,41	0,22	Consumo de recursos não renováveis	Primária

	Dado bruto (kg/temporada)	Quantidade (g/kg de filet)	Quantidade (g/kcal)	Categoria de impacto (EDIP)	Fonte
Compostos nitrogenados:					
Nitrogenio Orgânico Total	136,51	11,07	0,014	-	Primária
Nitrato	21,89	1,77	0,0023	-	Primária
Nitrito	2,45	0,19	0,00026	-	Primária
Amônia	33,27	2,70	0,0035	-	Primária
Compostos fosfatados:					
Fósforo Total	30,78	2,49	0,0033	-	Primária
Fosfato Total dissolvido	4,34	0,35	0,00046	-	Primária
Fosfato Inorganico	2,61	0,21	0,00028	-	Primária
Silicato	876,97	71,17	0,094	-	Primária
Metais:					
Manganês	0,34	0,028	0,000037	-	Primária
Ferro	1,55	0,12	0,00016	-	Primária
Calcio	8,12	0,65	0,00087	-	Primária
Magnésio	3,55	0,28	0,00038	-	Primária
Sódio	476,75	38,69	0,051	-	Primária
Potássio	524,62	42,58	0,056	-	Primária
Zinco	0,086	0,0069	0,0000092	-	Primária
Cromo	0,17	0,013	0,000018	-	Primária
Pesticidas organoclorados:					
Heptacloro Epoxide	0,0055	0,00044	0,0000056	-	Primária
Endosulfan-I	0,14	0,011	0,000015	-	Primária
Ração	22.107,00	1.794,30	2,38	Consumo de recursos não renováveis	Primária
Medicamentos:					
profilaxia:					
Cal virgem	87,82	7,12	0,0094	Consumo de recursos não renováveis	Primária
consumo total de recursos não renováveis	24.319,019	1.973,84	2,62	Consumo de recursos não renováveis	Primária

	Dado bruto (J/temporada)	Quantidade (J/kg de filet)	Quantidade (J/kcal)	Categoria de impacto (EDIP)	Fonte
2.1.3. Consumo de Energia					
Bomba hidráulica	10.224.756.000,00	829.889.996,90	1.103.808,88	Consumo de energia	Primária
Aeradores	40.012.812.000,00	3.247.630.792,00	4.319.564,93	Consumo de energia	Primária
consumo total de energia	50.237.568.000,00	4.077.520.788,90	5.423.373,81	Consumo de energia	Primária
	Dado bruto (kg/temporada)	Quantidade (g/kg de filet)	Quantidade (g/kcal)	Categoria de impacto (EDIP)	Fonte
2.2. Emissões para água	172.800.000,00	14.025.272,73	18.654,54	-	Primária
Compostos nitrogenados:					
Nitrogenio Orgânico Total	488,16	39,62	0,052	Eutrofização	Primária
Nitrato	74,38	6,037	0,0080	Eutrofização	Primária
Nitrito	0,41	0,033	0,000045	Eutrofização	Primária
Amônia	5,98	0,48	0,00064	Acidificação / Eutrofização	Primária
Compostos fosfatados:					
Fósforo Total	65,09	5,28	0,0070	Eutrofização	Primária
Fosfato Total dissolvido	7,28	0,59	0,00078	Eutrofização	Primária
Fosfato Inorganico	3,88	0,31	0,00041	-	Primária
Silicato	673,92	54,69	0,072	-	Primária
Metais:					
Manganês	0,25	0,020	0,000027	Ecotoxicidade / Toxicidade Humana	Primária
Ferro	2,24	0,18	0,00024	Ecotoxicidade / Toxicidade Humana	Primária
Calcio	311,030	25,24	0,033	-	Primária
Magnésio	179,70	14,58	0,019	-	Primária
Sódio	384,91	31,24	0,041	-	Primária
Potássio	234,05	18,99	0,025	-	Primária

	Dado bruto (kg/temporada)	Quantidade (g/kg de filet)	Quantidade (g/kcal)	Categoria de impacto (EDIP)	Fonte
Zinco	0,085	0,0069	0,0000092	Ecotoxicidade / Toxicidade Humana	Primária
Cromo	1,035	0,084	0,00011	Ecotoxicidade / Toxicidade Humana	Primária
Pesticidas organoclorados:					
Beta-BHC	0,019	0,0016	0,0000021	-	Primária
Delta-BHC	0,012	0,0010	0,0000013	-	Primária
Aldrin	0,0082	0,00066	0,00000088	-	Primária
Heptacloro Epoxide	0,013	0,0010	0,0000014	-	Primária
Endosulfan-I	0,092	0,0075	0,000010	-	Primária
4,4-DDE	0,11	0,0092	0,000012	-	Primária
Dieldrin	0,0057	0,00046	0,00000061	-	Primária
4,4-DDD	0,0057	0,00046	0,00000061	-	Primária

4.3. Avaliação de Impactos

A avaliação dos impactos é realizada de modo quantitativo e qualitativo. A avaliação quantitativa é baseada na metodologia do EDIP, descrito por Wenzel, Hauschild e Alting (1997), onde o inventário é traduzido na quantificação das potenciais contribuições às categorias de impactos selecionadas. A avaliação qualitativa foi feita, a partir de um levantamento bibliográfico, com base nos problemas ambientais, ocasionados pelo escape de espécies exóticas. Os resultados para as categorias de impacto são apresentados a seguir:

Consumo de Recursos Renováveis

Como pode ser observado na Tabela 11, a atividade de pesque-pague se mostra como maior consumidora dos recursos renováveis, sendo responsável por 56% do consumo abordado pelo estudo (Figura 16). Porém note-se um elevado consumo de água por ambas as unidades de processo, onde a piscicultura, que apresenta um consumo menor, consome 15.652 l de água para produção de um kg de filet de peixe.

Tabela 11: Consumo de Recursos Renováveis.

