



Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

PAMELA CRISTINA E SANTOS

**QUALIDADE DA ÁGUA COMO PARÂMETRO DE AVALIAÇÃO DO
IMPACTO AMBIENTAL DA PISCICULTURA**

Assis - SP
2010

PAMELA CRISTINA E SANTOS

QUALIDADE DA ÁGUA COMO PARÂMETRO DE AVALIAÇÃO DO
IMPACTO AMBIENTAL DA PISCICULTURA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação.

Orientador: Prof. Ms. Nilson José dos Santos

Área de Concentração: Química

Assis
2010

FICHA CATALOGRÁFICA

SANTOS, Pamela Cristina e

Qualidade da água como parâmetro de avaliação do impacto ambiental da piscicultura/ Pamela Cristina e Santos. Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA - Assis, 2010.

p. 61.

Orientador: Prof. Ms. Nilson José dos Santos.

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

1. Piscicultura. 2. Aquicultura. 3. Qualidade da água.

CDD:660
Biblioteca da FEMA

QUALIDADE DA ÁGUA COMO PARÂMETRO DE AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA PISCICULTURA

PAMELA CRISTINA E SANTOS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Municipal
de Ensino Superior de Assis, como
requisito do Curso de Graduação,
analisado pela seguinte comissão
examinadora:

Orientador: Prof. Ms. Nilson José dos Santos

Analisador: Prof^a. Dra. Rosângela Aguilari da Silva

Assis
2010

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, que me ensinaram e me mostraram como ser uma pessoa de caráter, uma pessoa que erra, mas que aprende com os erros, e que busca sempre melhorar.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Ms. Nilson José dos Santos, pela orientação deste trabalho.

A todos os colegas de sala e professores, em especial aos amigos Graciele, Ana Paula, Jarley e Rando que sempre estiveram ao meu lado em todas as horas difíceis ou não, pela amizade sincera que nós construímos, á Bruna por ter me ajudado a fazer as análises para o trabalho, ao Aleicho por ter permitido que eu trabalhasse no CEPECI e a todos que colaboraram direta ou indiretamente, na execução deste trabalho.

A toda minha família, meu pai Erasmo, minha mãe Marinete, e meus irmãos Fabiano, Flávio e Daiane, e ao meu namorado Júlio, pessoas aquém eu amo muito, pela confiança em mim depositada, pela paciência e principalmente pelo amor para comigo.

O impossível existe até quando
alguém duvide dele e prove o
contrário.

Albert Einstein
(1879-1955)

RESUMO

O surgimento e o desenvolvimento da piscicultura e da aquicultura estão ligados, de um modo geral, à necessidade crescente do consumo de alimentos e a um controle maior da produção, e exigências do mercado. No Brasil a piscicultura é considerada recente e vem crescendo a cada ano. Este crescimento se não regulamentado pode causar prejuízos ao solo, aos cursos d'água causando doenças, introduzindo substâncias tóxicas ao meio, alterando os parâmetros essenciais para a qualidade da água e para a vida dos peixes como também aos outros organismos ali presentes. Este trabalho teve como objetivo medir qual o grau de impacto gerado pela piscicultura em tanques escavados, comparando os parâmetros físico-químicos da água de origem com a água de lançamento. A degradação da água em tanques de piscicultura vai depender de vários fatores, dois deles são a espécie de peixe à ser cultivada e as condições dos tanques, esta degradação gerada deve ser monitorada para que o impacto não seja significativo. Para as análises, foram coletadas amostras da entrada e saída de tanques de duas propriedades, A e B, onde foram analisados os seguintes parâmetros: pH, alcalinidade, turbidez, condutividade, temperatura, sólidos totais dissolvidos, dureza e amônia, os resultados obtidos, quando comparados com a Resolução do CONAMA 357/2005, mostraram que alguns parâmetros tiveram alterações desprezíveis ou muito pequenas, entretanto, um dos tanques apresentou teor de amônia sete vezes maior do que o permitido pela resolução. Somente com essas análises não é possível afirmar o grau de impacto que a referida atividade impõe ao meio, todavia, esses resultados mostram a necessidade de realizar um trabalho de acompanhamento ao longo do tempo para monitorar as alterações e a qualidade da água de lançamento.

Palavras-chave: Piscicultura; aquicultura; qualidade da água.

ABSTRACT

The emergence and development of pisciculture and aquaculture are linked, generally, the growing need of food consumption and greater control of production and market requirements. In Brazil, the pisciculture is considered a recent technique and is growing every year. This growth is not regulated can cause damage to soils, water courses causing disease by introducing toxic substances to the environment, changing the key parameters for water quality and fish life, but also to other organisms present there. This study aimed to measure the degree of impact caused by pisciculture in ponds, comparing the physical and chemical parameters of the water source to water release. The degradation of water in fish ponds will depend on several factors, two then are fish to be cultivated and conditions of the tanks, this degradation generated should be monitored so that the impact is not significant. For analysis, samples of input and output properties of two tanks, A and B, which analyzed the following parameters: pH, alkalinity, turbidity, conductivity, temperature, total dissolved solids, hardness and ammonia, the results obtained, compared with CONAMA resolution 357/2005, showed that some parameters had negligible or very small changes, however, one of the tanks showed ammonia content seven times higher than allowed by the cited resolution. Only with this analysis is not possible to establish the degree of impact that this activity requires the means, however, these results show the need for a follow-up work over time to monitoring changes and water quality release.

Keywords: Pisciculture; aquaculture; water quality.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Principais eventos da piscicultura no mundo.....	18
Tabela 2 – Classificação das águas em função da salinidade	21
Tabela 3 – Principais espécies de peixes produzidas no Brasil	23
Tabela 4 – Principais parâmetros para a qualidade da água na piscicultura ..	29
Tabela 5 – Efeito do pH no crescimento dos peixes.....	31
Tabela 6 – Relação entre a medida (centímetros) da transparência comparada com efeito causado.....	33
Tabela 7 – Dados comparativos dos parâmetros da qualidade da água com os parâmetros do CONAMA 357/2005.....	39
Tabela 8 – Exemplos de atividades relacionadas com o ensino ambiental que podem ser feitas no ensino médio.....	44
Tabela 9 – Número de questões com o tema água nas provas do ENEN	46
Tabela 10 – Alcalinidade.....	53
Tabela 11 – Dureza.....	54
Tabela 12 – pH.....	54
Tabela 13 – Turbidez.....	55
Tabela 14 – Condutividade.....	55
Tabela 15 – Temperatura e Sólidos Totais Dissolvidos.....	56
Tabela 16 – Amônia.....	57

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Espécies criadas no Brasil.....	24
Figura 2 – Espécies oriundas da China.....	25
Figura 3 – Espécies de tilápias cultivadas no Brasil.....	26
Figura 4 – O tema “água” como assunto interdisciplinar	41
Figura 5 – Proposta para o ensino de química no ensino médio.....	42
Figura 6 – Ciclo hidrológico.	43
Figura 7 – Porcentagem de questões com o tema água nas provas do ENEM de 1998 á 2009.	47

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. PISCICULTURA	15
2.1 HISTÓRICO.....	15
2.2 AQUICULTURA.....	19
2.3 TIPOS DE PEIXES CRIADOS NO BRASIL	22
2.3.1 Espécies Exóticas.....	23
2.4 ÁGUA NA PISCICULTURA (QUALIDADE NECESSÁRIA).....	26
2.4.1 Temperatura	29
2.4.2 Oxigênio dissolvido	30
2.4.3 pH	31
2.4.4 Amônia e nitrito.....	32
2.4.5 Condutividade elétrica.....	32
2.4.6 Transparência	33
2.4.7 Turbidez	34
2.4.8 Dureza total	34
2.4.9 Alcalinidade total	35
2.4.10 Sólidos totais dissolvidos.....	35
3. IMPACTO AMBIENTAL DA PISCICULTURA.....	36
3.1 SOLO.....	36
3.2 ÁGUA (DESCARTADA).....	37
4. O TEMA ÁGUA COMO CONTEÚDO DO ENSINO MÉDIO.	41
4.1 O QUE OS LIVROS DIDÁTICOS TRAZEM SOBRE A ÁGUA.....	41

4.2	TEMA ÁGUA NO ENSINO AMBIENTAL.....	43
4.3	ABORDAGEM DO TEMA ÁGUA NO MATERIAL DIDÁTICO DO ENSINO MÉDIO NA REDE PÚBLICA.....	45
4.4	COMO APARECE ESTE TEMA NO ENEM.....	45
5.	METODOLOGIA	48
5.1	MATERIAS E REAGENTES.....	48
5.1.1	Materiais de laboratório.....	48
5.1.2	Soluções	48
5.1.3	Aparelhagem	49
5.2	MÉTODOS.....	49
5.2.1	pH.....	49
5.2.2	Alcalinidade.....	50
5.2.3	Turbidez.....	50
5.2.4	Condutividade	50
5.2.5	Temperatura	51
5.2.6	Sólidos totais dissolvidos (STD)	51
5.2.7	Dureza	51
5.2.9	Amônia.....	52
6.	RESULTADOS	53
7.	CONCLUSÃO.....	58
	REFERÊNCIAS	59

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura é uma prática muito antiga desenvolvida a milhares de anos, com início na Ásia e Europa, com o passar dos anos e séculos se espalhou para os outros continentes, esta prática é representada, principalmente pelo cultivo de peixes, chamado de piscicultura, no Brasil esta prática é considerada recente, tendo início no século XVII. Com o passar dos anos muitas técnicas foram desenvolvidas com o intuito de melhorar as condições de quem pratica a aquicultura, mais especificamente a piscicultura.

O Brasil possui um enorme potencial aquícola, por apresentar condições adequadas e necessárias à prática, com 8,4 mil quilômetros de costa marítima, 5,5 milhões de hectares de reservatórios de águas doces, clima favorável, terras, mão de obra e crescente demanda por pescado, tanto no mercado interno quanto no externo. Devido a essas características favoráveis somadas à expansão populacional e a crescente procura por alimentos mais saudáveis, a piscicultura é uma das práticas que mais crescem no país, aumentando consideravelmente as áreas destinadas à mesma.

Em termos econômicos este crescimento, representa a certeza de retorno financeiro, porém tal atividade quando observada pela ótica ambiental pode gerar algum tipo de impacto, assim como qualquer outra atividade industrial, porém neste caso tal interferência varia com a espécie de peixe cultivada, a intensidade do cultivo, os tipos de recursos que utiliza entre outros. O impacto ambiental proveniente da piscicultura atinge os solos, causando erosão, assoreamento dos rios e dos reservatórios diminuindo a qualidade da água, já o impacto sobre as águas é devido principalmente à prática da piscicultura. O processo pelo qual pode ocorrer a degradação segue as seguintes etapas: a água de um rio é desviada para um tanque de piscicultura, ali ela entra em contato com os peixes, com o alimento consumido por eles, com seus excrementos, quando essa água é lançada de volta para o corpo d'água, ela irá conter todo o resíduo gerado durante o cultivo e estará rica em matéria orgânica e inorgânica. Portanto o efluente do sistema terá

características diversas daquelas iniciais, ou seja, o resíduo da piscicultura que é efetivamente descartado *in natura*, no meio ambiente, apresenta alterações em suas características físico-químicas e biológicas quando comparadas aos valores iniciais (água de entrada).

