



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB
FACULDADE UNB PLANALTINA - FUP

MARIA BERNADETE NUNES OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DO EFLUENTE DE UMA ESTAÇÃO DE PISCICULTURA NO
DISTRITO FEDERAL**

PLANALTINA-DF

2013

MARIA BERNADETE NUNES OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DO EFLUENTE DE UMA ESTAÇÃO DE PISCICULTURA NO
DISTRITO FEDERAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade UnB Planaltina,
como requisito parcial à obtenção do título
de Bacharel em Gestão Ambiental.

Orientadora: Dr^a. Elaine Nolasco Ribeiro

Co-orientador: M Sc. Lincoln Nunes
Oliveira

Planaltina-DF

2013

Oliveira, Maria Bernadete Nunes.

Avaliação do efluente de uma estação de piscicultura no Distrito Federal. Planaltina – DF, 2013. 37 f.

Monografia – Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília.

Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental.

Orientadora: Dr^a. Elaine Nolasco Ribeiro.

Co-orientador: M.Sc. Lincoln Nunes Oliveira.

1. Aquicultura 2. Tilápia 3. Parâmetros limnológicos 4. Eutrofização 5. Qualidade da água. I. Oliveira, Maria Bernadete Nunes. II. Título.

MARIA BERNADETE NUNES OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DO EFLUENTE DE UMA ESTAÇÃO DE PISCICULTURA NO
DISTRITO FEDERAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade UnB Planaltina, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Gestão Ambiental.

Banca Examinadora:

Planaltina, 13 de dezembro de 2013.

Profa. Dra. Elaine Nolasco Ribeiro - UnB/ FUP
(Orientadora)

Profa. Dra. Lucijane Monteiro de Abreu - UnB/ FUP
(Examinadora Interna)

Profa. Dra. Rafaela Carareto Polycarpo - UnB/ FUP
(Examinadora Interna)

Dedicatória

Dedico ao meu amado neto, Pedro Leite Nunes Vaz (*in memorian*)...

Pedrinho, fruto de outro fruto ainda verdinho...

Surpreendeu pela superação de obstáculos e venceu!

Se é que o AMOR tem forma, tato, cheiro e cor, ali estava ELE!

Mais do que um sentimento e gesto, era ELE!

Tinha mais do que um nome, era "O" PEDRO.

Definitivamente não era APENAS meu Netinho, era minha Luz, minha Estrela,
meu Sorriso, minha Alegria, minha Vida – MEU TUDO!

Mal falou e para sempre se calou!

Pouco andou e seu caminho terminou!

A água, fonte da Vida, o traiu e a vida lhe furtou!

E então, tornei-me órfã pra sempre, do filho do meu filho.

Aos meus amados e saudosos pais, Francisco e Anita (*in memorian*), pela grandiosa herança de perseverança e determinação.

Agradecimentos

Agradeço a Deus pelo suprimento espiritual, pois sem ele não sou nada.

À professora, Dr^a. Elaine Nolasco Ribeiro, pelo acolhimento, confiança, paciência e precioso tempo disponibilizado para orientar-me neste trabalho.

Ao meu filho, também co-orientador e grande companheiro de pesquisa, Lincoln Nunes Oliveira, pela imensurável condução neste trabalho.

À Secretaria de Estado de Agricultura e Desenvolvimento Rural do Distrito Federal (SEAGRI/DF) pela contribuição em minha pesquisa.

Ao meu esposo Danilo pela compreensão das mudanças, às vezes até transtornos nas rotinas de casa, devido à necessidade de dedicação à vida acadêmica.

Aos meus filhos, Marcelo, Lincoln, Ana Paula e Bernardo, parceiros e maiores incentivadores na superação dos meus limites.

Aos meus familiares: irmãs, irmãos e sobrinhos, que sempre estiveram presentes, ainda que à distância, pelo carinho e incentivo, os quais não permitiram que eu desistisse diante às dificuldades.

Aos meus colegas de classe, em especial Luane e Viviane, obrigada pelo carinho de sempre e por estenderem-me suas mãos, acalmando meus ânimos.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que, de uma forma ou de outra, mesmo não sendo citados aqui nominalmente, contribuíram nesta minha trajetória e tornaram possível a realização deste sonho.

RESUMO

Com o objetivo de caracterizar o efluente gerado em uma estação de piscicultura no Distrito Federal e verificar a necessidade de utilização de mecanismos de tratamento, foram realizadas coletas em triplicata de amostras do efluente de viveiros e da lagoa de decantação, bem como da água da captação e do corpo hídrico receptor à montante e à jusante do lançamento, para análises físico-químicas e microbiológicas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições, sendo as médias para cada parâmetro comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. A adequação dos resultados das análises aos limites estabelecidos na legislação para o cultivo de organismos aquáticos em água doce e de lançamentos de efluentes foi também verificada. Em todos os pontos de amostragem os valores encontrados para temperatura, oxigênio dissolvido, pH, turbidez e nitrogênio amoniacal permaneceram dentro dos padrões estabelecidos em lei. No corpo hídrico receptor, o teor de fósforo e de coliformes termotolerantes encontrava-se acima dos padrões estabelecidos para o cultivo de organismos aquáticos, sendo superior ($P < 0,05$) ao verificado nos efluentes do cultivo. Os resultados obtidos indicam que na propriedade avaliada a qualidade do efluente do cultivo de peixes atende aos padrões de lançamentos estabelecidos na legislação federal, dispensando a utilização de mecanismos adicionais de tratamento.

Palavras-chave: aquicultura; tilápia; resíduos sólidos; parâmetros limnológicos; impacto ambiental.

ABSTRACT

In order to characterize the effluent generated in a Distrito Federal fish culture station and verify the necessity of using treatment mechanisms, collections were made in triplicate samples of the effluent and the sedimentation ponds, as well as of water uptake and water body receptor upstream and downstream of the release, for physicochemical and microbiological analysis. The experimental design was completely randomized with five treatments and three replications, and the averages for each parameter compared by Tukey test at 5% significance level. The adequacy of the analysis results to the limits established by law for the cultivation of aquatic organisms in fresh water and effluent discharges was also verified. In all sampling sites the values found for temperature, dissolved oxygen, pH, turbidity and ammonia nitrogen remained within the standards established by law. At the receiving water body, the phosphorus and thermotolerant coliforms content were above the standards established for the cultivation of aquatic organisms, being higher ($P < 0.05$) to that observed in the effluents of cultivation. The results indicate that the fish culture effluent quality at the property appraised meets the standards established in federal law, dispensing the use of treatment mechanisms.