Unidades de Processo	g/kg de filet
Piscicultura	15.652.312,75
Pesque-Pague	20.735.647,50
Total	36.387.960,25

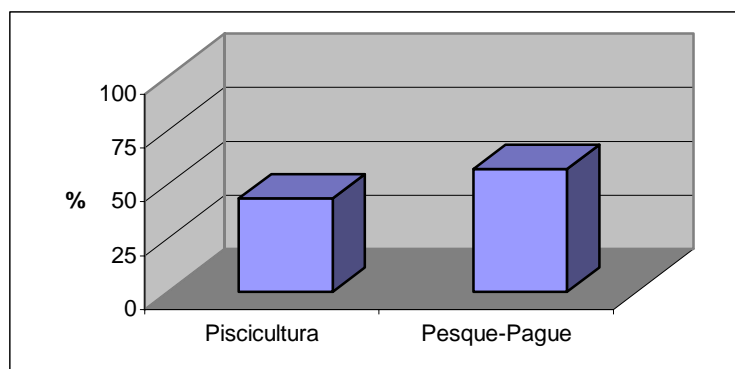


Figura 16: Consumo de recursos renováveis entre as unidades de processo.

Consumo de Recursos Não Renováveis

Na tabela 12, nota-se o elevado consumo de recursos não renováveis por parte da piscicultura em relação ao pesque-pague, consumindo mais de 80% dos recursos não renováveis, como observado na Figura 17. Isso se deve ao fato da piscicultura ter como principal foco a engorda do peixe, apresentando um programa de arraçamento, cuidados com os tanques para receber e confinar os peixes, além de tratamentos de vetores patológicos. Tais medidas demandam uma série de insumos que estão discriminados no inventário e que não são utilizados no funcionamento normal do pesque-pague. Vale à pena ressaltar que os outros atrativos que compõem a atividade de pesque-pague, e que também demandam insumos considerados não renováveis, como a lanchonete e outros tipos serviços, não estão sendo contemplados nesta avaliação.

Tabela 12: Consumo de Recursos Não Renováveis.

Unidades de Processo	g/kg de filet
Piscicultura	8.723,81
Pesque-Pague	1.973,84
Total	10.697,65

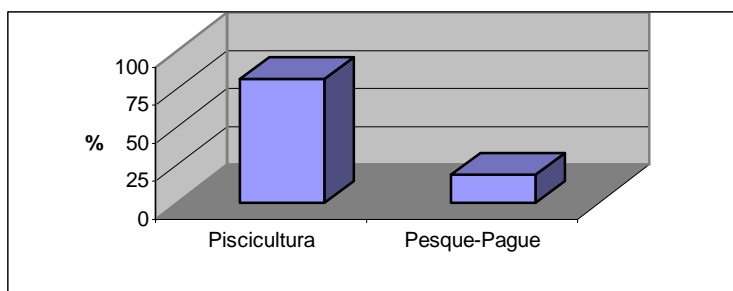


Figura 17: Consumo de recursos renováveis entre as unidades de processo.

Consumo de Energia

O consumo de energia elétrica se mostrou pouco maior por parte do pesque-pague (Tabela 13), pois o pesque-pague faz uso de uma bomba hidráulica, além do uso dos aeradores comum nas duas unidades de processo. Porém, a temporada de funcionamento do pesque-pague é menor, uma vez que entre as temporadas os viveiros são esvaziados e o consumo de energia por parte dos aeradores cessa, obtendo um consumo de energia equivalente ao apresentado pela piscicultura (Figura 18).

Tabela 13: Consumo de Energia Elétrica.

Unidades de Processo	J/kg de filet
Piscicultura	3.917.319.652
Pesque-Pague	4.077.520.789
Total	7.994.840.441

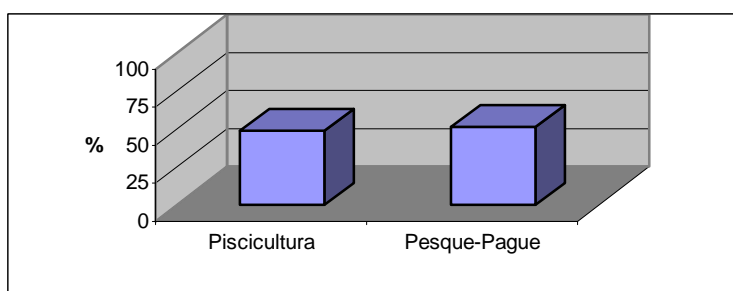


Figura 18: Consumo de energia elétrica entre as unidades de processo.

Acidificação

A piscicultura apresenta um maior potencial de acidificação (Tabela 14 e Figura 19). Nos viveiros e tanques, pertencentes à piscicultura, a quantidade de peixes confinados é maior. Segundo Cekarrelli, Senhorini e Volpato (2000), nas fezes dos peixes há grande concentração de amônia, elemento que contribui para a acidificação do meio.

Tabela 14: Potencial de Acidificação.

Unidades de Processo	g de SO ₂ eq./kg de filet
Piscicultura	3,29
Pesque-Pague	0,90
Total	4,19

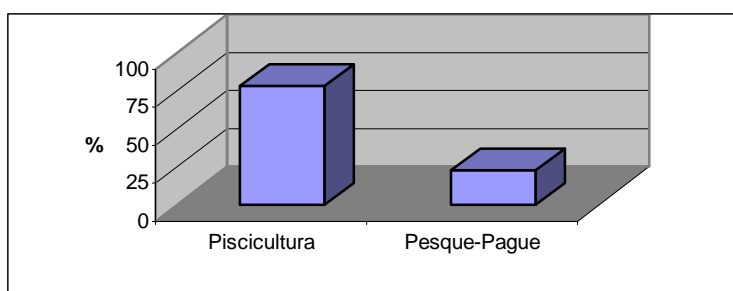


Figura 19: Potencial de acidificação entre as unidades de processo.

Eutrofização

A atividade de pesque-pague apresentou um maior potencial de eutrofização (Tabelas 15, 16 e 17). Em todas as formas de avaliação do potencial de eutrofização apresentadas pelo método EDIP, o efluente do pesque-pague se mostrou em média três vezes maior quando comparado ao efluente que deixa a piscicultura (Figuras 20, 21 e 22). Apesar da quantidade de alimento fornecido aos peixes do pesque-pague ser menor que a quantidade fornecida pela piscicultura, à qualidade dos nutrientes que

compõem esse tipo de alimento é inferior, o que afeta sua degradabilidade no ambiente e aumenta seu potencial de eutrofização.

Tabela 15: Potencial de eutrofização relativo às emissões de compostos nitrogenados.