A caracterização e o acompanhamento da qualidade desta água de lançamento são necessários, pois esta pode causar prejuízos aos cursos d'água, causando doenças, introduzindo substâncias tóxicas ao meio, aumentando a turbidez e a temperatura da água, diminuindo o oxigênio que ali está dissolvido entre outros problemas, ocasionando possíveis danos ao ecossistema local.

A sociedade atual tem mostrado uma grande preocupação com relação ao meio ambiente, isso pode ser comprovado através de vários tratados internacionais, como por exemplo, o Protocolo de Kyoto que aborda a redução da emissão dos gases responsáveis pelo efeito estufa, a ECO-92 que aconteceu no Rio de Janeiro em 1992 e tinha como objetivo principal buscar meios de conciliar o desenvolvimento sócio-econômico com a conservação e proteção dos ecossistemas da Terra, entre outros.

Com o aumento considerável da piscicultura, nos últimos anos, o impacto gerado por essa atividade passa a ser significativo. Sendo que o cultivo de peixes passou a ser considerado uma prática geradora de impacto ambiental, que degrada o solo, córregos, rios, lagos podendo chegar até aos mares. Existem várias leis e Resoluções que relatam sobre o descarte de água em efluentes, sendo as principais a Resolução CONAMA 357/2005, Decreto de lei 8.468/1976, entre outros.

Devido aos fatos e situações acima descritos, existe a necessidade de um estudo mais aprimorado sobre o tema visto que, apesar do grande número de trabalhos sobre piscicultura, ainda existe uma carência de estudos relacionados com a água de lançamento.

Desta feita, o presente trabalho tem como objetivo medir qual o grau de impacto gerado pela piscicultura em tanques escavados, comparando os parâmetros físico-químicos da água de origem com a água de lançamento.

2. PISCICULTURA

2.1 HISTÓRICO

Do momento em que surgiu a piscicultura até hoje, ela vem passando por modificações em todos os países em que é praticada, isso devido á fatores sociais, econômicos e ambientais de cada um. (SILVA et al., 2005, p.38)

Alguns acontecimentos foram muito importantes para determinar a evolução da piscicultura, a sua trajetória mundial foi dividida em quatro grandes períodos que estão divididos em Antiguidade, Idade Média, Século XIX e Século XX. (SILVA et al., 2005, p.39)

BILLARD (2003 apud SILVA et al., 2005, p.40) afirma que:

Segundo alguns documentos originários na China, Egito e Roma, a aquicultura é uma atividade muito antiga, esses documentos atestam que eram praticadas criações de animais aquáticos, como peixes e moluscos nessas regiões entre 3.000 e 4.000. No Egito há indícios espalhados em desenhos que mostravam peixes sendo capturadas em um tanque na tumba de Aktihetep, mais especificamente a tilápia, mas apesar de a aquicultura ser tão antiga seu desenvolvimento é relativamente recente.

A mais remota referência sobre criação de peixes é uma obra chamada “Tratado de Fan Li”, escrita na China há 2.500 anos. O autor da obra acreditava que a piscicultura era uma atividade capaz de gerar riquezas e melhorar a vida da população, e então a recomendou como sendo a melhor forma de ganhar dinheiro na época. (SILVA et al., 2005, p.40)

As técnicas de piscicultura desenvolvidas pelos chineses, como a utilização de matéria orgânica para fertilização de viveiros, entre outras, eram passadas de uma geração para outra. Esses conhecimentos eram ainda difundidos, pelos chineses que imigraram para países como Tailândia, Indonésia e outras regiões da Ásia, a partir destes conhecimentos os agricultores locais passaram a praticar a piscicultura e começaram a utilizar novas espécies e métodos de criação de peixes, como por exemplo o uso de gaiolas de bambu imersa em água corrente, uma técnica que segundo AVAULT (1996) seria percussora dos atuais tanques-rede. ((SILVA et al., 2005 p.41)

De acordo com HUET (1970 apud SILVA et al., 2005 p.42 e 43)

A Europa Central é considerada o centro do nascimento da piscicultura da Idade Média. O desenvolvimento da atividade está relacionado com os mosteiros. O peixe era um alimento permitido durante os períodos de jejum dos religiosos. Portanto, a prática religiosa induziu o consumo de peixes e como consequência, a piscicultura foi a forma encontrada para atender a demanda dos religiosos.

Algumas transformações na piscicultura marcaram o século XIX, na Europa a abundância de alimentos em algumas regiões provocou a redução na criação de algumas espécies de peixes. Porém, em outras regiões, ocorreram mudanças significativas na piscicultura, havendo uma evolução, sobretudo na alimentação dos peixes, com a adoção de alimentos artificiais, ocorrendo uma renovação das técnicas de criação.

O século XX teve muitos avanços técnicos na piscicultura que foram significativos para muitas regiões do mundo. Segundo SILVA et al. (2005), todo o progresso obtido está relacionado ao desenvolvimento da reprodução e incubação artificial, utilização de alimentos concentrados e ao desenvolvimento de técnicas e dos meios de transportes para ovos, larvas, alevinos e peixes adultos.

Uma técnica que começou a ser utilizada na China, amplamente desenvolvida ao longo do tempo em outros países da Ásia, e que foi um importante evento no

continente europeu na segunda metade do século XX foi o policultivo, que consistia na utilização de carpa comum e as carpas chinesas. A reprodução artificial dessas espécies foi desenvolvida na URSS, em 1959 e 1960, foi introduzida na Hungria, Romênia e em outros países do Leste Europeu. (SILVA et al., 2005 p.44)

FAO (1998 apud SILVA et al., 2005, p.45) diz que:

Depois da Segunda Guerra Mundial, aconteceu no continente africano um significativo crescimento da piscicultura por causa de um conjunto de ações governamentais, mas que retraíram devido aos problemas políticos enfrentados na região. Essas ações estavam associadas a objetivos como o melhoramento nutricional da população rural, geração de renda complementar, diversificação de atividades e criação de empregos nas comunidades rurais onde as oportunidades de trabalho eram pequenas. Porém, na década de 60, a piscicultura chegou mesmo a regredir acentuadamente no continente africano devido a problemas de segurança na ocupação das terras, pequena disponibilidade de mão-de-obra e insumos, seca e políticas públicas inadequadas.

Na tabela seguinte está o resumo da trajetória da piscicultura no mundo.

Época	Evento	Região	Espécie
Antiguidade	Início da Piscicultura	China e Egito	Carpa comum e Tilápia
Idade Média	Ampliação da cigrinicultura	Europa	Carpa comum
Século XIX	Método Dubisch de reprodução	Europa Central	Carpa comum
	Utilização de alimentos artificiais	Europa Central	
	Reprodução artificial para repovoamento de rios	França, Escócia e Alemanha.	Salmonídeos
Início do século XX	Propagação artificial. Hipofiseação	Argentina e Brasil	Argentinas e Brasileiras
Anos 60	Reprodução e incubação artificial	URSS, Europa Central e China.	Carpas Chinesas
	Produção comercial	Europa, América do Norte e Japão.	Salmonídeos
Anos 70 e 80	Domesticação de varias espécies	Mundo	Salmão, esturjões, bar, silure.
	Reversão sexual da Tilápia do Nilo	Filipinas e Tailândia	Tilápia do Nilo

Tabela 1 – Principais eventos da piscicultura no mundo (In: SILVA et al., 2005 p.132).

A China e a Europa tiveram uma enorme importância para a piscicultura no Brasil, ajudaram na construção da base técnica do que se pratica aqui. A nossa piscicultura é considerada muito recente comparada com a da Ásia e Europa, e teve desenvolvimento inspirada nas técnicas desenvolvidas nesses continentes incluindo a África e a América do Norte, que se constituíram em referências devido às publicações existentes e ao intercâmbio entre profissionais em momentos históricos distintos. (SILVA et al., 2005 p.76)

SILVA (2005), afirma que “as primeiras ações realizadas com o objetivo de praticar a piscicultura no Brasil foram feitas por Maurício de Nassau, governador geral das possessões holandesas, que permaneceu no Brasil entre 1637 e 1644”.

Em 1904, a Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo importou a carpa comum dos EUA com a finalidade de difundir a piscicultura. Os trabalhos desenvolvidos pelo cientista brasileiro Rodolpho Theodor Wilhelm Von Ihering com

espécies nativas, foi o fato de maior impacto para a época, teve uma enorme repercussão não somente no Brasil, mas também no exterior. Rodolpho Von Lhering, que é considerado o pai da piscicultura brasileira, a partir da sua admissão, em 1927, pelo Instituto Biológico da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo, iniciou em Pirassununga, Piracicaba e Salto do Itu, junto com colaboradores, trabalhos com espécies brasileiras como Curimbatá (*Prochilodus lineatus*), Dourado (*Salminus maxillosus*), Piracanjuba (*Brycon lundii*), Mandi Guaçu (*Pimelodus maculatus*) e outras, objetivando viabilizá-las para o desenvolvimento da piscicultura nacional. (SILVA et al., 2005, p.56)

Em 1938, foi fundada a Estação Experimental de Caça e Pesca. Em 1946, passou a ser denominada Estação Experimental de Biologia e Piscicultura de Pirassununga, pioneira no Brasil, que se dedicou a desenvolver pesquisas em cinco áreas: ambiente, pesca biologia de peixes, dinâmica de populações e piscicultura. (SILVA et al., 2005)

Em 1932, foi criada a Comissão Técnica de Piscicultura do Nordeste (CTPN) subordinada à Secretaria da Agricultura. Em 1933, Rodolpho Von Lhering assumiu a direção da CTPN devido aos bons resultados obtidos em suas pesquisas. Entre 1966 e 1977 esteve em vigor um convênio com a Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional (USAID), que permitiu o intercâmbio entre profissionais do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) e da Universidade de Auburn, nos EUA (Estados Unidos da América), com o objetivo de desenvolver a piscicultura na região Nordeste com base na obtenção e difusão de tecnologia. A intenção do referido convênio era intensificar tecnicamente a atividade. (SILVA et al., 2005)

2.2 AQUICULTURA

A pesca extrativista é uma incerteza para aqueles que dela necessitam, quando os pescadores se lançam ao mar com suas embarcações, não sabem o que, nem o quanto ou a qualidade do produto que trarão á terra, nem tão pouco em quanto

tempo isso vai ocorrer fora os perigos que podem ter no mar. Essas situações são incertezas que foram reduzidas com a aquicultura. (MINISTERIO DA EDUCAÇÃO, 2006)

Além dos pontos citados acima, a pesca extrativista já atingiu o limite máximo sustentável de captura, com todos esses fatores a aquicultura passou a ser incentivado, e muitos pescadores trocaram as incertezas pelos tanques-rede, que lhes garantem sobrevivência e melhoram a qualidade de vida. (MINISTERIO DA EDUCAÇÃO, 2006)

Segundo TAICON (2003 apud SILVA et al., 2005, p.01)

Aqüicultura é um termo que se refere a um conjunto de criações de organismos que vivem parte ou a totalidade de suas vidas no meio aquático, tais como peixes, moluscos, anfíbio, répteis, crustáceos e algas. Para um produto ser considerado de origem aquícola, é necessário que durante o seu processo de criação ou cultivo haja algum tipo de intervenção humana que tenha como objetivo o aumento da produção, tais como adubação, integração com outras espécies, alimentação artificial, controle populacional, proteção contra predadores, aeração artificial, etc. Exige-se, também, que a unidade de produção tenha um proprietário individual ou coletivo que as diferencie dos corpos d'água públicos.