Keywords: aquaculture; tilapia; solid waste; limnological parameters; environmental impact.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Participação dos diferentes segmentos na aquicultura mundial em 2010.	14
Figura 2 - Participação dos diferentes segmentos na aquicultura brasileira em 2010.	15
Figura 3. Tanque-rede e suas estruturas.	19
Figura 4 - Regionalização da Aquicultura no Brasil.	21
Figura 5 – Imagem de Satélite da Granja Modelo do Ipê.	24
Figura 6 - Canal de derivação de água do córrego Capão Preto.	25
Figura 7 - Estação de piscicultura da SEAGRI/DF.	26
Figura 8 - Lagoa de decantação na estação de piscicultura da SEAGRI/DF.	27
Figura 9 - Frascos utilizados para coleta de amostras.	28
Figura 10 - Oxímetro utilizado para a leitura de oxigênio dissolvido e temperatura...	29
Figura 11 - Potenciômetro utilizado para a leitura de pH.	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção, balança comercial e consumo per capita de pescados entre 2001 e 2010 no Brasil.	13
Tabela 2 – Distribuição da produção piscícola brasileira em 2010 por Regiões e Unidades da Federação.	16
Tabela 3 - Distribuição da produção piscícola brasileira em 2010 por espécie.	20
Tabela 4 - Amostragem de água para análises físico-químicas e microbiológicas.	27
Tabela 5 - Metodologias adotadas para determinação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos de amostras de água e efluente de piscicultura.	30
Tabela 6 - Resultado das análises físico-químicas e microbiológicas da água e efluente da estação de piscicultura da SEAGRI/DF.	31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVO	12
3. REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1. Produção de pescado no Brasil	13
3.2. A piscicultura no Brasil.....	14
3.2.1. Sistemas de produção.....	17
3.2.2. Espécies cultivadas.....	19
3.3. Piscicultura e meio ambiente	21
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4.1. Caracterização da estação de piscicultura	23
4.2. Coleta de amostras.....	27
4.3. Análises físico-químicas e microbiológicas.....	28
4.4. Delineamento experimental e análise estatística.....	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
6. CONCLUSÃO	34
7. REFERÊNCIAS.....	35

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura, definida como a criação em cativeiro de organismos de habitat predominantemente aquático (VALENTI, 2002), é hoje praticada em todos os estados brasileiros e abrange principalmente a piscicultura (criação de peixes), carcinicultura (criação de camarões), malacocultura (criação de moluscos – ostras, mexilhões e vieira), ranicultura (criação de rãs) e algicultura (cultivo de algas).

No Brasil, assim como no restante do mundo, a produção de pescado tem crescido de forma acelerada em decorrência do aumento crescente na demanda da população por alimentos saudáveis. Segundo dados Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), em 2010 a produção de pescado no Brasil atingiu 1.265.498 toneladas, o que representou um incremento de 35,2% em relação ao ano de 2001. Embora a produção pesqueira (785.369 toneladas) ainda supere a produção aquícola (480.129 toneladas), a tendência é de inversão desse quadro, visto que na primeira década do século XXI a pesca teve um incremento de apenas 7,5%, devido à redução dos estoques pesqueiros, enquanto a aquicultura teve um acréscimo produtivo de 133,5% (FAO, 2012).

A expansão recente da aquicultura no Brasil só foi possível com a criação da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República – SEAP/PR, em 2003, que foi o marco inicial para o surgimento do Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA em 2009 (MPA, 2010). A partir da criação de políticas públicas direcionadas ao setor, a aquicultura moderna passou a ser vista não apenas como uma atividade econômica, mas também como componente de desenvolvimento social, com a geração de empregos, e de sustentabilidade ambiental, por se tratar de uma atividade que pode ser considerada de baixo potencial poluidor e que, no caso da piscicultura, é vista ainda como uma solução à pesca predatória.

Dentre as atividades aquícolas, a que apresenta maior ascensão no Brasil é a piscicultura continental, ou produção de peixes de água doce, que entre 2008 e 2010 apresentou um crescimento de 40%, contribuindo nesse último ano com 82,1% (394.340 toneladas) da produção de pescado em cativeiro (MPA, 2012).

A piscicultura continental no Brasil é praticada predominantemente em sistemas semi-intensivos, caracterizados por viveiros escavados com pequena renovação de água, baixa ou média densidade de estocagem e utilização de rações balanceadas, juntamente com alimento natural (plâncton) (ZANIBONI FILHO, 1997). Nesse tipo de sistema de produção, a Agência Nacional de Águas – ANA estabelece a necessidade da outorga de direito de uso de recursos hídricos e também a outorga de lançamento de efluentes (ANA, 2013), cujos padrões encontram-se definidos na Resolução nº 430/2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2011), que veio complementar a Resolução nº 357/2005 (BRASIL, 2005). Além disso, a Resolução nº 413/2009 do CONAMA determina que os empreendimentos aquícolas, quando necessário, devem implantar mecanismos de tratamento e controle de efluentes que garantam o atendimento aos padrões estabelecidos na legislação ambiental vigente (BRASIL, 2009).

Dentre as alternativas mais comumente utilizadas no tratamento de efluentes estão as lagoas de decantação (ZANIBONI FILHO, 1997). No entanto, para que essas estruturas sejam eficazes, seu dimensionamento deve levar em consideração o volume de efluente produzido e o tempo de residência necessário para a sedimentação e oxidação da matéria orgânica.

A não utilização ou o dimensionamento inadequado dos sistemas de tratamento de efluente da aquicultura pode comprometer os ecossistemas onde esses cultivos encontram-se instalados, sendo fundamental o monitoramento e a compreensão do fluxo de nutrientes para o desenvolvimento sustentável da produção aquícola.

2. OBJETIVO

O presente estudo teve como objetivo caracterizar o efluente gerado no cultivo semi-intensivo de peixes em uma propriedade no Distrito Federal e verificar a necessidade de tratamento com base nos padrões estabelecidos na legislação federal.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Produção de pescado no Brasil

Apesar de o Brasil possuir a maior reserva de água doce do planeta e contar com uma linha costeira de aproximadamente 8.000 km, a sua contribuição a nível mundial em 2010 foi de apenas 0,8% em um mercado que movimentou 148,5 milhões de toneladas de pescados e gerou cerca de 220,6 bilhões de dólares em importações e exportações (FAO, 2012).

Embora a produção ainda seja discreta para um país de dimensões continentais, nos últimos anos tem-se verificado um crescimento significativo na produção nacional de pescados, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Produção, balança comercial e consumo per capita de pescados entre 2001 e 2010 no Brasil.