Unidades de processo	Nitrogênio
	(g de N eq./kg de filet)
Piscicultura	10,29
Pesque-Pague	40,42
Total	50,71

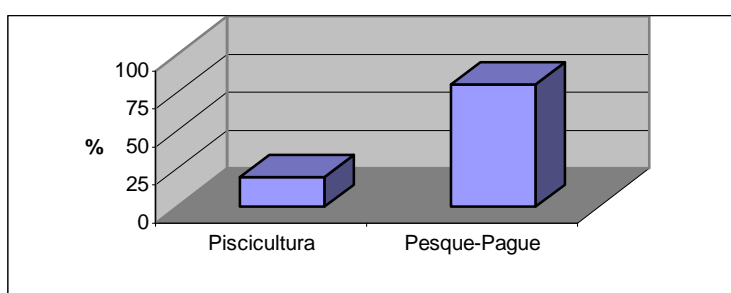


Figura 20: Potencial de eutrofização relativo às emissões de compostos nitrogenados entre as unidades de processo.

Tabela 16: Potencial de eutrofização relativo às emissões de compostos fosfatados.

Unidades de processo	Fósforo
	(g de P eq./kg de filet)
Piscicultura	2,93
Pesque-Pague	5,47
Total	8,40

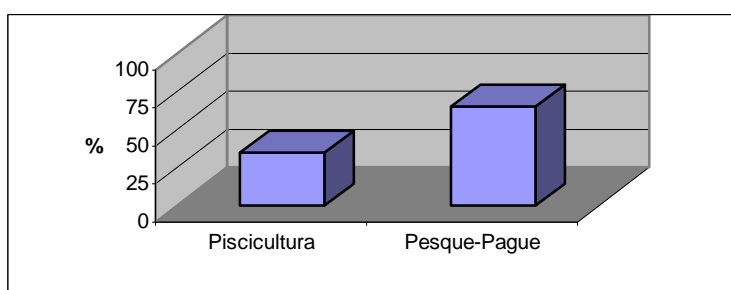
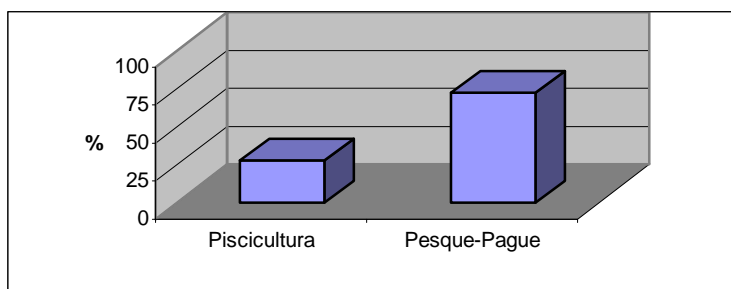


Figura 21: Potencial de eutrofização relativo às emissões de compostos fosfatados entre as unidades de processo.

Tabela 17: Potencial de eutrofização relativo à sinergia dos compostos nitrogenados e fosfatados.

Unidades de processo	Sinergia N e P
	(g de NO ₃ ⁻ eq./kg de filet)
Piscicultura	138,25
Pesque-Pague	340,73
Total	478,98

**Figura 22:** Potencial de eutrofização sinergia dos compostos nitrogenados e fosfatados entre as unidades de processo.

Ecotoxicidade

O pesque-pague apresenta um maior potencial de ecotoxicidade, de efeito agudo e crônico (Tabela 18), responsável por 68,1% da ecotoxicidade hídrica, apresentada pelas unidades de processo (Figura 23). Isto se deve pela maior concentração de alguns metais em seu efluente, os quais atingem os viveiros de pesca por meio da alimentação fornecida pelos pescadores, pela água captada ou mesmo pela lixiviação realizada pela água da chuva.

Tabela 18: Potencial de ecotoxicidade na água.

Unidades de Processo	Efeito crônico (m ³ /kg de filet)	Efeito agudo (m ³ /kg de filet)
Piscicultura	41,59	4,15
Pesque-Pague	88,96	8,89
Total	130,55	13,04

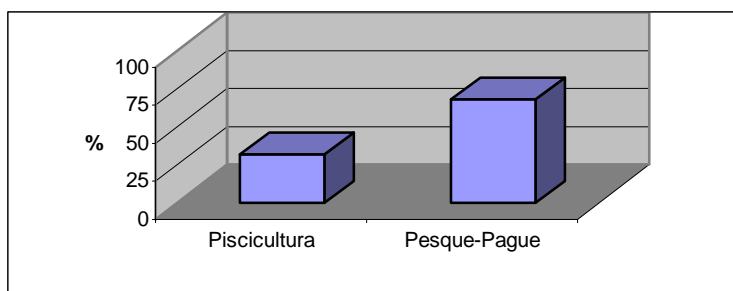


Figura 23: Potencial de ecotoxicidade entre as unidades de processo.

Toxicidade Humana

O pesque-pague apresentou um maior potencial de toxicidade humana (Tabela 19). A atividade representa 82,2 % da toxicidade humana via hídrica, entre as unidades de processo (Figura 24). O pesque-pague apresenta uma maior concentração de alguns metais tóxicos que são encontrados no efluente. Estes podem chegar aos viveiros por meio da alimentação fornecida, da água de captação ou mesmo carreados pela água das chuvas.

Tabela 19: Potencial de toxicidade humana.

Unidades de Processo	Via hídrica (m³/kg de filet)
Piscicultura	0,36
Pesque-Pague	1,66
Total	2,02

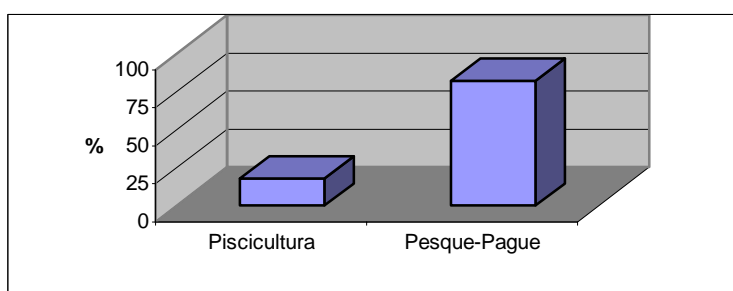


Figura 24: Potencial de toxicidade humana via hídrica entre as unidades de processo.