Em relação ao ambiente onde é praticada, a aquicultura pode ser classificada em marinha, de água doce ou salobra. (SILVA et al.,2005, p.01)

A definição para águas doces, salobras e salinas é especificada na Resolução CONAMA nº 357 de 2005, os parâmetros de classificação são mostrados na tabela abaixo.

Tipo de Água	Salinidade (‰ m/m)
Doce	≤ 0,5
Salobra	> 0,5 e < 30
Salina	≥ 30

Tabela 2 – Classificação das águas em função da salinidade (CONAMA, 2005).

Esta mesma resolução apresenta as classes de água onde a atividade de cultivo é compatível com os limites máximos admissíveis para parâmetros físicos, químicos e hidrobiológicos. A água para a aquicultura (piscicultura) se enquadra na Classe 2 da Resolução do CONAMA 357/05 (BINDA, 2006, p.06)

O setor é dividido em: carcinocultura, piscicultura, ranicultura, ostreicultura, malacocultura, mitilicultura, e algocultura. Onde carcinocultura é criação de camarão, caranguejo, siri e caramujo, piscicultura é criação de peixes, ranicultura é criação de rãs, ostreicultura é criação de ostras, malacocultura é criação de molusco, mitilicultura é criação de mexilhões, e algocultura é criação de algas.

O Brasil possui 8,4 mil quilômetros de costa marítima, 5,5 milhões de hectares de reservatórios de águas doces, isso significa aproximadamente 12% da água doce disponível no planeta, e ainda possui clima favorável, terras, mão de obra e crescente demanda por pescado nos mercados interno e externo. (MINISTERIO DA EDUCAÇÃO, 2006)

O Brasil se destaca como um dos países de maior potencial para a expansão da aquicultura, neste momento em que é crescente a demanda mundial por alimentos de origem aquática – não apenas em função da expansão populacional, mas também pela preferência por alimentos mais saudáveis. (QUEIROZ, 2002, p.11)

Em relação ao panorama nacional, verificou-se que a produção da indústria da aquicultura no ano de 2000 foi de aproximadamente 140 mil toneladas. Os principais grupos de organismos aquáticos produzidos no País são os peixes de água doce, camarões marinhos, ostras e mexilhões, camarões de água doce e rãs. O cultivo de peixes de água doce ocorre em todo o País e corresponde a 80% da produção aquícola nacional, seguido pelos camarões marinhos, com 14%. Atualmente estão sendo cultivadas mais de 64 espécies de organismos aquáticos no Brasil. As

espécies mais cultivadas são as tilápias e as carpas, seguidas pelos tambaquis, surubins, camarões de água salgada e moluscos. (QUEIROZ, 2002, p.16)

Atualmente, uma das maiores preocupações do setor aquícola regional é a qualidade da água e dos efluentes, e também das condições sanitárias dos sistemas de cultivo. O transporte de peixes para esses empreendimentos em geral, e para os pesque-pague em particular, tem sido efetuado sem qualquer vigilância sanitária, o que significa que estudos relacionados ao impacto sobre as populações de espécies nativas devem ser considerados prioritários. (QUEIROZ, 2002, p.20)

2.3 TIPOS DE PEIXES CRIADOS NO BRASIL

O Brasil possui um dos maiores potenciais para o desenvolvimento de piscicultura do mundo, isso acontece devido ao seu clima, diversidade de espécies, quantidade de água, tipo e extensão de solo e facilidade de acesso aos locais de produção. (CECCARELLI, 2000)

Considerando esta grande diversidade de peixes, existem características que são desejáveis para o cultivo dos mesmos, tais como: reprodução em cativeiro, precocidade, hábito alimentar onívoro, bom sabor e aspecto, boa conversão alimentar, rusticidade, tolerância a altas densidades, e resistência a doenças.

Segundo CARNEIRO (2009) as principais espécies cultivadas no Brasil são:

Espécie	Tonelada
Carpa*	42490,5
Tilápia*	67850,5
Tambaqui	25011,0
Tambacu	10874,5
Pacu	9044,0
Piau	4066,5
Tambatinga	2494,5
Curimatá	2413,0
Truta*	2351,5
Bagre-Americano*	1684,5
Matrinã	1517,5
Pintado	1245,5
Jundiá	577,5
Piraputanga	534,0
Piratininga	327,5
Bagre-Africano*	224,0
Traíra	115,0
Aracu	92,0
Pirarucu	9,0
Outros	5824,0
Total	179746,0

* Espécies exóticas.

Tabela 3 – Principais espécies de peixes produzidas no Brasil. (In: IBAMA, 2005 apud CARNEIRO 2009)

2.3.1 Espécies Exóticas

As espécies de peixes introduzidas em um ecossistema do qual não fazem parte são denominadas exóticas. (MORENO, 2007)

Estão no grupo de espécies exóticas as carpas, tilápias, trutas, bagre-americano e bagre-africano, tendo como principais as carpas e as tilápias, por possuírem maior produção anual. (CARNEIRO, 2009)

As carpas estão divididas em:

Espécies criadas (não migratórias), que são: Carpa comum (*Cyprinus carpio communis*): espécie mais utilizada em tudo o mundo, atinge 0,8 a 1 kg em um ano, se alimenta basicamente de onívoras e bentos; Carpa espelho (*Cyprinus carpio*

specularis); Carpa real (*Cyprinus carpio specularis*, var. que não tem escama na linha lateral); Carpa colorida (*Cyprinus carpio auratus*); Espécies chinesas (reofilicas); Carpa capim (*Ctenopharingodon iidella*) – herbívora, tem ingestão de até 30% o seu peso ao dia, produz muita eutrofização (esterco); Carpa prateada (*Hypophtalmichthis molitrix*) – fitoplantófaga, possui crescimento rápido; Carpa cabeça grande (*Aristichthys nobilis*) – zooplantófoga, possui crescimento rápido. (CARNEIRO, 2009)



Figura 1 – Espécies criadas no Brasil.

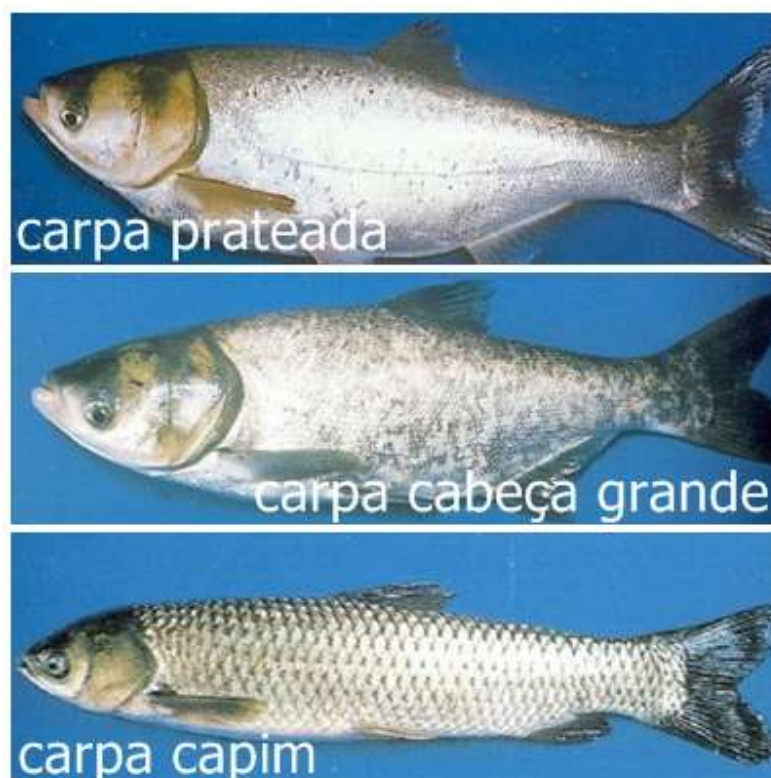


Figura 2 – Espécies oriundas da China.

As tilápias são o 2º grupo mais importante, possuem 70 espécies e 100 subespécies, 4 gêneros na tribo Tilapini (Família CICHLIDAE): *Tilapia*, *Oreochromis*, *Sarotherodon*, *Danakila*. Desses 4 gêneros apenas 3 foram introduzidos no Brasil: Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), pode alcançar cerca de 5kg; Tilápia Rendali (*Tilapia rendali*), com cerca de 1 kg; Tilápia Zanzibar (*Sarotherodon hornorum*), de coloração escura e maxilas protáteis. (CARNEIRO, 2009)



Figura 3 – Espécies de tilápias cultivadas no Brasil.

2.4 ÁGUA NA PISCICULTURA (QUALIDADE NECESSÁRIA)

Os peixes influenciam na qualidade da água por meio de processos como eliminação de dejetos e respiração. A quantidade de ração fornecida também influencia diretamente na qualidade da água, ao ser oferecido grande quantidade de alimento aos peixes, ocorrerá à poluição do tanque. (SILVA et al., 2003, p.03)

Na criação de peixes, o piscicultor deve ter conhecimento da qualidade, quantidade e a origem da água, devendo obedecer a normas e parâmetros de projetos, além da avaliação quantitativa e qualitativa da água utilizada para suprir as necessidades dos empreendimentos. A qualidade da água em tanques de piscicultura é resultado de

influências externas como a qualidade da fonte da água, características do solo, clima, introdução de alimentos, etc., e de aspectos internos como a densidade de peixes, processos físico-químicos e biológicos. (SILVA, 2007, p.03)

Águas de rios, riachos e de reservatórios, geralmente são boas fontes para a piscicultura, contanto que não sejam poluídas com dejetos industriais e/ou inseticidas ou metais pesados. Águas de nascentes podem ser utilizadas desde que sofram aeração. O uso de águas subterrâneas geralmente implica em custos elevados para sua extração e abastecimento contínuo. (ITAIPU)

A qualidade da água está diretamente associada à saúde dos peixes. Podemos identificar três categorias de água utilizadas na piscicultura: a água oriunda de fontes, nascentes, represas, lagos ou córregos; a água de uso, que é utilizada no próprio sistema, nos tanques, viveiros, lagos; a água de lançamento, que é a oriunda do sistema, com todos os resíduos. (ESCOPESCA, 2008)

A qualidade da água também depende do tipo de solo e da contaminação do solo por agrotóxicos e outras substâncias prejudiciais à manutenção da criação. (ESCOPESCA, 2008, p.55)

SOUZA et al. (2000 apud SILVA, 2007, p.19) diz que:

A qualidade em tanques de pisciculturas pode ser alterada pela introdução de qualquer substância e pelo manejo em viveiros, os quais nem sempre são favoráveis ao desenvolvimento e à sobrevivência dos organismos aquáticos.