Ano	Produção (t)			Balança comercial (t)	Consumo per capita (kg)
	Pesca	Aquicultura	Total		
2010	785.369	480.129	1.265.498	-594.241	9,75
2009	825.412	416.206	1.241.618	-475.317	9,03
2008	791.892	365.677	1.157.569	-413.857	8,36
2007	783.177	289.048	1.072.225	-359.831	7,71
2006	779.113	271.697	1.050.810	-285.834	7,28
2005	750.261	257.784	1.008.045	-198.012	6,66
2004	746.217	269.699	1.015.916	-182.197	6,69
2003	712.144	273.268	985.412	-151.687	6,46
2002	755.582	247.678	1.003.260	-173.937	6,76
2001	730.378	205.568	935.946	-230.179	6,79

Fonte: Adaptada de FAO (2012) e MPA (2012).

Os dados apresentados na Tabela 1 mostram que na última década houve um incremento de 35,2% na produção de pescado, porém, enquanto a aquicultura apresentou crescimento de 133,5%, a pesca teve um aumento de apenas 7,5% em igual período, resultado este que está relacionado à redução dos estoques em decorrência da sobrepesca praticada nas diversas regiões do país (PAULO JÚNIOR *et al.*, 2012).

Observa-se ainda na Tabela 1 que para suprir o aumento de 43,6% no consumo de pescado, verificado entre 2001 e 2010 no Brasil, foi necessário ampliar as importações, uma vez que o crescimento da produção não acompanhou a demanda interna, o que gerou uma elevação de 158,2% no déficit da balança comercial correspondente, cujo saldo ficou negativo em US\$ 748.265.845,00 (MPA, 2012; FAO, 2012).

Em 2010, as importações de pescado brasileiras corresponderam a 34% do consumo nacional, sendo o principal fornecedor a Argentina (63.154 t), seguida pelo Chile (45.792 t), Noruega (34.902 t), China (33.339 t), Marrocos (32.973 t) e Portugal (12.019 t). Nesse mesmo ano, a maior produção interna foi registrada em Santa Catarina (183.769 t), seguida pelos estados do Pará (143.078 t), Bahia (114.530 t), Ceará (92.200 t), Rio Grande do Sul (86.304 t) e Amazonas (82.788 t) (MPA, 2012).

3.2. A piscicultura no Brasil

Segundo dados da FAO (2012), a produção mundial da aquicultura em 2010 atingiu 78,8 milhões de toneladas, sendo a piscicultura o ramo de maior importância, respondendo por quase 50% do total (Figura 1).

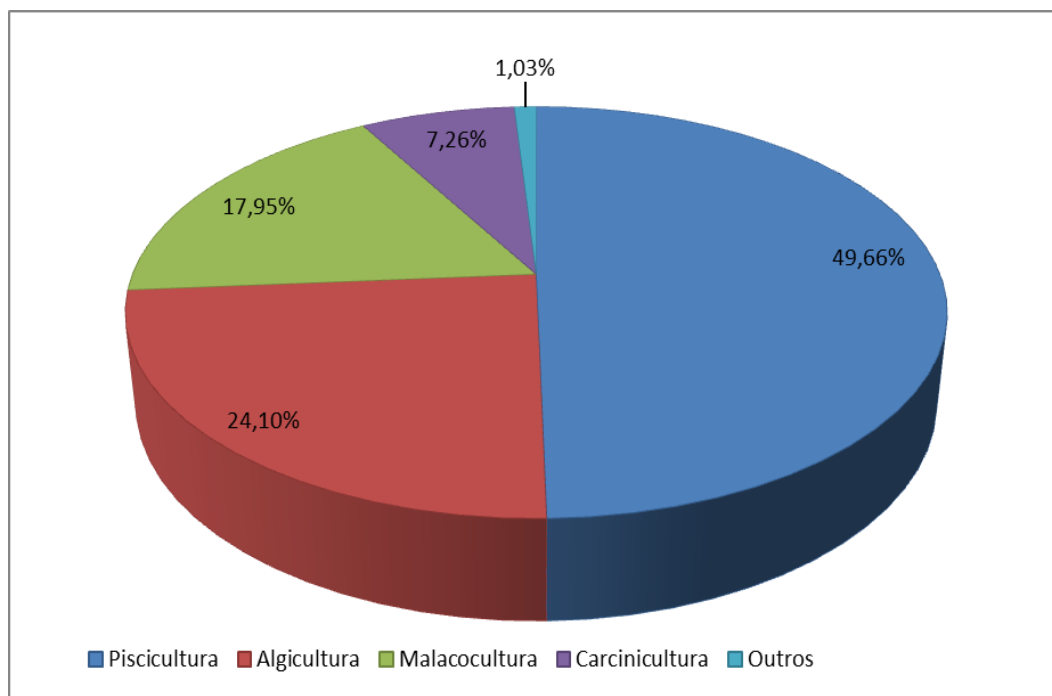


Figura 1 - Participação dos diferentes segmentos na aquicultura mundial em 2010.

Fonte: FAO (2012).

No Brasil, a participação da piscicultura frente às demais atividades aquícolas é ainda mais relevante. De acordo com dados da FAO (2012), em 2010 a piscicultura contribuiu com aproximadamente 82% da produção aquícola brasileira, que somou naquele ano pouco mais de 480 mil toneladas (Figura 2).

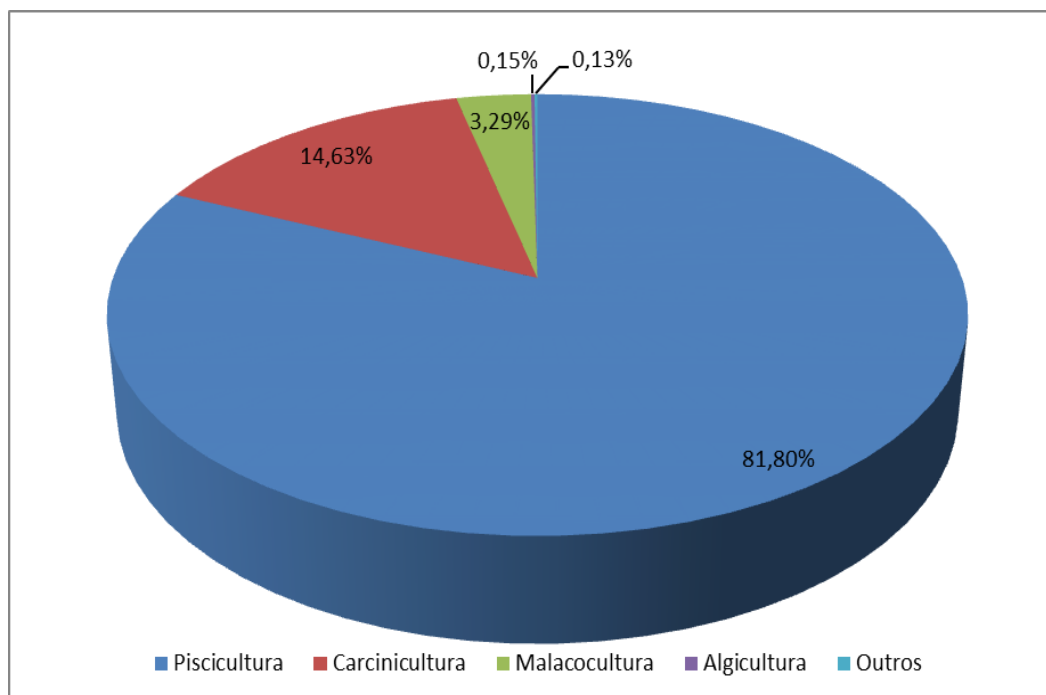


Figura 2 - Participação dos diferentes segmentos na aquícola brasileira em 2010.