Um fato que corrobora a avaliação do EDIP quanto à ecotoxicidade e toxicidade humana, é a avaliação de pesticidas organoclorados presentes nos efluentes das unidades de processo (Figura 25), visto que o referido método não aborda essa classe de agrotóxicos em seu banco de dados. Portanto tais

elementos não apresentam um fator de equivalência fornecido pelo método, uma vez que o uso dos mesmos está proibido em vários lugares do mundo.

Segundo Eler et al. (2006d) tais agrotóxicos são produtos perigosos, recalcitrantes e cujos produtos de degradação no meio ambiente podem ser tão ou mais deletérios aos organismos, do que na forma original. Muitos têm seu uso proibido na Comunidade Européia, em razão de experiências que demonstraram a persistência de resíduos destes compostos em tecidos humanos e de animais domésticos, bem como seu efeito carcinogênico em alguns casos.

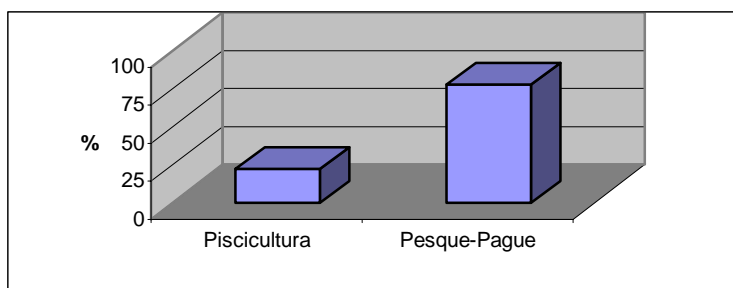


Figura 25: emissão de pesticidas organoclorados pelas unidades de processo.

Introdução de espécies exóticas

Inicialmente é necessário, em nível de comparação, diferenciar espécies consideradas exóticas e alóctones:

- Exóticas: espécies introduzidas, originárias de outros continentes, como por exemplo, a Tilápia e a Carpa, de origem asiática.
- Alóctones: espécies introduzidas, originárias de outras bacias, pertencentes ao mesmo país, como por exemplo, o Tambaqui e o Tucunaré, originários da bacia amazônica.

Entre os vertebrados, o grupo dos peixes é o de maior destaque em relação à introdução de espécies exóticas, no último século. No Brasil, o

número de espécies exóticas introduzidas é considerável, embora nem todas as introduções tenham sido bem sucedidas. Há casos preocupantes, particularmente no que tange lagos e reservatórios de pequeno porte, onde o impacto sobre as espécies nativas é maior (ROCHA et al, 2005).

Segundo Agostinho et al. (2005), escapes de ambientes confinados, embora considerados como introdução acidental, são, na maioria das vezes, fruto da displicência do produtor. Esta é a principal fonte de introdução de espécies em todo mundo. Intensamente fomentada pelo governo, a aquicultura não apresenta uma preocupação explícita com a segurança no confinamento, tanto nos aspectos sanitários da maioria das instalações, bem como no desenvolvimento de tecnologias de cultivo de espécies nativas. A proximidade dos tanques e viveiros com os corpos d'água é uma constante porta de entrada de espécies não nativas, visto que é comum o transbordamento de alguns rios em épocas de cheias. Ressalta-se que qualquer soltura de peixes pode trazer consigo outros organismos, incluindo parasitas e patógenos.

O uso de espécies brasileiras ainda é um problema, devido à falta de conhecimento e tecnologia adequada para seu cultivo em escala comercial. Assim, a introdução de peixes exóticos tem sido largamente praticada. A velocidade com que as espécies alóctones e exóticas se dispersaram foi acarretada pelo aumento das pisciculturas e pesqueiros (SMITH et al, 2005).

Em muitos casos, os efeitos da introdução de espécies no ambiente são negativos, incluindo a competição por alimentos e espaço, alteração na diversidade genética, predação, alteração do habitat, introdução de patógenos e parasitas, entre outras. Os efeitos podem ser maiores em ambientes que já sofrem alterações antrópicas (SMITH et al, 2005).

De acordo com Eler et al. (2006a), a espécie introduzida pode dominar as espécies nativas devido à disponibilidade de recursos e facilidades impostas pelo novo ambiente, ocorrendo uma interação negativa com as espécies nativas por meio de uma competição pelos recursos naturais.

A frequência de espécies exóticas e alóctones comercializadas nos pesque-pague espalhados na bacia do rio Mogi-Guaçu é elevada. Dentre as espécies alóctones, espécies originárias do pantanal estão bem difundidas nesta bacia (Figura 26), como é o caso do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e da matrinxã (*Brycon cephalus*). Espécies exóticas (Figura 27), como a tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), podem ser encontradas em quase todos os estabelecimentos.

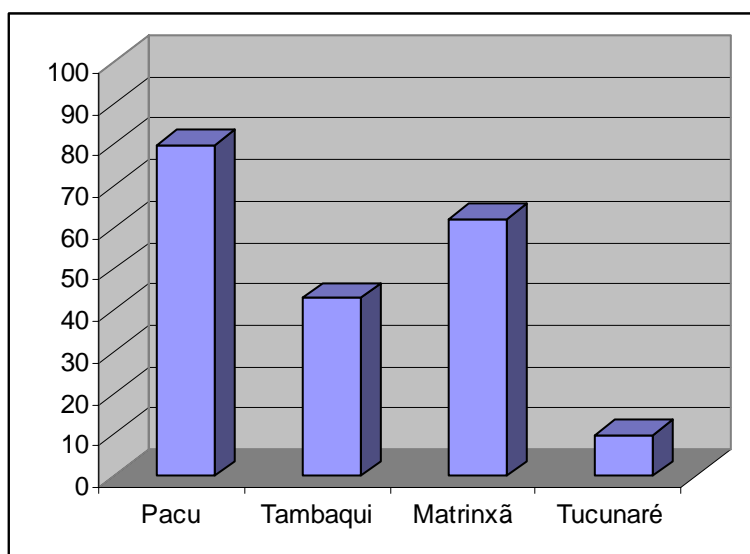


Figura 26: Espécies alóctones mais freqüentes comercializadas nos pesque-pagues da bacia do rio Mogi-Guaçu. Fonte: Adaptado Eler et al. (2006a)