Outros fatores que também influenciam são as diferenças ambientais, tamanho, profundidade e vazão. (SILVA, 2007, p.19)

No Brasil, o instrumento responsável pelo controle desses padrões é a resolução 357/2005 – CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), que detém o controle sobre 13 classes, indicadores de qualidade de águas e mais 90 substâncias potencialmente prejudiciais. A resolução contempla ainda padrões para corpos de

água onde haja pesca ou cultivo de organismos aquáticos para fins de consumo intensivo. As classes estão subdivididas em águas doces, salinas e salobras, de acordo com o uso a que se destina.

Existem condições que são essenciais para implantação de uma piscicultura, um exemplo é o terreno que tem que ter água em quantidade e qualidade suficientes para sua manutenção. O piscicultor deve ter água suficiente para encher ou renovar todo o viveiro em no máximo 15-20 dias. (SILVA, 2007, p.12)

Segundo TOLEDO e CASTRO (2001, p.02) às variáveis físico-químicas que são consideradas mais apropriadas à qualificação da água de viveiros são: oxigênio dissolvido; pH; dióxido de carbono livre; alcalinidade total; dureza; condutividade elétrica; temperatura; transparência; nutrientes; abundância de plâncton.

O acompanhamento da qualidade da água é um fator muito importante, que tem que ser feito para evitar surpresas desagradáveis, como o estresse e a morte dos organismos criados, mas também visando um adequado manejo do sistema de criação, contando com a melhor utilização da própria água, com o controle da alimentação e do comportamento dos organismos. As propriedades físicas e químicas são muito importantes na criação de organismos aquáticos e devem ser mantidas dentro dos limites tolerados para cada espécie. O controle diário ou semanal dos parâmetros físico-químicos da água pode ser realizado através de aparelhos eletrônicos ou kits de análise de água. (ITAIPU, p.18)

Principais parâmetros de qualidade da água para a criação de peixes	
Temperatura	20 a 30° C
Oxigênio dissolvido (OD)	≥ 5 mg/L
Sólidos Totais Dissolvidos (STD)	500 mg/L
pH	6,5 a 8,5
Amônia	< 0,05 mg/L
Nitrito	0 mg/L
Condutividade elétrica	20 a 100 µS/cm
Transparência	30 a 50 cm
Turbidez	100 NTU
Dureza total	50 a 80 mg CaCO ₃ /L*
Alcalinidade total	20 a 300 mg CaCO ₃ /L*

* Estes valores podem ser maiores de acordo com a riqueza de fitoplâncton da água.

Tabela 4 – Principais parâmetros para a qualidade da água na piscicultura. (In; kubitza, 2003)

A melhor forma de verificar a qualidade da água é observando se existe vida, as presenças de peixes, insetos, plantas indicam essa qualidade, a ausência deles pode indicar que nessa água tenha algum fator limitante para suas existências. (KUBITZA, 2003, p. 28)

A água deve ter componentes na quantidade certa, pois a produção de um viveiro está relacionada com a qualidade da água que o abastece. O acompanhamento de alguns fatores ajuda a determinar a qualidade da água. Tais como: (ITAIPU, p.76 e 77)

2.4.1 Temperatura

A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de variáveis físico-químicas. Em geral, à medida que a temperatura aumenta de 0 a 30°C, a viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de

vaporização diminuem, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam. (CETESB, 2010)

É um dos fatores mais relevantes na piscicultura, pois os peixes são animais de sangue frio, onde a temperatura do corpo varia com a temperatura da água e todo metabolismo dos peixes é afetado. (ITAIPU, p.77). Uma temperatura de entre 20 e 30 graus centígrados é geralmente adequada para a piscicultura. (EER et al., 2004, p.15). O aumento e a diminuição da temperatura podem afetar o consumo de alimento, o crescimento, a tolerância ao manuseio, e o aparecimento de doenças. (KUBITZA, 2003, p. 30)

2.4.2 Oxigênio dissolvido

O oxigênio é indispensável para quase todas as funções vitais nos organismos vivos. Encontra-se na água em quantidade variável, mas quase sempre em concentrações superiores a dos demais gases dissolvidos na água. (ITAIPU, p.77).

Uma fonte de oxigênio nas águas é o oxigênio proveniente da atmosfera, que se dissolve nas águas naturais, devido à diferença de pressão parcial, outra fonte é a fotossíntese de algas. (CETESB, 2010)

Quando próximo da saturação de oxigênio nas águas, os peixes se alimentam melhor, apresentam melhores condições de saúde e crescem mais rápido. (KUBITZA, 2003, p. 180)

A falta de oxigênio causa a morte de indivíduos, e baixas concentrações do mesmo provocam uma ampla variedade de respostas, limitando a distribuição ou as atividades dos peixes e envolvem a fisiologia, bioenergética, comportamento e crescimento, bem como a habilidade dos peixes para aclimatar-se a diferentes concentrações de oxigênio. (OLIVEIRA e GOULART, 2000, pg 447)

2.4.3 pH

O pH atua diretamente nos processos da membrana celular interferindo no transporte iônico intra e extra celular e entre os organismos e o meio, os íons H^+ apresentam reação ácida, enquanto os íons OH^- apresentam reação alcalina ou básica. A faixa adequada para o crescimento da maioria das espécies de peixes de água doce varia entre 6,5 a 8,5, porém esta variação deve ser a menor possível durante o dia. Valores extremos de pH danificam a superfície das brânquias, levando à morte, pois o pH afeta a toxidez de vários poluentes e metais pesados e na disponibilidade de nutrientes. (ITAIPU, p.80). O pH de 6.5 favorece o aparecimento de pequenos animais (zooplankton) no tanque para o alimento e crescimento de peixe. (EER, 2004, p44)

Um pH baixo no ambiente pode, além de provocar a morte, apresentar vários efeitos indiretos sobre os peixes, como, a redução do potencial reprodutivo em função de falha no metabolismo do cálcio e ausência da deposição de proteínas nos ovócitos, perda de sal corpóreo, redução da capacidade da hemoglobina de transportar oxigênio e também a diminuição da atividade locomotora e alimentação. (OLIVEIRA e GOULART, 2000, pg. 447)

Na tabela abaixo está sendo mostrada a variação de pH que interfere no crescimento dos peixes.

Crescimento de peixes					
Efeito	Morte	Crescimento lento	Crescimento saudável	Crescimento lento	Morte
pH	4	5 e 6	7 e 8	9 e 10	11

Tabela 5 – Efeito do pH no crescimento dos peixes. (In: Eer; Schie; Hilbrands, 2004, p. 43).

2.4.4 Amônia e nitrito

A amônia é a principal forma de excreção dos resíduos nitrogenados dos peixes provenientes do metabolismo das proteínas. As formas da amônia no ambiente são: NH_3 forma não ionizada e tóxica aos peixes e NH_4^+ , forma ionizada pouco tóxica aos peixes sendo que valores de NH_3 acima de 0,05mg/L podem prejudicar o desempenho dos peixes. A amônia na forma não-ionizada (NH_3) e em concentração elevada pode prejudicar a transformação da energia dos alimentos em ATP, com isso inibindo o crescimento dos peixes e provocando a desaminação dos aminoácidos, o que, por sua vez, impede a formação de proteínas, elemento essencial no crescimento dos animais. O nitrito (NO^{2-}) é produzido pela oxidação da amônia. Concentrações de NO^{2-} que causam toxidez aos peixes variam de 0,3 a 0,5mg/L. O nitrito é muito tóxico aos peixes devido a sua combinação com a hemoglobina do sangue que resulta na meta-hemoglobina, diminuindo a eficiência do transporte de oxigênio, resultando na morte do animal. (ITAIPU)

2.4.5 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este é um parâmetro que está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água. Quanto maior a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água. A condutividade elétrica da água pode variar de acordo com a temperatura e a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas. (ITAIPU, p.81)

A condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Altos valores podem indicar características corrosivas da água. (CETESB, 2010)

2.4.6 Transparência

A transparência da água é a capacidade de penetração da luz, que em águas fortemente coloridas ultrapassam apenas alguns poucos centímetros, um exemplo de água altamente colorida são os nossos rios na época de cheia. Os valores p/ transparência variam durante o dia para um mesmo lado, interferindo diretamente no teor de oxigênio dissolvido. É responsável por essa variação, a quantidade de plâncton, circulação de água, natureza da bacia hidrográfica e o regime de chuvas. A transparência da água pode ser medida através do disco de Secchi que é um instrumento que indica indiretamente o nível de nutrientes. (ITAIPU, p.81)

A tabela á baixa mostra o que acontece no tanque de acordo com a medida de transparência.

Transparência da água	Ação
1 - 15 cm	Bastante algas no tanque
15 - 25 cm	Risco de faltar oxigênio para o peixe de madrugada. Pára de alimentar e fertilizar. Observa o comportamento de peixe. Se ele aparece para apanhar o ar á superfície da água, deve fazer correr a água ou trocar de água. Há abundancia de algas.
25 - 30 cm	Ótima abundância de algas para a produção de peixes. Continue a alimentação e a fertilizar ao mesmo ritmo.
> 50 cm	Baixa densidade de algas. Estimula o florescimento de algas por adicionar mais comida e fertilizantes até a transparência ser de 25 a 30 cm.

Tabela 6 – Relação entre a medida (centímetros) da transparência comparada com efeito causado. (In: Eer; Schie; Hilbrands, 2004, p.33).