Fonte: FAO (2012).

Diferente de alguns países que detêm tecnologias apropriadas e desenvolvem a criação de peixes marinhos, no Brasil a piscicultura está restrita às espécies de água doce, sendo a aquícola marinha desenvolvida para o cultivo de algas, camarões, mexilhões, ostras e vieiras (MPA, 2012).

Atualmente, a região Sul é a principal produtora de peixes em cativeiro no país, respondendo por 33,84% da oferta nacional, seguida pelo Nordeste – 19,93%, Sudeste – 17,98, Centro-Oeste – 17,71% e Norte – 10,54% (MPA, 2012). O estado com maior participação na produção piscícola brasileira é o Rio Grande do Sul – 13,96%, seguido por São Paulo – 11,43%, Santa Catarina – 10,79%, Ceará – 9,66% e Paraná – 9,08% (MPA, 2012).

Na Tabela 2 é apresentada a distribuição da produção da piscicultura no Brasil no ano de 2010, por Regiões e Unidades da Federação.

Tabela 2 – Distribuição da produção piscícola brasileira em 2010 por Regiões e Unidades da Federação.

Regiões e Unidades da Federação	Produção (toneladas)
Brasil	394.340,00
Sul	133.425,10
Nordeste	78.578,50
Sudeste	70.915,20
Centro-Oeste	69.840,10
Norte	41.581,10
Rio Grande do Sul	55.066,40
São Paulo	45.084,40
Santa Catarina	42.547,50
Ceará	38.090,90
Paraná	35.811,10
Mato Grosso	35.333,00
Goiás	18.750,10
Bahia	16.256,60
Mato Grosso do Sul	14.523,80
Amazonas	11.892,20
Minas Gerais	11.618,10
Rondônia	9.490,60
Alagoas	9.115,80
Rio de Janeiro	7.257,10
Tocantins	6.977,50
Espírito Santo	6.955,60
Sergipe	4.600,80
Pará	4.286,40
Acre	4.108,70
Piauí	4.070,80
Roraima	4.067,90
Pernambuco	2.266,00
Maranhão	1.620,80
Paraíba	1.292,50
Rio Grande do Norte	1.264,30
Distrito Federal	1.233,10
Amapá	757,8

Fonte: Adaptado de MPA (2012).

3.2.1. Sistemas de produção

Os sistemas de produção em piscicultura estão atrelados a inúmeros fatores determinantes, podendo-se adotar práticas tradicionais ou mescladas com novos conceitos e tecnologias. Tais sistemas podem ser classificados a partir de vários critérios, porém, no Brasil a classificação por produtividade é a mais empregada e abrange os sistemas extensivos, semi-intensivos e intensivos (CREPALDI *et al.*, 2006).

O cultivo extensivo de peixes ocorre em viveiros escavados, sendo caracterizado pela ausência de renovação de água, exceto pela chuva e reposição das perdas causadas pela infiltração e evaporação, alimentação exclusivamente natural (plâncton), baixa produtividade, entre 300 e 700 kg/hectare, e consumo local como objetivo primário da produção (CREPALDI *et al.*, 2006).

Atualmente, com a elevada demanda de pescado pelo mercado consumidor, a produção extensiva tem entrado em desuso, uma vez que com o emprego de técnicas relativamente simples, como o uso de aeração mecânica, controle da entrada e saída da água, manutenção da qualidade de água e adoção de um programa nutricional adequado, é possível, em instalações similares, o cultivo de peixes em níveis semi-intensivos ou mesmo intensivos.

No Brasil, o cultivo de peixes de água doce é praticado, principalmente, em sistemas semi-intensivos, caracterizados por viveiros escavados com pequena renovação de água, baixa ou média densidade de estocagem e utilização de rações balanceadas, juntamente com alimento natural (plâncton) (ZANIBONI-FILHO, 1997).

O plâncton constitui um conjunto de organismos microscópicos que se encontram em suspensão na água e inclui o fitoplâncton, o zooplâncton e bactérias, sendo aquele o de maior importância por constituir fonte de alimento primário aos demais. O desenvolvimento do fitoplâncton está relacionado à disponibilidade de nutrientes inorgânicos e de dióxido de carbono dissolvidos e à presença de luz solar (BOYD & LICHTKOPPLER, 1979). Normalmente nas estações chuvosas, em decorrência do aumento na turbidez da água e da menor intensidade de luz, há um decréscimo na produção primária devido à redução da fotossíntese (EL-SAYED, 2006).

De acordo com Knud-Hansen *et al.* (1993), a produtividade da tilápia do Nilo em viveiros está positivamente correlacionada com a disponibilidade de alimento natural. Para essa espécie, tem sido relatado um melhor desempenho em viveiros que

receberam doses frequentes de fertilizantes, principalmente nitrogenados e fosfatados, a fim de promover o aumento da população de plâncton (STICKNEY *et al.*, 1979; CHANG 1988).

A densidade de estocagem também é um fator que afeta diretamente a produção de tilápias em viveiros, pois pode comprometer a disponibilidade e a eficiência de utilização do alimento natural, reduzindo conseqüentemente o desempenho animal. Liu & Chang (1992), utilizando um modelo bioenergético para prever índices zootécnicos no cultivo de tilápias do Nilo em viveiros fertilizados, verificaram redução linear no ganho de peso diário ao elevar a densidade de estocagem de 0,5 a 5 peixes/m², sendo considerada a utilização de dois peixes/m² a mais adequada, objetivando maiores ganhos em produtividade e peso corporal.