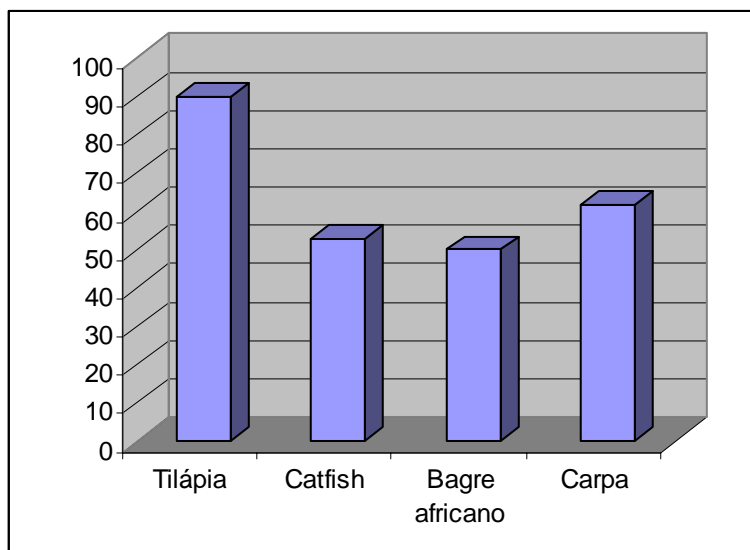


Figura 28: Espécies exóticas mais frequentes comercializadas nos pesque-pagues da bacia do rio Mogi-Guaçu. Fonte: Adaptado Eler et al. (2006a)

Segundo Eler et al. (2006a), foram detectados junto aos proprietários de pesqueiros, relatos de grandes quantidades de peixes que acabaram escapando para o ambiente por meio de acidentes ao longo da bacia do rio Mogi-Guaçu, dentre eles, destacam-se:

- Médio Mogi-Guaçu: 50.000 peixes incluindo bagre africano, juvenis de pacu, tambaqui, matrinxã, piauçu e tucunaré, escaparam em 1996, devido ao rompimento da barragem de contenção de água.
- Médio Mogi-Guaçu: 15 toneladas de peixes escaparam devido a enchente do rio em 1999. Dentre as espécies estavam tilápias, carpas e matrinxãs.
- Alto Mogi-Guaçu (SP): 3 toneladas de carpas e pacus escaparam em 2002, devido a enchente.

Porém, a introdução de peixes no ambiente, não ocorre apenas por acidente. Muitos proprietários relataram o escape de espécies no ato da despesca e na época de limpeza e secagem dos viveiros. Houve casos que o

proprietário afirmou que soltava as sobras de peixes no rio, a fim de realizar o repovoamento do mesmo (ELER et al, 2006a).

Assim, fica evidente que além da falta de cuidados por parte das pessoas envolvidas, há uma falta de conhecimentos sobre os riscos ambientais causados pela introdução destas espécies no meio ambiente. A falta de fiscalização, bem como a falta de informações e estudos ecológicos que auxiliem no esclarecimento das pessoas que atuam nesse setor, contribui para esse quadro.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O trabalho atingiu o objetivo geral esperado, na medida que avaliou os potenciais impactos causados pelas atividades de piscicultura e pesque-pague, no corpo hídrico, localizado na região de montante da bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu.

A utilização da metodologia da ACV na produção animal permitiu uma avaliação quantitativa dos principais impactos ambientais gerados ao longo do seu ciclo de vida, permitindo acompanhar o comportamento ambiental de cada unidade de processo. Ainda em termos metodológicos, foi possível a adaptação da ACV para o pescado por meio da utilização de métodos limnológicos na caracterização dos efluentes, para a análise de inventário. Assim, este estudo de caso possibilita não apenas a comparação entre os impactos gerados pelas atividades envolvidas, mas também torna sua metodologia aplicável a outros estabelecimentos, interessados em avaliar seu desempenho ambiental e seu processo produtivo.

Realizou-se um levantamento dos aspectos ambientais, das atividades pertencentes ao sistema de produto, bem como uma avaliação quantitativa dos potenciais impactos gerados sobre o corpo hídrico.

A piscicultura se mostrou como a maior consumidora dos recursos naturais não renováveis, por realizar um programa de alimentação e controle sanitário pré-estabelecido, por meio do uso de ração e de medicamentos, respectivamente. Quanto a acidificação, a piscicultura apresentou um maior potencial em relação ao pesque-pague. Isso ocorre devido à maior concentração de peixe, cuja principal substância presente na excreção é a amônia, a qual apresenta alto grau de acidificação. A quantidade de amônia diagnosticada no efluente da piscicultura se mostrou 9 vezes mais elevada, quando comparada ao efluente do pesque-pague.

O pesque-pague se mostrou como o maior consumidor dos recursos naturais renováveis, principalmente, quanto ao consumo de água, devido ao maior volume consumido pelos viveiros de pesca. Porém o consumo de água se mostrou elevado em ambas as unidades de processo.

O efluente do pesque-pague apresentou um maior potencial de eutrofização, com uma maior concentração de nutrientes disponíveis na água. O pesque-pague também apresentou um maior potencial de ecotoxicidade e de toxicidade humana, quando comparado com a atividade de piscicultura. Verificou-se, na composição do efluente do pesque-pague, concentrações de cromo 2 vezes maior que na piscicultura, visto que tal elemento apresenta um alto potencial de ecotoxicidade e toxicidade humana. Outro fator não abordado pelo banco de dados do EDIP, mas que reforça seu resultado, é o fato de que o efluente do pesque-pague apresentou 8 tipos de pesticidas organoclorados em

sua composição, enquanto que o efluente da piscicultura, apresentou 4 tipos destes pesticidas. Os pesticidas podem chegar ao sistema de várias formas, pois, segundo os proprietários, não são utilizados dentro da propriedade. Assim, estes podem ter sido carregados por meio do ar ou da água, visto que culturas agrícolas estão localizadas próximas a propriedade e ao longo do leito do rio.

O consumo de energia elétrica foi, praticamente, equivalente por parte das atividades de piscicultura e pesque-pague. Na piscicultura, o consumo ocorre, principalmente, por parte dos aeradores, enquanto no pesque-pague, o bombeamento de água do rio para encher seus tanques, equivale os consumos.