2.4.7 Turbidez

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe que luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, etc. (CETESB, 2010)

A alta turvação de água pode reduzir a produção de peixe, porque a turvação vai diminuir a penetração da luz solar na água, e portanto vai reduzir a produção de oxigênio das plantas; a turvação vai entupir os filtros e danificar as guelras de peixe. (EER, 2004, p.42). Ela reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas, Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. (CETESB, 2010)

As partículas de turbidez, além de diminuírem a claridade e reduzirem a transmissão da luz na água, podem provocar o sabor e o odor da mesma, uma vez que transportam matéria orgânica absorvida, e por ser de origem natural, não traz inconvenientes sanitários diretos, mas é esteticamente desagradável na água potável. (MARTINS,2009, pg20)

2.4.8 Dureza total

A dureza da água é a medição de sais totalmente solúveis na água. Água que contém muitos sais é chamada “água dura” e água que contém poucos sais é chamada “água doce”. A dureza da água é importante para o crescimento de peixes. Se água é muito doce (baixa quantidade de sais dissolvidos na água) o piscicultor pode aumentar a sua dureza ao adicionar a cal no tanque e assim aumentar a fertilidade para a produção de comida natural para o peixe. A dureza total é expressa em equivalente CaCO_3 em mg/L. (EER, 2004, p.44)

2.4.9 Alcalinidade total

A alcalinidade total esta relacionada á capacidade da água em manter o equilíbrio ácido-básico (poder tampão da água). Águas com alcalinidade total como valores muito abaixo apresentam reduzido poder tampão e podem apresentar significativas alterações diárias nos valores de pH em função dos processos de fotossíntese e respiração. (KUBITZA, 2003, p. 38)

2.4.10 Sólidos totais dissolvidos

Em saneamento, sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. As técnicas de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis). (CETESB, 2010).

Para o recurso hídrico ou tanques de piscicultura, os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Eles podem se sedimentarem no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos, ou também danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia. Altos teores de sais minerais, particularmente sulfato e cloreto, estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição, além de conferir sabor às águas. (CETESB, 2010).

3. IMPACTO AMBIENTAL DA PISCICULTURA

3.1 SOLO

O uso inadequado do solo é um impacto que está sendo amplamente combatido, seja pela escolha de locais frágeis, técnicas inadequadas de cultivo e construção de viveiros, a falta de conscientização ambiental (desmatamento), faz com que algumas áreas, apresentem consideráveis problemas relacionados à erosão dos solos e ao assoreamento dos rios e reservatórios, que diminui a disponibilidade e a qualidade da água. (SIMÕES, 2006, p.17). Com o mau uso do solo, tem-se a perda de ecossistemas como os mangues e áreas úmidas, salinização de solos, sedimentação de corpos d'água por erosão e perda de terras destinadas à agricultura, estas mudanças não são irreversíveis, porém são caras e demoradas. (BINDA, 2006, p.15)

O solo mais adequado para instalações de viveiros são aqueles que apresentam condições intermediárias entre o arenoso e o argiloso. A composição ideal é 40% de argila e 60% de areia e para se verificar esses percentuais, é necessário chamar um técnico. O solo com predominância de argila é mais difícil de ser escavado, mas favorece o aparecimento de rachaduras no viveiro quando ele é esvaziado. O solo muito arenoso não tem boa capacidade de retenção, favorecendo a perda da água por infiltração, nesse caso o que se deve construir é um tanque com fundo e laterais revestidos para evitar infiltrações. (ESCOPECA, 2008, p.76)

A impermeabilidade do solo é um fator muito importante para execução de um projeto para criação de peixes. Os solos areno-argilosos e sílico-argilosos são os mais indicados para a escavação de tanques de cultivo, e o teor de argila igual ou superior a 20% apresentam características técnicas adequadas para implantação de projetos piscícolas. (SILVA, 2007, p.14)

Quando em um viveiro existem partículas de solo em suspensão normalmente elas são provenientes da erosão de taludes, dos canais de abastecimento, a erosão

dentro do próprio viveiro e provocada pelo excesso de aeração, que revolve o fundo e não permitindo a decantação das partículas, compostos nitrogenados podem ter origens na erosão do solo. (SILVA, 2007, p.21 e 22)

O solo do fundo do tanque deve ter pouca porosidade ou infiltração para poder reter a água. Ele pode também contribuir para a fertilidade da água ao fornecer os nutrientes. (EER, 2004, p.10). As propriedades físicas do solo de maior importância para a aqüicultura são a textura, a permeabilidade e a resistência do solo. (ITAIPU, p.18)

3.2 ÁGUA (DESCARTADA)

A aqüicultura, como qualquer outra atividade, gera algum tipo de impacto e sua intensidade pode variar de acordo com o organismo cultivado, no caso da piscicultura com a espécie cultivada, a intensidade do cultivo, a área de sua implantação, os tipos de recursos que utiliza, relações como outras atividades e fatores culturais. Entre os principais impactos da atividade aquícola está à poluição orgânica e inorgânica dos ambientes hídricos. (BINDA, 2006, p.13)

Água de origem: é a água que abastece todo o sistema de criação, ela é oriunda de uma fonte, nascente, represa, lago ou córrego formado. Na aqüicultura de água doce, a preferência é pela captação direta de uma nascente. Após percorrer certa distância entre o seu brotamento e a sua captação, poderá apresentar carga orgânica e mineral arrastada no percurso ou que compõe o solo de origem.

Água de uso: é a água utilizada no sistema em contato com o tanque, cuja qualidade depende do tipo de solo do tanque, composição da água de origem, manejo do sistema de criação (calagem, adubação, limpeza, etc.), carga e composição do alimento lançado e organismos ali criados.

Água de lançamento: é aquela provinda de todo sistema de criação, com todos os resíduos gerados durante o cultivo e de composição variável, dependendo do manejo e do tipo de criação. Essas águas geralmente são lançadas para um corpo receptor (córrego, rio, lago, etc.). São ricas em matéria orgânica e inorgânica. O

conhecimento e acompanhamento da qualidade dessas águas se fazem necessário visando a um adequado manejo do sistema de criação, com melhor utilização da água, controle da alimentação, comportamento dos organismos, etc. (SILVA, 2003, p.03)

Quanto á descarga de efluentes, pode-se ressaltar que a produção intensiva e super-intensiva de organismos aquáticos, especialmente os cultivos de espécies carnívoras, que necessita de ração altamente protéica, possuem um potencial poluidor muito maior do que nas produções extensivas e semi-intensivas. (BINDA, 2006, p.14)

Os principais impactos ambientais causados durante a fase de operação dos cultivos são: liberação de efluentes ricos em nutrientes (principalmente N e P), causando poluição dos cursos d'água; 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 e drogas bioacumulativas no ambiente. (ITAIPU, p.27)

A Resolução 357 do CONAMA (17/03/05) determina que os lançamentos sejam tolerados até os limites estabelecidos para a classe de um determinado segmento de corpo d'água que obedeçam as condições do artigo 1, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. A piscicultura pode contribuir com seus efluentes. (SIMÕES, 2006, p.17)

A tabela mostrada abaixo é a comparação dos parâmetros da água na piscicultura com a Resolução do CONAMA 357/05.

Principais parâmetros de qualidade da água para piscicultura X CONAMA 357/05 Águas de Classe 2		
Parâmetros	Piscicultura	CONAMA 357/05
Temperatura	20 a 30° C	< 40°C*
Oxigênio dissolvido (OD)	≥ 5 mg/L O ₂	≥ 5mg/L O ₂
Sólidos Totais Dissolvidos (STD)	< 500 mg/L	< 500 mg/L
pH	6,5 a 8,5	6 a 9
Amônia	< 0,05 mg/L	0,5 mg/L**
Nitrito	< 0,1 mg/L N	< 1mg/L N
Condutividade elétrica	20 a 100 μS/cm	
Transparência	30 a 50 cm	
Turbidez	100 NTU	100 NTU
Dureza total	50 a 80 mg CaCO ₃ /L	
Alcalinidade total	20 a 300 mg CaCO ₃ /L	

*A variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C na zona de mistura.

**Este valor pode variar de acordo com o pH.

Tabela 7 – Dados comparativos dos parâmetros da qualidade da água com os parâmetros do CONAMA 357/2005.

O descarte inadequado de efluentes com temperaturas altas vem acarretando sérios problemas na diminuição da quantidade de oxigênio dissolvido nos rios. O Nitrogênio, derivado de fezes de peixes e decomposição de bactérias, tem sido identificado como o maior vilão tóxico-metabólico. A qualidade da descarga dos rios pode acarretar prejuízos ao mar, nutrientes como nitrogênio, fósforo e sílica podem restringir o nível de oxigênio. A forma orgânica ou inorgânica destas espécies, dissolvida ou particulada provocam a eutrofização. (SIMÕES, 2006, p.23)

A alimentação é o principal fator responsável pelo crescimento dos organismos aquáticos e, portanto, para a correta nutrição dos peixes devem ser levados em consideração fatores como: a exigência nutricional, valor biológico dos alimentos utilizados na formulação da ração, a qualidade dos alimentos, o processamento da ração e o manejo para a espécie a ser cultivada, respeitando-se o hábito alimentar e fase de cultivo. Quando esses fatores são seguidos à quantidade de resíduos é menor e a qualidade da água de cultivo será melhor. Mas quando ocorre o contrário

a quantidade de resíduos é grande e a qualidade da água fica comprometida. A percentagem de minerais sobe assustadoramente e toda a biodiversidade fica comprometida. (ITAIPU, p.59 e 60)

4. O TEMA ÁGUA COMO CONTEÚDO DO ENSINO MÉDIO.

4.1 O QUE OS LIVROS DIDÁTICOS TRAZEM SOBRE A ÁGUA

Geralmente os livros didáticos tendem a seguir uma mesma linha de pensamento quanto à ordem de exposição dos conteúdos. Muitos dizem que nosso planeta deveria se chamar Água e não Terra, devido a sua abundância, que equivale a 75% da superfície do Planeta, é encontrada em oceanos e mares, lagos, rios, nas geleiras e até na atmosfera. (HEIN e ARENA, 1998, p.283)

O tema água é um tema gerador de conhecimento muito importante, pois é possível relacioná-lo com muitas áreas de estudo, no ensino médio ele pode aparecer em todas as matérias, como por exemplo, na matéria de biologia quando se estuda os componentes do corpo humano e se descobre que a água corresponde a 70% de toda a massa corporal, na Geografia estudando a ocorrência da água no planeta, ou ainda em Física estudando algumas propriedades dela como temperatura de fusão e temperatura de ebulição utilizando isso em cálculos específicos. Outros exemplos são citados abaixo.