Dentre os modelos de cultivo intensivos adotados no Brasil, destacam-se os tanques-rede, que são estruturas flutuantes construídas em rede ou tela (Figura 3), que permitem a passagem do fluxo de água e dos dejetos (SANDOVAL JÚNIOR *et al.*, 2010). Tal sistema dispensa altos investimentos iniciais, podendo ser implantado em reservatórios de hidrelétricas, rios, açudes e represas diversas, possibilitando produtividade econômica de até 250 kg/m³ (TEIXEIRA *et al.*, 2009). Diferente dos sistemas extensivos e semi-intensivos, na produção em tanques-rede a alimentação é feita obrigatoriamente com ração balanceada, uma vez que não é possível manipular a qualidade da água para favorecer o crescimento de plâncton.

A criação em tanques-rede passou a ser mais difundida a partir da licitação de áreas em parques aquícolas criados em reservatórios de hidrelétricas pelo Ministério da Pesca e Aquicultura, procedimento este amparado pela Instrução Normativa Interministerial MMA/SEAP nº 7 de 28 de abril de 2005, que estabeleceu a possibilidade de destinação de até 1,0% das áreas superficiais dos corpos d'água fechados ou semi-abertos da União para a aquicultura (Brasil, 2005). De acordo com o Ministério da Pesca e Aquicultura, atualmente existem parques aquícolas em operação nos reservatórios de Itaipu (PR), Castanhão (CE), Ilha Solteira (MS, MG e SP), Furnas (MG), Três Marias (MG) e Tucuruí (PA), sendo que até 2014 estarão concluídos os estudos para demarcação dos parques aquícolas em 31 reservatórios, cuja capacidade de produção conjunta é estimada em 800 mil toneladas anuais de pescado (MPA, 2013).

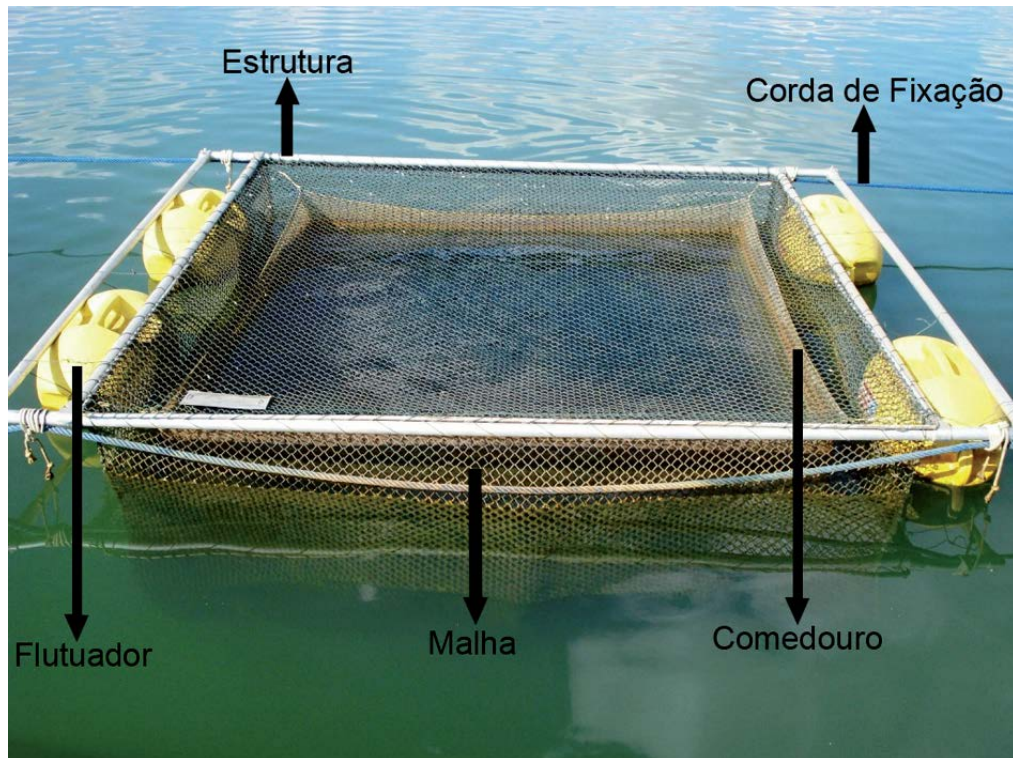


Figura 3. Tanque-rede e suas estruturas.

Fonte: Sandoval Júnior et al. (2010).

3.2.2. Espécies cultivadas

A principal espécie de peixe produzida no Brasil é a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), que em 2010 respondeu por 39,4% do volume total cultivado no país (MPA, 2012).

A tilápia é uma espécie exótica, originária da África, que foi introduzida no Brasil em 1971 pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS, visando à reprodução e o povoamento em caráter experimental de reservatórios públicos na região Nordeste, disseminando-se rapidamente para outras regiões do país por meio de ações semelhantes promovidas por companhias hidrelétricas estaduais (FIGUEIREDO JÚNIOR & VALENTE JÚNIOR, 2008).

Além da tilápia, diversas espécies de peixes nativos e exóticos possuem importância para a piscicultura nacional, conforme dados apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Distribuição da produção piscícola brasileira em 2010 por espécie.

Espécie	Produção (toneladas)
Tilápia	155.450,8
Carpa	94.579,0
Tambaqui	54.313,1
Tambacu	21.621,4
Pacu	21.245,1
Piau	7.227,6
Curimatã	5.226,0
Truta	5.122,7
Tambatinga	4.915,6
Bagre	4.073,4
Matrinchã	2.981,9
Pintado	2.486,5
Piraputanga	1.365,6
Jundiá	1.274,3
Pirapitinga	783,6
Traíra	266,3
Cascudo	37,1
Pirarucu	10,4
Outros	11.359,6
Total	394.340,00

Fonte: Adaptado de MPA (2012).

Devido à extensão continental do Brasil e, conseqüentemente, às diferenças climáticas ao longo de seu território, tem-se na piscicultura, e na aquicultura em geral, uma distribuição regionalizada das principais espécies cultivadas, como apresentado na Figura 4.

A presença da tilápia em todas as regiões do país e a sua preferência pelos piscicultores se deve, principalmente, à fácil adaptação às diversas condições de clima e sistemas de cultivo; ao ciclo de engorda relativamente curto; à aceitação de uma ampla variedade de alimentos; à resistência a doenças, altas densidades de povoamento e baixo teor de oxigênio dissolvido; às desovas parceladas ao longo de todo o ano; à carne saborosa e com baixo teor calórico; à ausência de espinhas em forma de “Y”; e ao rendimento de filé de até 37% (NOGUEIRA & RODRIGUES, 2007).



Figura 4 - Regionalização da Aquicultura no Brasil.

Fonte: Matias (2011).

Outras espécies exóticas, como as carpas e a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), aquelas predominantes no Rio Grande do Sul e essa nas regiões serranas do Sul e Sudeste, também são de grande importância para a piscicultura nacional. Já em relação às espécies nativas, o tambaqui (*Colossoma macropomum*) se destaca nos estados da região Norte, assim como o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e o pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) no Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, respectivamente.