Qualitativamente, verificou-se que as atividades de piscicultura e pesque-pague são responsáveis por parte dos potenciais impactos decorrentes da introdução de espécies exóticas e alóctones na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu. Uma vez que a grande maioria dessas espécies são comercializadas nestes estabelecimentos e em caso de escape seguem diretamente ao leito do rio.

A partir destas conclusões, são recomendadas algumas medidas que podem melhorar o desempenho ambiental das atividades de piscicultura e pesque-pague:

- Monitoramento e controle da água de abastecimento, a fim de verificar e impedir contaminações por pesticidas e outras substâncias tóxicas, que possam adentrar no sistema. Bem como otimizar o consumo da água, visto a escassez hídrica que o mundo se encontra;

- No pesque-pague, deve-se evitar que o composto alimentar, utilizado para atrair e fisgar os peixes, seja utilizado. Este se mostra como um alimento de baixa qualidade e muito variado, trazendo com sua utilização uma queda na qualidade da água e conseqüente aumento nos nutrientes disponíveis, favorecendo o processo de eutrofização. Recomenda-se que este tipo de alimento seja substituído por rações balanceadas, que apresentam um maior grau de degradabilidade no ambiente.
- Construção de áreas de várzeas, com macrófitas, para tratamento biológico dos efluentes, conhecidas como “Wetlands”, uma vez que tais processos produtivos alteram de maneira significativa a qualidade do corpo hídrico. A construção destas áreas deve ser acompanhada de um prévio estudo, a fim de verificar a composição do efluente, para que seja dimensionado o tamanho da área a ser construída, bem como os tipos de macrófitas que serão utilizados.
- Estudos semelhantes na bibliografia são escassos, recomenda-se mais estudos nesta área, a fim de ampliar os conhecimentos e minimizar os impactos relacionados a produção de peixes.

Finalmente, destaca-se que o presente trabalho traz em sua essência a exposição ao leitor sobre a degradação ambiental em um sistema produtivo, que utiliza como principal insumo o recurso hídrico, bem como alertar sobre a necessidade de medidas que possam avaliar e reverter os impactos gerados. Apenas quando tais questões forem tratadas pelos tomadores de decisão, com o respeito e a urgência que demandam, iniciar-se-á uma caminhada rumo ao uso sustentável dos recursos naturais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A.A. (2005) Introdução de espécies de peixes em águas continentais brasileiras: uma síntese. ROCHA, O. et al. **Espécies invasoras em água doce: estudos de caso e propostas de manejo**. São Carlos, Editora Universidade Federal de São Carlos, p.13-25.

ANDRADE, D.R., YASUI, G.S. O (2003) Manejo da reprodução natural e artificial e sua importância na produção de peixes no Brasil. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.27, n.2., p.176-192, abr/jun.

ASSAD, L. T., BURSZTYN, M. (2000) Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável. Brasília: CNPq / Ministério da Ciência e Tecnologia, p. 303 – 323.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1996). **NBR ISO 14001** Sistema de Gestão Ambiental - Especificação e diretrizes para uso. Brasil: ABNT. 22p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2001). **NBR ISO 14040** Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura. Brasil: ABNT. Novembro. 10p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2004a). **NBR ISO 14041** Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Definição do objetivo e escopo e análise de inventário. Brasil: ABNT. Maio. 25p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2004b). **NBR ISO 14042** Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Avaliação do impacto do ciclo de vida. Brasil: ABNT. Maio. 17p.

BARTH, F.T. (2002) Aspectos institucionais do gerenciamento dos recursos hídricos. In: **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2ed – São Paulo: Escrituras Editora, 703p.

BORGUETTI, N. R. B., OSTRENSKY, A., BORGUETTI, J. R. (2003) **Aqüicultura: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo** – Curitiba: Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais, 128 p.

BRASIL (1981). Leis Federal n. 6938 de 31 de agosto. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. **Legislação Federal, Controle da Poluição Ambiental**. Série Documentos. CETESB. São Paulo, SP.

BRASIL (2004) **Conjunto de normas legais**. Ministério da Saúde e Meio Ambiente / Secretaria de Recursos Hídricos – 3ª ed. – Brasília: Ministério do Meio Ambiente , 243p.

BRASIL (2005) Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional Do Meio Ambiente (CONAMA). **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.sp/port./conama/res/res05/res35705.pdf>> acesso em: 26/04/2007.

BRIGANTE, J.; ESPINDOLA, E.L.G.; ELER, M.N. (2006) Caracterização geral da bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu. ELER, M.N.; ESPINDOLA, E.L.G. **Avaliação dos impactos de pesque-pague: Uma análise da atividade na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: RiMA, part.I, p. 21-27.

BRUSEKE, F.J. (1995) O problema do desenvolvimento sustentável. CAVALCANTI, C. **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez, p.29-53.

CALDEIRA-PIRES, A.; RABELO, R. R.; XAVIER, J. H. V. (2002) Uso potencial da análise do ciclo de vida (ACV) associada aos conceitos da produção orgânica aplicados à agricultura familiar. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 149-178, maio/ago.

CASTELLANI, D.; BARELLA, W. (2005) Caracterização da piscicultura na região do Vale do Ribeira – SP. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 29, n.1, p.168-176, jan/fev.

CARPI JUNIOR, S. (2001) **Processos erosivos, recursos hídricos e riscos ambientais na bacia do rio Mogi-Guaçu**. Tese (Doutorado). 171p. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

CECARELLI, P.S.; SENHORINI, J.; VOLPATO, G.L. (2000) **Dicas em piscicultura: perguntas e respostas**. Botucatu, Santana Gráfica Editora, 245p.

CHEHEBE, J.R.B. (1998) **Análise do ciclo de vida de produtos: ferramentas gerencial da ISO 14000**. Rio de Janeiro, Editora Qualymark, 140p.

COMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MOGI-GUAÇU (CBH-MOGI) (1999) **Diagnóstico da bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu: “Relatório zero”**. CETESB/Pirassununga. 200p.

COUTO, L.R., SUZUKI, J.C. (2005) Pesque-pague: origem de capital no Estado de São Paulo. In: **II Simpósio Internacional de Geografia Agrária Jornada Ariovaldo Unbelino de Oliveira**, Presidente Prudente, 11 a 15 de novembro.

CYRINO, J.E.P. **Piscicultura e qualidade da água: notas de aula**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 53p.