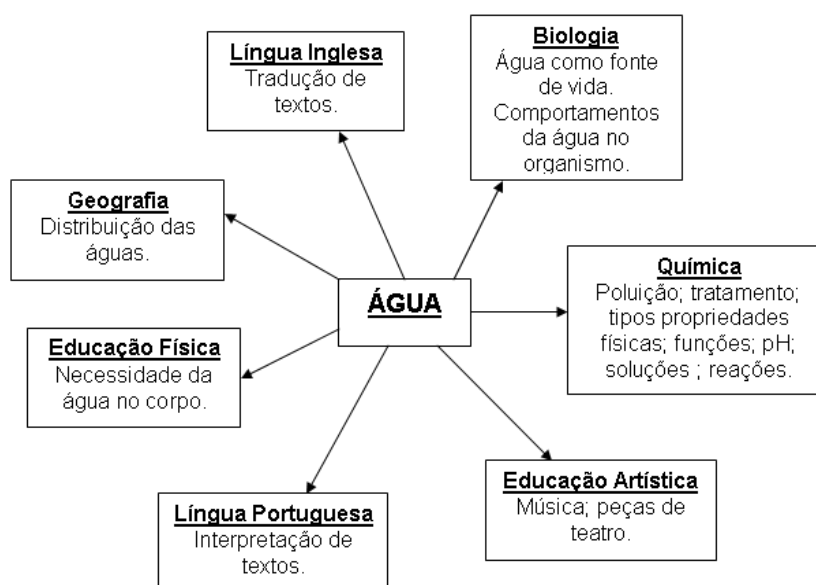


Figura 4 – O tema “água” como assunto interdisciplinar (In: LIMA, ALVES, ESCARPIONE) adaptado.

Em relação á matéria de Química, nos livros didáticos o tema é estudado quando são tratados de assuntos como, separação de misturas, substância pura, ligações químicas, soluções, forças intermoleculares, polaridade, geometria molecular, ácidos/ bases, e outros, mostrados a seguir:

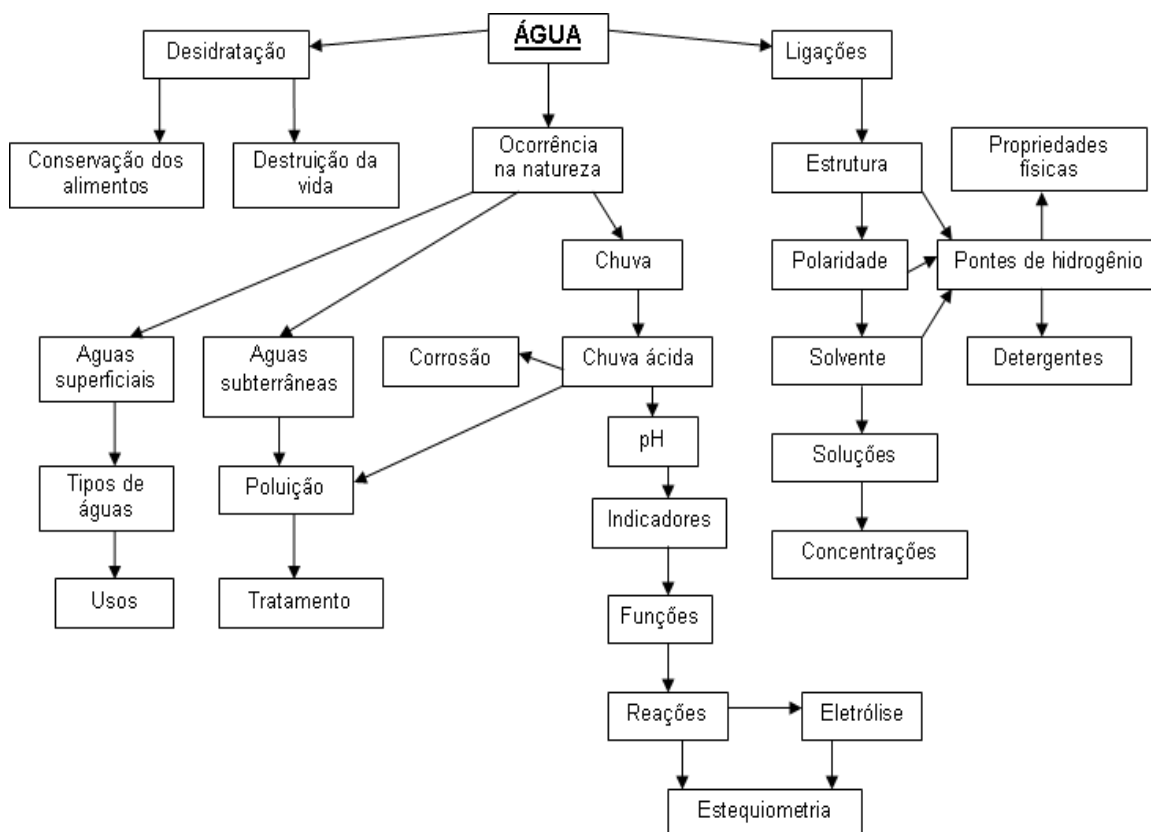


Figura 5 – Proposta para o ensino de química no ensino médio (In: LIMA, ALVES, ESCARPIONE)

O maior enfoque nestes livros é sobre os estados que a água pode ser encontrada dependendo da temperatura, que pode ser sólido, líquido ou gasoso, e isso leva a outro assunto como a reciclagem da água passando de um estado para outro finalizando com o ciclo da água, mostrado a seguir. (GRASSI, 2001)

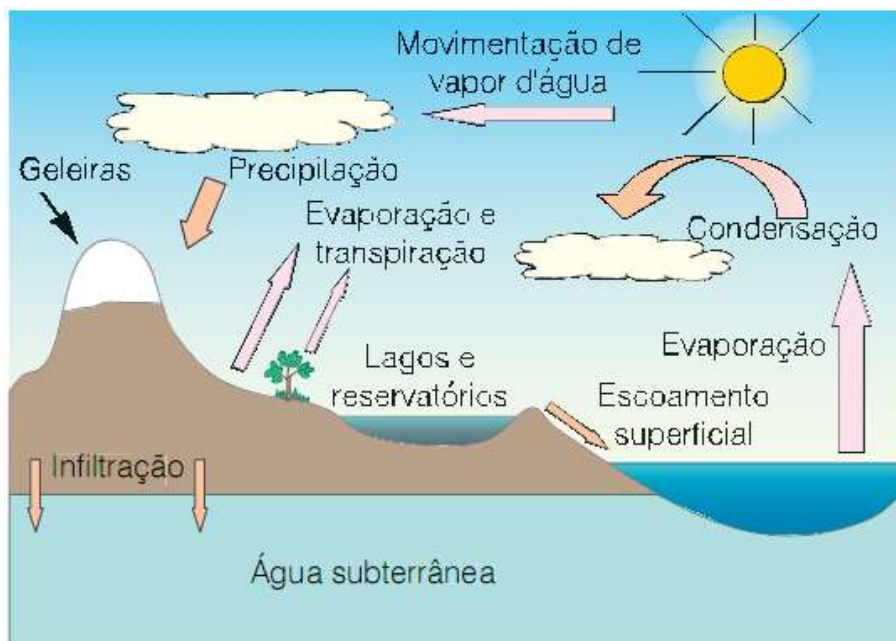


Figura 6 – Ciclo hidrológico (In: Grassi, 2001, p.33).

Como foi mostrado acima, água é importante para nossa vida e tão abundante no nosso planeta e isso á torna um assunto muito importante no estudo dos conceitos químicos e permite formação do pensamento químico. (GRASSI, 2001)

4.2 TEMA ÁGUA NO ENSINO AMBIENTAL

Com o crescimento da população mundial, com temor da escassez de água e devido às implicações de tais fatos, nas escolas são mostrados temas como preservação de matas ciliares, mananciais, combate ao desperdício de água tratada, etc. Normalmente tais temas são enfatizados no dia mundial da água e na semana do meio ambiente, que é quando se faz várias campanhas de conscientização ambiental.

Um programa de educação ambiental para ser efetivo deve promover simultaneamente, o desenvolvimento de conhecimento, de atitudes e de habilidades necessárias à preservação e melhoria da qualidade ambiental. Utiliza-se como laboratório, o metabolismo urbano e seus recursos naturais e físicos, iniciando pela

escola, expandindo-se pela circunvizinhança e sucessivamente até a cidade, a região, o país, o continente e o planeta. A aprendizagem será mais efetiva se a atividade estiver adaptada às situações da vida real da cidade, ou do meio em que vivem aluno e professor, como sugerido nos exemplos abaixo:

Estratégia	Ocasião para Uso	Vantagens / Desvantagens
Discussão em classe (grande grupo)	Permite que os estudantes exponham suas opiniões oralmente a respeito de determinado problema.	Ajuda a compreender as questões. Desenvolve autoconfiança e expressão oral. Podem ocorrer dificuldades nas discussões.
Discussão em grupo (pequenos grupos com supervisor-professor).	Quando assuntos considerados polêmicos são tratados.	Estímulo ao desenvolvimento de relações positivas entre alunos e professores.
Mutirão de idéias (grupos de 5 - 10 estudantes para apresentar soluções possíveis para um dado problema).	Deve ser usado como recurso para encorajar e estimular idéias voltadas à solução de certo problema.	Estímulo à criatividade, liberdade. Dificuldade em evitar avaliações ou julgamentos prematuros e em obter idéias originais.
Trabalho em grupo: (grupos de 4 - 8 membros que se tornam responsáveis pela execução de uma tarefa).	Quando se necessita executar várias tarefas ao mesmo tempo.	Permite que os alunos se responsabilizem por uma tarefa por longos períodos e exercitem a capacidade de organização.
Debate: requer a participação de dois grupos para apresentar idéias e argumentos de pontos de vista opostos.	Quando assuntos controversos estão sendo discutidos e existam propostas diferentes de soluções.	Permite o desenvolvimento das habilidades de falar em público e ordenar a apresentação de fatos e idéias.
Questionário: desenvolvimento de um conjunto de questões ordenadas.	Usado para obter informações e/ou amostragem de opinião das pessoas em relação à dada questão.	Aplicado de forma adequada, produz excelentes resultados.
Reflexão: É fixado um tempo aos estudantes para que sentem em algum lugar e pensem acerca de um problema específico.	Usado para encorajar o desenvolvimento de idéias em resposta a um problema. Tempo recomendado de 10 a 15 min.	Envolvimento de todos. Não pode ser avaliado diretamente.
Imitação: estimulam os estudantes a própria versão dos jornais, dos programas de rádio e Tv.	Os estudantes podem obter informações de sua escolha e levá-las para outros grupos podendo ser apresentados na escola, aos pais e à comunidade.	Forma efetiva de aprendizagem e ação social.
Projeto: os alunos, supervisionados, planejam, executam, avaliam e redirecionam um projeto sobre um tema.	Realização de tarefas com objetivos a serem alcançados á longo prazo, com envolvimento da comunidade.	As pessoas recebem e executam o próprio trabalho, assim como podem diagnosticar falhas nos mesmos.
Exploração do ambiente local: prevê a utilização/exploração dos recursos locais	Compreensão do metabolismo local, ou seja, complexa dos processos ambientais a sua volta.	Vivência de situações concretas. Requer planejamento minucioso.

Tabela 8 – Exemplos de atividades relacionadas com o ensino ambiental que podem ser feitas no ensino médio. (Ambiente Educação)

4.3 ABORDAGEM DO TEMA ÁGUA NO MATERIAL DIDÁTICO DO ENSINO MÉDIO NA REDE PÚBLICA

No material didático fornecido pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo o tema água é tratado, por exemplo, no caderno do professor referente ao 2º bimestre da 3ª série do ensino médio, podemos observar que todo o conteúdo contemplado refere-se direta ou indiretamente à água, e é estudado como situações de aprendizagem, listados a seguir.