3.3. Piscicultura e meio ambiente

Nos dias de hoje, com a crescente demanda de alimentos pela população e a exigência de que esse suprimento tenha origem sustentável, é necessário que a piscicultura considere o componente ambiental em seu desenvolvimento, uma vez que utiliza diretamente os recursos hídricos, podendo elevar a carga de nutrientes no meio aquático (MACEDO & SIPAÚBA-TAVARES, 2010).

No Brasil, de acordo com a Resolução nº 413/2009 do CONAMA, o potencial de impacto ambiental provocado pela atividade de piscicultura é dado em função do

porte do empreendimento, do potencial de severidade da espécie e do sistema de cultivo (BRASIL, 2009).

Os principais danos ao meio ambiente decorrentes da atividade de piscicultura incluem a remoção da cobertura vegetal no local de implantação dos viveiros; o lançamento de efluentes sem tratamento adequado e com alta carga de matéria orgânica, nitrogênio (N) e fósforo (P), provocando eutrofização dos corpos hídricos; e a introdução de espécies exóticas e doenças no ambiente, gerando possíveis desequilíbrios nos ecossistemas (VALENTI, 2002).

O manejo inadequado empregado no cultivo de peixes, principalmente em relação à qualidade da dieta fornecida, acarreta a produção de efluentes com reduzida concentração de oxigênio dissolvido, excesso de matéria orgânica, altas quantidades de nutrientes (N e P) e sólidos em suspensão, que, ao serem lançados nos corpos hídricos receptores sem tratamento adequado, provocam expressiva queda na qualidade da água, em função das alterações físicas, químicas e biológicas, comprometendo o ecossistema aquático (ZANIBONI FILHO, 1997; MACEDO & SIPAÚBA-TAVARES, 2010).

Os efluentes produzidos pela atividade de piscicultura apresentam caracterização de acordo com os sistemas de cultivo utilizados e, desta forma, também irão gerar impactos em intensidade e magnitude variados, o que exigirá técnicas distintas de tratamento.

No sistema de produção semi-intensivo em viveiros escavados, modelo predominante no Brasil, a despesca constitui a fase em que ocorre a maior concentração de poluentes no efluente, uma vez que exige a completa drenagem das instalações, acarretando em maior aporte de nutrientes e matéria orgânica presentes no sedimento (ZANIBONI FILHO, 2005). De acordo com Boyd (1978), 95% dos sólidos sedimentáveis e 26% da DBO gerados no cultivo de peixes em viveiros são liberados na despesca. Nessa fase, a drenagem parcial dos tanques com a retenção de apenas 7,5 cm de coluna d'água pode reduzir em até 70% a carga de nitrogênio, fósforo e matéria orgânica produzida no cultivo de peixes (TUCKER *et al.*, 1996).

Alternativas como o desvio do efluente dos viveiros para lagoas de decantação, o aproveitamento do efluente na irrigação de culturas agrícolas e a utilização de peixes filtradores também têm sido utilizadas para reduzir a carga de poluentes lançadas pela piscicultura no ambiente (ZANIBONI FILHO, 1997).

O uso de peixes filtradores apresenta resultados significativos na remoção de sólidos em suspensão e na redução da demanda química de oxigênio (DQO), conforme ensaio realizado por Pereira (2000), no qual foram utilizados estocados alevinos de tilápia do Nilo em tanques e decorridos seis dias observou-se a redução de 66% da concentração inicial de sólidos em suspensão e de 74% na DQO.

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e a carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) estão entre as espécies com maior eficiência na remoção de matéria orgânica por meio do aproveitamento de algas e fitoplâncton como alimento. Em experimento realizado por Turker *et al.* (2003) observou-se que tanto a tilápia do Nilo quanto a carpa prateada são espécies potenciais redutoras das populações de algas verdes e cianobactérias, destacando-se a tilápia com maior eficiência na predação de algas pequenas, comparado às carpas prateadas, as quais, por sua vez, apresentaram-se mais eficientes na captura de organismos maiores.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização da estação de piscicultura

O estudo foi desenvolvido entre junho e novembro de 2013 na estação de piscicultura da Secretaria de Estado de Agricultura e Desenvolvimento Rural do Distrito Federal – SEAGRI/DF, localizada em Brasília, Distrito Federal, latitude - 15.905083 e longitude -47.988045.

A estação de piscicultura da SEAGRI/DF foi implantada em 1999 em uma propriedade com 584,6 hectares, conhecida como Granja Modelo Ipê (Figura 5), com o objetivo de fomentar a produção local de pescado, principalmente entre os pequenos produtores rurais e produtores familiares do Distrito Federal e Entorno.