ELER, M.N. (2000) **Efeito da densidade de estocagem de peixes e do fluxo de água na qualidade da água e na sucessão do plâncton em viveiros de piscicultura**. 258 p. Tese (Doutorado) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Carlos, 2000.

ELER et al. (2006a) Utilização de espécies de peixes alóctones e exóticas e os ricos ambientais associados. ELER, M.N.; ESPINDOLA, E.LG. **Avaliação dos impactos de pesque-pague: Uma análise da atividade na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: RiMA, part.I, p.179-185.

ELER et al. (2006b) Avaliação sócio-econômica dos empreendimentos de pesque-pague. ELER, M.N.; ESPINDOLA, E.LG. **Avaliação dos impactos de pesque-pague: Uma análise da atividade na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: RiMA, part.I, p.29-77.

ELER et al. (2006c) Cianobactérias, toxinas e bioensaios ecotoxicológicos nos pesque-pague da bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu. ELER, M.N.; ESPINDOLA, E.LG. **Avaliação dos impactos de pesque-pague: Uma análise da atividade na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: RiMA, part.I, p. 145-162.

ELER et. al. (2006d) Avaliação da qualidade da água e sedimento dos pesque-pague; análises físicas, químicas, biológicas e bioensaios de toxicidade. ELER, M.N.; ESPINDOLA, E.LG. **Avaliação dos impactos de pesque-pague: Uma análise da atividade na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: RiMA, part.I, p.101-144.

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 (1) 60 – 65, (2006).

FRANCO, G. (2002) **Tabela de composição química dos alimentos**. 9^o edição. São Paulo: Ed. Atheneu, 307 p.

FRANCO, L. (2006) Criação tipo exportação. **Globo rural**, ano 21, n.248, p.42-49.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) (2007) Global Aquiculture production search. Disponível em < URL: www.fao.org> acesso em: 05/03/2007

FURUYA, W.M.; FURUYA, V.R.B. (2001) Reprodução de peixes. **In: Fundamentos da moderna aqüicultura**. Canoas: ULBRA, p.69-76.

GENTIL, R.C. (2007) **Estrutura da comunidade fitoplanctônica de pesqueiros da região metropolitana de São Paulo, SP, em dois períodos: primavera e verão**. 201p. Tese (Doutorado) – Instituto de Botânica da Secretária do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, 2007.

GIANETTI, B.F.; ALMEIDA, M.V.B. (2006) **Ecologia industrial: conceitos, fundamentos e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 109p.

GIULIETTI, N.; ASSUMPÇÃO, R. (1995) Indústria pesqueira no Brasil. **Agricultura em São Paulo**, v.42 (2), p.95-127.

GUARUTTI, V. (2002) **Piscicultura ecológica**. São Paulo: Editora UNESP, 330p.

HAUSCHILD, M.Z.; JESWIET, J.; ALTING, L. (2005) From Life Cycle Assessment to Sustainable Production: Status and Perspectives. **Annals of the CIRP**, v.54 (2), p.335-354.

HINZ, R.T.P.; VALENTINA, L.V.D; FRANCO, A.C. (2006) Sustentabilidade ambiental das organizações através da produção mais limpa ou pela Avaliação do Ciclo de Vida. **Estudos tecnológicos**, Vol. 2, n° 2:91-98, jul/dez..

HUSSAR, G.J.et al. (2004) Uso de leitos cultivados de da vazão subsuperficial na remoção de macro nutrientes de efluentes de tanques de piscicultura. **Engenharia ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.1, n.1, p.25-34, jan./dez.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS RENOVÁVEIS (IBAMA) (2005) **Estatística da pesca**, Diretoria de Fauna e Recursos Pesqueiros, 115p.

KUBTIZA, F. (1999) **Técnicas de transporte de peixes vivos**. Jundiaí, 3ed., 51p.

LANÇAS, F.M. (1993) **Cromatografia em fase gasosa**. São Carlos: Acta, 254p.

MAI, M.G.; ZANIBONI-FILHO, E.(2005) Efeito da idade de estocagem em tanques externos no desempenho da larvicultura do dourado *Salminus brasiliensis* (Osteichthyes, Characidae). **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, Maringá, v.27, n.2, p.217-296, april/june.

MAXIMIANO, A.A.et al. (2005) Utilização de drogas veterinárias, agrotóxicos e afins em ambientes hídricos: demandas, regulamentação e considerações sobre riscos a saúde humana e ambiental. **Ciências e Saúde Coletiva**, Brasília, v.10, n.2, p.483-491.

MILLANI, T.J. (2004) **Relatório das atividades desenvolvidas durante o estágio supervisionado do curso de graduação em Zootecnia**. Pirassununga, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de alimentos, Universidade de São Paulo, 25p.

MOURAD, A.L.; GARCIA, E.E.C.; VILHENA, A. (2002) **Avaliação do Ciclo de Vida: princípios e aplicações**. Campinas: CETEA/CEMPRE, 92p.

MORAES, S.R.R.; TUROLLA, F.A. (2004) Visão geral da política e dos problemas ambientais no Brasil. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.34, n.4, abr.

MOURA, L.A.A. (2004) **Qualidade e gestão ambiental**. 4a ed. – São Paulo: Editora Juarez Oliveira, 416p.

MOTA, L.C.S. (2004) **Impacto da cobrança pelo uso da água na lucratividade e no custo dos principais setores usuários – Industrial, agropecuário e hidroelétrico.** 151p. Tese (Doutorado) – Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.

MUNGKUNG, R.T.; HAES, H.A.U.; CLIFT, R. (2006) Potentials and Limitations of Life Cycle Assessment in Setting Ecolabelling Criteria: A Case Study of Thai Shrimp Aquaculture Product. **International Journal of Life Cycle Assessment**, 11(1) 55-59.

OLIVEIRA, L.H.; FUKUSHIMA, S.E. (1998) Sistema Integrado de Gestão: o caso dos pescadores na região da grande São Paulo. **Revista Un. Alfenas**, Alfenas, v.4, p.217-214.

OSTRENSKY, A. (2002) O Milagre da multiplicação dos peixes. **Folhas Técnicas em Aqüicultura**. GIA – Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais/ Universidade Federal do Paraná.

OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. (1998) **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo.** Guaíba: Agropecuária, 211p.