Situação de Aprendizagem 1: Composição das águas naturais, e usos da água doce; Situação de Aprendizagem 2: Entendendo a escala de pH; Situação de Aprendizagem 3: Como saber as quantidades de produtos e de reagentes que coexistem em equilíbrio químico; Situação de Aprendizagem 4: Influência das variações de temperatura e pressão em sistemas em equilíbrio químico; Situação de aprendizagem 5: Como o ser humano usa a água do mar para sua sobrevivência?.

Todas essas situações de aprendizagem utilizam da água para formar um conhecimento, o tema é focado de acordo com as características necessárias para cada fim a que ele se destina.

4.4 COMO APARECE ESTE TEMA NO ENEM

O ENEM, Exame Nacional do Ensino Médio, foi instituído pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP, em 1998, para ser aplicado aos alunos concluintes e aos egressos deste nível de ensino. O ENEM é realizado anualmente, com o objetivo fundamental de avaliar o desempenho do aluno ao término da escolaridade básica, para aferir o desenvolvimento de competências fundamentais ao exercício pleno da cidadania. (INEP)

Na matriz de referência do ENEM de 2009, é mostrado os atos necessários para adquirir conhecimento, como: dominar linguagem, compreender fenômenos, enfrentar situações problemas, construir argumentação e elaborar propostas. (INEP)

Os objetivos de conhecimento do tema “água” associados à Matriz de Referência estão mostrados a seguir: (INEP)

- Ocorrência e importância na vida animal e vegetal.
- Ligação, estrutura e propriedades.
- Sistemas em Solução Aquosa: Soluções verdadeiras, soluções coloidais e suspensões.
- Solubilidade.
- Concentração das soluções.
- Aspectos qualitativos das propriedades coligativas das soluções.
- Ácidos, Bases, Sais e Óxidos: definição, classificação, propriedades, formulação e nomenclatura.
- Conceitos de ácidos e base.
- Principais propriedades dos ácidos e bases: indicadores, condutibilidade elétrica, reação com metais, reação de neutralização.

Analisando as provas do ENEM desde 1998, as questões abordam principalmente os seguintes temas: importância da água no cotidiano, meio ambiente, ciclo da água, estado físico e misturas. A tabela abaixo está mostrando qual é a ocorrência do tema “água” nas provas do ENEM.

Ano	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Número de questões	10	9	9	2	6	6	2	4	10	7	5	10

Tabela 9 – Número de questões com o tema água nas provas do ENEM de 1998 á 2009.

As informações da tabela 9 podem ser observados graficamente na figura abaixo:

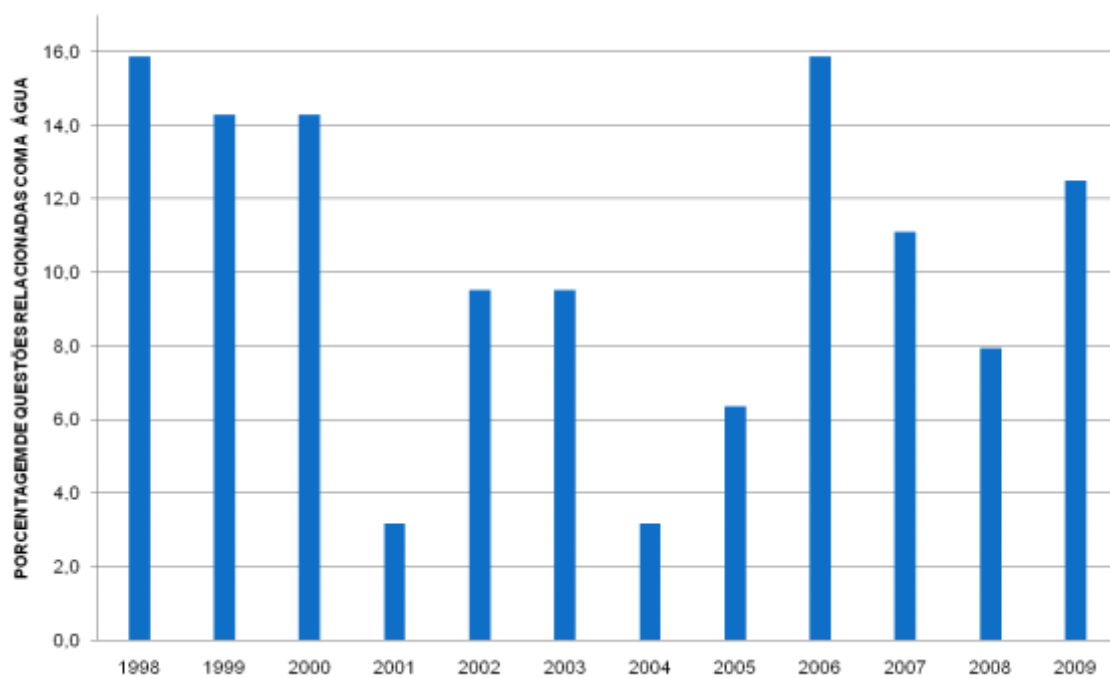


Figura 7 – Porcentagem de questões com o tema água nas provas do ENEM de 1998 á 2009.

5. METODOLOGIA

5.1 MATERIAS E REAGENTES

5.1.1 Materiais de laboratório

- Erlenmeyer;
- Balão volumétrico;
- Bureta;
- Pipeta graduada;
- Pipeta volumétrica;
- Espátula.

5.1.2 Soluções

- Indicadores: fenolftaleína, metil-orange, negro de eriocromo T;
- Ácido sulfúrico 0,02M;
- Solução tampão de amônio;
- Solução tampão 7,0;
- Solução tampão 4,0;
- EDTA 0,01M;
- Tartarato de sódio e potássio;
- Solução de NaOH+NaCl;
- Solução de NaOH 6M;
- Solução de fenato;

- Solução digestora de nitrogênio e fósforo (óxido de mercúrio, ácido sulfúrico e sulfato de potássio);
- Hipoclorito de sódio 20%;
- Nitroprussiato de sódio.

5.1.3 Aparelhagem

- Phmetro (Marconi/MA-522);
- Turbídímetro (Hach/2100N);
- Condutivímetro (Tecnal/Tec-4MP);
- Chapa aquecedora (Tecnal/TE-0181);
- Aquecedor (Fisatom/752A);
- Espectrofotômetro (Hach DR/2000).

5.2 MÉTODOS

A metodologia utilizada para todas as análises foram retiradas do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20 ed. American Public Health Association, Washington, DC, 1999.

5.2.1 pH

As leituras de pH foram feitas seguindo todas as especificações de análise, foi utilizado um aparelho pHmetro de marca e modelo Marconi/MA-522.

5.2.2 Alcalinidade

Alcalinidade de carbonatos (CO_3^{2-}): transferiu-se 50mL da amostra para um frasco erlenmeyer de 250 mL. Adicionou-se 2 gotas de indicador fenolftaleína, como em algumas amostras apareceu cor, elas foram tituladas com ácido sulfúrico 0,02 N até desaparecimento da coloração rósea. Anotou-se o nº de mL gasto (P).

Alcalinidade total (CO_3^{2-} , HCO_3^- e OH^-): adicionou-se 5 gotas do indicador metilorange na solução incolor obtida. Titulou-se com ácido sulfúrico 0,02 N até a mudança da cor para amarelo-alaranjada. Anotou-se o nº de mL gasto (M).

CÁLCULO:

$$\frac{100 \times V \times f}{A} = \text{mg de carbonato de cálcio por litro}$$

Onde:

V = nº de mL de ácido sulfúrico 0,02N de acordo com a tabela

f = fator da solução de ácido sulfúrico 0,02 N

A = nº de mL da amostra

5.2.3 Turbidez

As leituras de turbidez foram feitas seguindo todas as especificações de análise, foi utilizado um aparelho Turbidímetro de marca e modelo Hach/2100N Turbidimeter.

5.2.4 Condutividade

As leituras de condutividade foram feitas seguindo todas as especificações de análise, foi utilizado um aparelho condutivímetro de marca e modelo Tecnal/Tec-4MP.

5.2.5 Temperatura

As leituras de temperatura foram feitas seguindo todas as especificações de análise, foi utilizado um aparelho condutivímetro de marca e modelo Tecnal/Tec-4MP.

5.2.6 Sólidos totais dissolvidos (STD)

Os resultados para sólidos totais dissolvidos foram determinados pela correlação da temperatura com a condutividade, através da equação:

CALCULO:

$$ST = \frac{VC}{VT \times f}$$

Onde:

ST = Sólidos Totais

VC = Valor da Condutividade

VT = Valor da Temperatura

f = Fator de correção (0,7 para temperaturas > 20°C)

5.2.7 Dureza

Pipetou-se 50 mL da amostra de água num erlenmeyer, adicionou-se 2 mL da solução tampão de amônio, adicionou-se uma quantidade apropriada de Negro de Eriocromo T.

Titulou-se com EDTA 0,01M até o ponto de viragem, a solução passou de vermelho-vinho para azul. Anotou-se o volume gasto

CÁLCULO:

Dureza de Cálcio ou Total = mL gastos x 20 (mg/LCaCO₃)

Observação: O cálculo acima é para titulação com 50 mL de amostra

5.2.9 Amônia

Transferiu-se 50 mL da amostra para um balão volumétrico de 100 mL com tampa, adicionou-se 2 gotas de tartarato de sódio e potássio, 1 mL de NaOH 6M, 3 mL de fenato, 1 mL de hipoclorito de sódio 20%, 0,5 mL de nitroprussiato de sódio, completou-se o volume para 100 mL e agitou-se vigorosamente.

Aguardou-se 45 minutos e fez-se leitura da absorbância no espectrofotômetro em 660nm.

A cor da reação é azul-esverdeada.

6. RESULTADOS

Como a Resolução 357 do CONAMA de 2005 não especifica valores para o lançamento de efluentes para todos os parâmetros analisados, foram levados em consideração os valores dos parâmetros adequados para a piscicultura, segundo Kubitza.

Os valores obtidos das análises da alcalinidade total demonstraram que a quantidade de CaCO_3 presentes nas amostras de água são relativamente pequenas, como observados na tabela 10. Como a Resolução do CONAMA 357/2005 não apresenta valores para este parâmetro, os resultados foram comparados com valores da tabela 4 segundo Kubitza, onde a alcalinidade tem como valor máximo 300mg de CaCO_3 por litro de água.

PROPRIEDADES	TANQUES		ALCALINIDADE	
			Entrada	Saída
A	T-A		27,34	28,97
	T-B		28,15	28,56
	CANAL		45,90	----
B	T-04	T-06	50,79	71,60
	T-05	T-18	54,47	81,60

Tabela 10 – Alcalinidade Total (mg/L de CaCO_3).