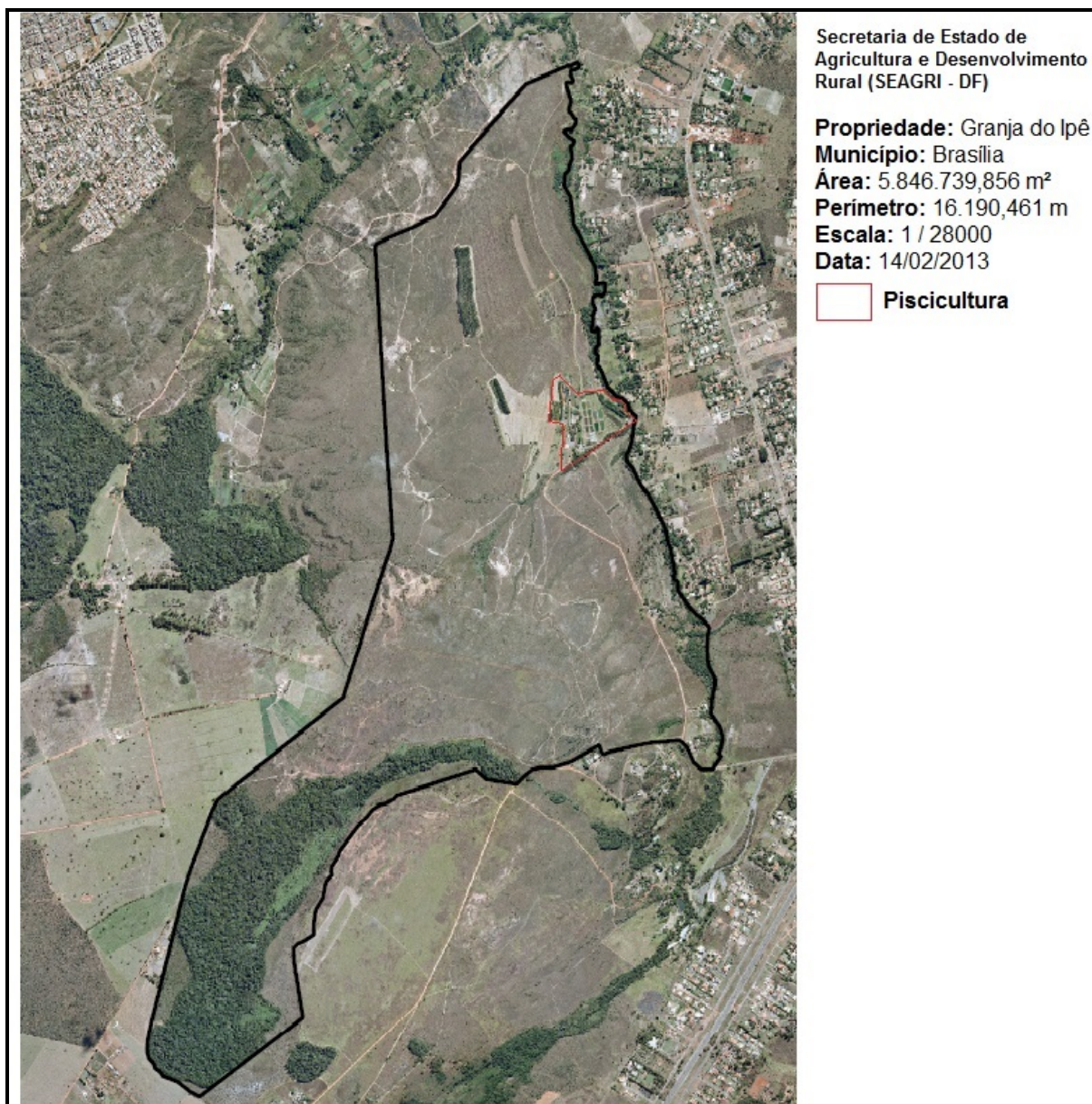


Figura 5 – Imagem de Satélite da Granja Modelo do Ipê.

Fonte: SEAGRI/DF.

A Granja Modelo do Ipê, localizada na Bacia Hidrográfica do Lago Paranoá, Região Hidrográfica do Paraná, conta com o abastecimento hídrico superficial dos córregos Coqueiros e seu tributário, o córrego Capão Preto, do qual deriva por gravidade, em um canal parcialmente tubulado (Figura 6), aproximadamente 30L/s de água para a estação de piscicultura.



Figura 6 - Canal de derivação de água do córrego Capão Preto.

Fonte: SEAGRI/DF.

Atualmente a estação denominada Núcleo de Tecnologia em Piscicultura e Pecuária conta com 22 viveiros escavados (Figura 7), totalizando 11.500m² de lâmina d'água com um volume de 17.250m³, os quais são utilizados para o cultivo de peixes, principalmente da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), visando à reprodução com vistas à distribuição de alevinos aos piscicultores do DF. O sistema de cultivo adotado no local é o semi-intensivo, caracterizado por viveiros escavados com pequena renovação de água (3% a 5%), baixa ou média densidade de estocagem (1 a 2 kg/m²) e utilização de rações balanceadas, juntamente com alimento natural (plâncton) (ZANIBONI-FILHO, 1997).



Figura 7 - Estação de piscicultura da SEAGRI/DF.

Fonte: SEAGRI/DF.

Compõem ainda a infraestrutura local oito tanques de alvenaria para estocagem de alevinos em tamanho comercial, com volume de 15m^3 , cada; um laboratório de reprodução de peixes; um auditório para cursos e eventos com capacidade para 90 pessoas; e estruturas de apoio para servidores e usuários. Para o tratamento do efluente gerado pelos tanques de piscicultura o local ainda dispõe de uma lagoa de decantação com 4.500m^3 (Figura 8) e uma caixa de britas para impedir a fuga de peixes para o córrego Coqueiros.

Entre as atividades desenvolvidas destacam-se a produção e distribuição de alevinos; assistência técnica; cursos de capacitação de curta duração; apoio à comercialização de pescado; e desenvolvimento de projetos de pesquisa em parceria com instituições de ensino superior para geração de tecnologias aplicáveis ao cultivo de peixes em cativeiro. Entre 2010 e 2012 foram produzidos e distribuídos no local 1.451.423 alevinos, principalmente de tilápia, beneficiando 767 produtores rurais do Distrito Federal. Nesses últimos três anos foram ainda atendidos com assistência técnica e participaram de cursos de capacitação em piscicultura um total de 2.748 pessoas, dentre produtores rurais, estudantes e técnicos.



Figura 8 - Lagoa de decantação na estação de piscicultura da SEAGRI/DF.

Fonte: Arquivo pessoal.

4.2. Coleta de amostras

Para avaliação da qualidade da água utilizada e da eficiência do tratamento do efluente de piscicultura foram coletadas em um mesmo momento amostras em triplicata de cinco diferentes pontos, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Amostragem de água para análises físico-químicas e microbiológicas.

Local de coleta	Número de amostras
Córrego Capão Preto (captação)	3
Efluente dos tanques de piscicultura	3
Efluente da lagoa de decantação	3
Córrego Coqueiros (50m à montante do lançamento do efluente)	3
Córrego Coqueiros (50m à jusante do lançamento do efluente)	3

Para a coleta das amostras para as análises físico-químicas foram utilizados frascos graduados de 1L em polietileno previamente lavados com detergente específico e enxaguados com água deionizada, enquanto que para as análises microbiológicas foram utilizados frascos de vidro previamente esterilizados com capacidade para 0,25L (Figura 9).



Figura 9 - Frascos utilizados para coleta de amostras.

Fonte: Arquivo pessoal

As amostragens da captação no córrego Capão Preto, do efluente dos tanques e do efluente da lagoa de decantação foram realizadas diretamente no corpo hídrico ou reservatório no ponto de instalação das tubulações correspondentes, enquanto as coletas no córrego Coqueiros foram realizadas em pontos do corpo hídrico não estagnados, sendo todas a uma profundidade de 15 a 30 cm abaixo da superfície da água, conforme recomendado por Parron *et al.* (2011).

Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em caixas isotérmicas, providas de gelo, e encaminhadas imediatamente ao laboratório da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB para determinação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

4.3. Análises físico-químicas e microbiológicas

No momento da coleta das amostras foram mensuradas a temperatura e o oxigênio dissolvido, por meio de oxímetro Lutron Modelo YK-22DO provido de termômetro (Figura 10), e o pH, utilizando um potenciômetro Hanna Instruments modelo HI-98128 (Figura 11). As demais análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas em laboratório, conforme metodologias apresentadas na Tabela 5.