OSHIRO, S.M.; NETO, P.L.O.C. (2004) ISO 14001 para aqüicultura. In: **XI SIMPEP** – Bauru, SP, Brasil, 2004.

OMETTO, A.R. (2005) **Avaliação Do Ciclo De Vida Do Álcool Etílico Hidratado Combustível Pelos Métodos Edip, Exergia E Emergia.**, 209p. Tese (Doutorado), Escola de Engenharia São Carlos, Universidade de São Paulo, 2005.

PEZZATO, L.E.; SCORVO FILHO, J.D. (2000) Situação atual da aqüicultura na região sudeste. In: **Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável.** Brasília: CNPq / Ministério da Ciência e Tecnologia, p. 303 – 323.

PIMENTEL, R. (1999) Reserva de água no planeta. **BAHIA ANÁLISES & DADOS**, Salvador-BA, v. 9, p. 118-122,

PRETTO, G. (2003) **Técnica de análise do ciclo de vida para gerenciamento ambiental de propriedades produtoras de suínos** 124p. Dissertação (mestrado), Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2003.

REBOUÇAS, A.C. (2002) Água doce no mundo e no Brasil **In: Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2ed – São Paulo: Escrituras Editora, 703p.

ROCHA, O. et al. (2005) O problema das invasões biológicas em águas doces. ROCHA, O. et al. **Espécies invasoras em água doce: estudos de caso e propostas de manejo**. São Carlos, Editora Universidade Federal de São Carlos, p.09-13.

SACHS, I. (1993) **Estratégias de transição para o século XXI: Desenvolvimento e meio ambiente**. São Paulo: Studio Nobel, Fundação do desenvolvimento administrativo (cidade aberta).

SALATI, E.; LEMOS, H.M.; SALATI, E. (2002) Água e o desenvolvimento sustentável. **In: Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2ed – São Paulo: Escrituras Editora, 703p.

SANTILLI, J. (2001) A política nacional de recursos hídricos (Lei 9.433/97) e sua implantação no Distrito Federal. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, n.24, ano 6, out-dez.

SANTOS, M.O.R.M.P (2002) **Impacto da cobrança pelo uso da água no comportamento do usuário**. 231p. Tese (Doutorado) - Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, COOPE, 2002.

SANTOS, C.A.M.L. (2006) A qualidade do pescado e a segurança dos alimentos. **In: II Simpósio de Controle de Pescado**, São Vicente, SP, 6 a 8 jul.

SAUR, K.et al. (2003) Draft Final Report of the LCM Definition Study. UNEP/SETAC **Life Cycle Initiative**, version 3.5, november 17.

SCARE, R.F. (2003) **Escassez de água e mudança institucional: análise da regulação dos recursos hídricos no Brasil**. 135p. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SEIFERT, N.F. (1998) O desafio da pesquisa ambiental. **Caderno de Ciência e Tecnologia** , Brasília, v.15, n.3, p.103-122, set-dez.

SILVA, G.C.S.; MEDEIROS, D.D. (2006) Metodologia de chekland aplicada à implementação da produção mais limpa em serviços. **Gestão & Produção**, v.13, n.3, p.411-422, set/dez.

SILVA, E.L.; MENEZES, E.M. (2005) **Metodologia de pesquisa e elaboração de dissertação**. 4^o ed. rer. atual. – Florianópolis: UFSC, 138p.

SIPAUBA-TAVARES, L.H. (2006) Adoção de boas práticas de manejo (BPM) em piscicultura para manutenção da saúde ambiental. ELER, M.N.; ESPINDOLA, E.LG. **Avaliação dos impactos de pesque-pague: Uma análise da atividade na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: RiMA, part. II, p.217-225.

SMITH, W.S. et al. (2005) As introduções de espécies de peixes exóticos e alóctones em bacias hidrográficas brasileiras. ROCHA, O. et al. **Espécies invasoras em água doce: estudos de caso e propostas de manejo**. São Carlos, Editora Universidade Federal de São Carlos, p.25-45.

SOARES, C. (2003) **Análise das implicações sociais, econômicas e ambientais relacionadas ao uso da piscicultura – caso da Fazenda Princesa do Sertão – Palhoça/SC**. 123p. Dissertação (Mestrado), Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

SOUZA, M.P. (2000) **Instrumentos de gestão ambiental: Fundamentos e práticas**. São Carlos: Ed. Riani Costa.

SONODA, D.Y. (2002) **Análise econômica de sistemas alternativos de produção de tilápias em tanques rede para diferentes mercados** – Tese (doutorado), Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, 2002.

STANDARD METHODS (1995) **for examination of water and wast water**. 19^o ed. Washington: American Public Health Association,. 1268 p.

TACHIBANA, L.et al. (2004) Desempenho de diferentes linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de reversão sexual. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, Maringá, v.26, n.3, p.305-311.

THRANE, M. (2006) LCA of Danish Fish Products. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 11 (1) 66 – 74,

TIAGO, G.G., GIANESELLA, S.M.F. (2003) O uso da água pela aquicultura: estratégias e ferramentas de implementação de gestão. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v.29(1): p.1-7.

TUCCI, C.E.M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O.M.C. (2003) Cenários da gestão da água no Brasil: Uma contribuição para “visão mundial da água”. **BAHIA ANÁLISE & DADOS**, Salvador-BA, v. 13, p. 357-370.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP) (2002) **Capítulo 1: Integração entre meio ambiente e desenvolvimento**. Tom Nebbia, Equador, Topham PicturePoint, 28p.

VENTURIERI, R. (2002) “**Pesque-Pague**” no Estado de São Paulo: vetor de desenvolvimento da piscicultura e opção de turismo e lazer. São Paulo: ECO Associação para Estudos do Meio Ambiente, 165p.

VALENTI, W.C. (2002) Aquicultura sustentável. In: **Congresso de Zootecnia**, 12º, Vila Real, Portugal, 2002, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. Anais...p.111-118.

WENZEL, H.; HAUSCHILD, M.; ALTING, L. (1997). **Environmental Assessment of Products**. Bonton/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publisehrs. v.1 e 2.

XAVIER, J.H.V.; CALDEIRA-PIRES, A. (2004) 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.

ZIMMERMANN, S. (2001) **Estado atual e tendências da moderna aquicultura**. In: Fundamentos da moderna aquicultura. Canoas: ULBRA , p. 191 – 199.