Considerando os parâmetros adequados para a piscicultura, como mencionado anteriormente, onde a dureza adequada tem que ser menor á 80mg de CaCO_3 /L de água, os resultados obtidos das análises da mesma estão dentro dos valores permitidos, como visto na tabela 11. Os resultados dos tanques T06 e T18, que são as saídas dos tanques T04 e T05 respectivamente, mesmo estando dentro do limite considerado para o descarte, têm que ser avaliado com maior freqüência, devido ao valor próximo ao tolerado.

PROPRIEDADES	TANQUES		DUREZA	
			Entrada	Saída
A	T-A		26,60	27,20
	T-B		24,00	36,00
B	CANAL		47,60	----
	T-04	T-06	51,00	68,80
	T-05	T-18	52,20	75,00

Tabela 11 – Dureza Total (mg/L de CaCO₃).

A Resolução do CONAMA diz que para águas de classe 2 o pH ideal para descarte da água de um efluente é de 6 a 9. Observando os resultados obtidos das análises, na tabela 12, onde os valores estão dentro das normas, exceto nos tanques T04 e T05 onde o pH está pouco acima do valor máximo, vistos que são as entradas dos tanques T06 e T18 e que os mesmos apresentam valores adequados de pH não há necessidade de medidas quanto á sua correção.

PROPRIEDADES	TANQUES		pH	
			Entrada	Saída
A	T-A		7,23	7,14
	T-B		7,23	7,32
B	CANAL		7,67	-----
	T-04	T-06	9,55	8,09
	T-05	T-18	9,20	8,16

Tabela 12 – pH.

Os resultados das análises de turbidez, levando em consideração a Resolução 357/2005, estão dentro do permitido, como indicado na tabela 13. A Resolução indica como valor máximo de turbidez da água á ser descartada, 100NTU. O T05 mesmo estando dentro do limite deve ser analisado com maior freqüência para que

sua turbidez não aumente, visto que a saída do mesmo, o T18, apresenta valor abaixo do máximo permitido.

PROPRIEDADES	TANQUES		TURBIDEZ	
			Entrada	Saída
A	T-A		7,74	11,80
	T-B		8,28	12,06
B	CANAL		18,03	----
	T-04	T-06	45,60	42,40
	T-05	T-18	98,60	10,30

Tabela 13 – Turbidez (NTU).

Os tanques TA e TB, presentes na tabela 14, estão de acordo com os valores adequados de condutividade para a piscicultura, onde os valores são de 20 a 100 μ S/cm. O canal e o tanque T04 estão próximos ao limite, por isso devem ser observados frequentemente. Já os tanques T05, T06 e o T18 estão com valores acima do permitido. A Resolução do CONAMA não indica valores para este parâmetro.

PROPRIEDADES	TANQUES		CONDUTIVIDADE	
			Entrada	Saída
A	T-A		47,45	49,47
	T-B		45,5	48,27
B	CANAL		88,07	----
	T-04	T-06	93,51	148,3
	T-05	T-18	106,2	153,9

Tabela 14 – Condutividade (μ S/cm).

A temperatura adequada para a água de lançamento de um efluente segundo Kubitzka é de 20 a 30°C, os resultados da leitura da temperatura da amostra, indicam que todos os tanques estão dentro do limite máximo permitido, como visto na tabela 15. Ainda observando a tabela 15, todos os resultados da análise de sólidos totais dissolvidos estão abaixo do máximo permitido pela Resolução 357/2005, onde o valor máximo é de 500mg/L de água.

PROPRIEDADES	TANQUES		TEMPERATURA		TANQUES		STD	
			Entrada	Saída			Entrada	Saída
A	T-A		24,40	24,20	T-A		2,78	2,92
	T-B		24,30	24,50	T-B		2,67	2,81
B	CANAL		24,00	----	CANAL		5,24	----
	T-04	T-06	24,10	24,00	T-04	T-06	5,54	5,24
	T-05	T-18	23,90	23,70	T-05	T-18	6,35	5,54

Tabela 15 – Temperatura e Sólidos Totais Dissolvidos (°C, mg/L respectivamente).

A resolução 357/2005 do CONAMA definiu que o parâmetro amônia em água doce, que pode ser descartado deve estar abaixo de 0,5 mg/L N₂. Na tabela 16 é possível ver que a água de entrada e saída dos tanques TA e TB tem o valor abaixo do máximo permitido, porém os valores de entrada T04 e T05, e a saída do T06 e T18 estão muito acima do recomendado pela Resolução, este excesso de nutrientes pode causar um crescimento exagerado de algas, processo denominado de eutrofização.

PROPRIEDADES	TANQUES		AMÔNIA	
			Entrada	Saída
A	T-A		0,029	0,194
	T-B		0,014	0,135
B	CANAL		2,35	----
	T-04	T-06	1,55	3,60
	T-05	T-18	2,05	3,00

Tabela 16 – Amônia (mg/L N₂).

As amostras foram coletadas sem levar em conta o histórico do tanque e do processo envolvido. Portanto, estes resultados não são conclusivos, apenas apontam a necessidade de aprofundamento de estudo neste assunto.

7. CONCLUSÃO

A resolução adotada como referencia neste trabalho foi a CONAMA 357/2005 que define os parâmetros para água de acordo com suas classificações. Os valores para comparação utilizados foi os das águas de classe 2, isso por não haver legislação específica para a prática da piscicultura.

Os resultados obtidos mostraram que os tanques de piscicultura podem causar alterações dos parâmetros para as águas de descarte. Como este trabalho se trata de um estudo preliminar, não se pode afirmar que cause impacto ao meio ambiente, sem antes fazer uma ampliação dos estudos.

Sugere-se: acompanhar um processo retirando e analisando com maior frequência, anotando e avaliando todos os possíveis interferentes como o clima, as condições do tanque, a espécie cultivada, o tipo e quantidade de reação entre outros dados da pesquisa.

REFERÊNCIAS

AMBIENTE BRASIL. **Educação Ambiental**. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/educacao/educacao_ambiental/educacao_ambiental.html>. Acesso em 12 jul. 2010.

APHA; AWWA & WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20th ed. American Public Health Association, Washington, DC, 1999.

BINDA, Fernando P. **Contribuições da Piscicultura para a eutrofização de sistemas costeiros**: Estudo e caso da alevinagem no Rio Bubú (Baía de Vitória, ES). 2006. 62p. Trabalho de Conclusão de Curso (Oceanografia) – Centro de Ciências Humanas e Naturais, Departamento de Ecologia e Recursos Naturais – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2006.

CARNEIRO, Dalton José. **Espécies próprias para piscicultura**. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP – Campus de Jaboticabal. Disponível em: <http://ww2.fcav.unesp.br/dalton/lib/exe/fetch.php?id=inicio&cache=cache&media=especies_proprias_para_piscicultura_intensiva.pdf>. Acesso em 11 abr. 2010.

CECCARELLI, Paulo S.; SENHORINI, José A.; VOLPATO, Gilson L. **Dicas de Piscicultura**: perguntas e respostas. Botucatu: Editora Santana Gráfica, 2000.

CETESB. **Variáveis de qualidade das águas**. São Paulo, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - Secretarias de Estado do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>>. Acesso em 14 de jul. 2010.

CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.

EER, Assiah van; SCHIE, Ton van; HILBRANDS, Aldin. **Piscicultura feita em pequena escala na água doce**. 1. ed. Tradução de Mariana Moiana. Wageningen – Holanda: Editora Fundação Agromisa, 2004

ESCOPECA. **Pesca – Piscicultura: Guia de Estudo**. Brasília, Ministério do Trabalho e Emprego, 2008.

GRASSI, Marco T. As águas do planeta Terra. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**. Edição especial, maio, 2001 p31.

HEIN, Morris; ARENA, Susan. **Fundamentos de Química Geral**, 9. ed. Tradução de Gerardo Gerson Bezerra de Souza e Roberto de Barros Faria. Rio de Janeiro: Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos S.A, 1998.

IBAMA. **Estatística da Pesca 2005 – Brasil**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2007.

INEP. **Documento básico 2000**. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/enem>>. Acesso em 12 jul. 2010.

ITAIPIU, INSTITUTO ÁGUA VIVA. **Boas Práticas de Manejo em Aquicultura**. Brasília, Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca.

KUBITZA, Fernando. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**, 1. ed. São Paulo: Editora Degaspari, 2003.

LIMA, Edilene Ap.; ALVES, João; ESCARPIONI, Marcos. **Temas geradores**. São Paulo. Disponível em: <http://www.educafro.org.br/senuc/downloads/ribeirao_propedag-20080930.ppt>. Acesso em 14 jul. 2010.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Aquicultura**. Brasília, Secretaria de Educação Tecnológica, 2006.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Matriz de referência para o ENEM 2009**. Brasília, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2009.

MORENO, Vanderleia. A.; MELO, Tatiana L.; TEJERINA-GARRO, Francisco L.; FIALHO, Afonso P.; ARAÚJO, Nicelly B.; DIAS, Alessandra M.; SANTANA, Andréia O.. Características bio-ecológicas das espécies exóticas de peixes da calha principal do Rio Meia Ponte – Goiás, Brasil. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 8, 2007, Caxambu, Brasil. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, v.1, setembro, 2007, 2p.

QUEIROZ, Júlio F.; LOURENÇO, José Nestor P.; KITAMURA, Paulo C.. A Embrapa e a Aqüicultura: Demandas e Prioridades de Pesquisa. **Texto para Discussão**. n.11, 2002, p.35.

SILVA, Neli Assunção. **Características de impactos gerados pela piscicultura na qualidade da água**: Estudo de caso na Bacia do Rio Cuiabá/MT. 2007. 119p. Dissertação (Pós-Graduação) – Instituto de Ciências Exatas e da Terra – Departamento de Física – Universidade Federal do Mato Grosso, Mato Grosso, 2007.

SILVA, Newton José Rodrigues. **Dinâmicas de Desenvolvimento da Piscicultura e Políticas Públicas no Vale do Ribeira/ SP e no Alto Vale do Itajaí/SC – Brasil**. 2005. 300p. Dissertação (Doutorado) – Centro de Aqüicultura – CAUNESP – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2005.

SILVA, Vanessa K.; FERREIRA, Milena W.; LOGATO, Priscila V. R. Qualidade da água na Piscicultura. In: **Boletim de Extensão**. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003, 16p.

SIMÕES, Fabiano S. **Impacto da Piscicultura sobre Bacias Hidrográficas de Pequeno Porte**. 2006. 92p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Exatas – Departamento de Química – Universidade Estadual de Londrina – Londrina, 2006.

TOLEDO, José J.; CASTRO, José G. D. Parâmetros físico-químicos da água em viveiros da estação de piscicultura de Alta Floresta, Mato Grosso. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v.1, n.3, setembro, 2001 p.9.