Figura 10 - Oxímetro utilizado para a leitura de oxigênio dissolvido e temperatura.

Fonte: Arquivo pessoal



Figura 11 - Potenciômetro utilizado para a leitura de pH.

Fonte: Arquivo pessoal

Tabela 5 - Metodologias adotadas para determinação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos de amostras de água e efluente de piscicultura.

Parâmetro	Metodologia
Alcalinidade (mg/L)	Titulometria
Dureza (mg/L)	Titulometria
Condutividade específica (uS/cm)	Condutivimétrico
Turbidez (NTU)	Nefelométrico
Fósforo total (mg/L)	Ácido ascórbico
Nitrato (mg/L)	Cromatografia iônica
Nitrito (mg/L)	Cromatografia iônica
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	Cromatografia iônica
Coliformes totais (NMP/100 mL)	Substrato enzimático
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	Substrato enzimático

Fonte: APHA (2012).

4.4. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, aonde os pontos de coleta (5) corresponderam aos tratamentos, cada um com três repetições, equivalente ao número de amostras coletadas em cada local.

Para análise estatística, os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas obtidos para cada parâmetro foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, utilizando o software SPSS 2.0.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas amostras de água e efluente coletadas na estação de piscicultura da SEAGRI/DF encontram-se na Tabela 6.

Em todos os pontos de amostragem os valores encontrados para temperatura, oxigênio dissolvido, pH, turbidez e nitrogênio amoniacal permaneceram dentro dos padrões estabelecidos para o cultivo de organismos aquáticos em água doce e de lançamentos de efluentes, conforme as resoluções CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005) e 430/11 (BRASIL, 2011), respectivamente.

Tabela 6 - Resultado das análises físico-químicas e microbiológicas da água e efluente da estação de piscicultura da SEAGRI/DF.

Parâmetro/Amostra	Padrões*		Local de Coleta**				
	Cultivo	Efluente	1	2	3	4	5
Temperatura (°C)	-	≤40	21,30 ^b	24,33 ^a	24,43 ^a	20,83 ^c	21,10 ^b
Oxigênio (mg/L)	≥5	-	8,73 ^a	6,96 ^c	7,50 ^b	8,96 ^a	8,96 ^a
pH	-	5-9	7,62 ^{ab}	7,42 ^{bc}	7,67 ^a	7,39 ^c	7,40 ^c
Alcalinidade (mg/L)	-	-	1,86	2,93	2,93	2,40	2,13
Dureza (mg/L)	-	-	2,66 ^b	4,00 ^b	6,66 ^{ab}	10,00 ^a	10,00 ^a
Condutividade (uS/cm)	-	-	2,43 ^d	4,53 ^c	4,56 ^c	9,76 ^a	8,43 ^b
Turbidez (UNT)	≤100	-	7,90 ^c	11,30 ^b	24,60 ^a	2,80 ^e	3,76 ^d
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	-	≤20	0,021 ^c	0,046 ^a	0,019 ^c	0,030 ^b	0,032 ^b
Nitrito (mg/L)	-	-	0,000	0,000	0,000	0,069	0,069
Nitrato (mg/L)	-	-	0,060 ^{bc}	0,079 ^{abc}	0,053 ^c	0,104 ^{ab}	0,109 ^a
Fósforo Total (mg/L)	≤0,050	-	0,060 ^a	0,023 ^c	0,050 ^b	0,060 ^a	0,060 ^a
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	≤1000	-	475,06 ^c	142,13 ^c	193,70 ^c	1901,83 ^b	2275,16 ^a
Coliformes totais (NMP/100mL)	-	-	>2419,60	>2419,60	>2419,60	>2419,60	>2419,60

Médias seguidas por letra diferente na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

* Padrões de água doce para cultivo de organismos aquáticos e de lançamento de efluentes estabelecidos na Resolução CONAMA n° 357/05 (BRASIL, 2005) e na Resolução CONAMA n° 430/11 (BRASIL, 2011), respectivamente.

** 1 - captação no córrego Capão Preto; 2 - efluente dos tanques de piscicultura; 3 - efluente da lagoa de decantação; 4 - Córrego Coqueiros à montante do ponto de lançamento de efluente; 5 - Córrego Coqueiros à jusante do ponto de lançamento de efluente.

Conforme os dados apresentados na Tabela 6, observa-se que as temperaturas da água nos efluentes dos tanques e da lagoa de decantação não diferiram significativamente entre si, mas foram superiores àquelas verificadas nos demais pontos de coleta. Tal fato pode ser atribuído ao elevado tempo de residência da água no sistema de cultivo, acima de 20 dias, o que pode ainda ter influenciado um ligeiro aumento na temperatura do córrego Coqueiros à jusante do lançamento do efluente.

Apesar da temperatura superior, o efluente lançado no córrego Coqueiros atendeu à Resolução CONAMA 430/11 (BRASIL, 2011), que estabelece um limite máximo de 40°C e ainda uma variação na temperatura do corpo receptor inferior a 3°C no limite da zona de mistura, correspondente ao ponto de amostragem à jusante do lançamento do efluente no presente estudo.

Os níveis de oxigênio dissolvido dos córregos Capão Preto e Coqueiros não diferiram entre si e mostraram-se dentro dos padrões recomendados para o cultivo de peixes (BRASIL, 2005). Conforme esperado, pela presença de peixes e consequente consumo de oxigênio, no efluente dos tanques de piscicultura o teor de oxigênio dissolvido foi menor que no da lagoa de decantação, embora ainda dentro dos padrões de lançamento.

O nitrogênio amoniacal foi mais elevado no efluente dos viveiros de piscicultura e menor na saída da lagoa de decantação e no córrego Capão Preto. No cultivo de peixes, o aporte de nitrogênio disponibilizado pela ração varia de 5% a 8%, em média, com uma deposição na carcaça dos peixes entre 10% e 20% (SCHROEDER et al., 1991). Em um estudo avaliando o efluente de uma estação de piscicultura no Paraná, Swarofsky (2003) verificou que na produção de 1039,8 kg de tilápias e carpas foram fornecidos 172,52 kg de nitrogênio por meio da ração, dos quais 23,73 kg foram recuperados pelos peixes e 148,79 kg foram depositados no ambiente de cultivo, gerando uma taxa de recuperação de 13,75%.

A redução no nível de amônia e nitrato verificada do efluente dos tanques para o da lagoa de decantação indica a eficiência desse mecanismo de tratamento na redução do lançamento de nitrogênio no ambiente, uma vez que sem o aporte desse nutriente pela ração, a redução em seus níveis decorre da deposição no sedimento de fundo e assimilação por algas, bactérias e organismos planctônicos.

Nas amostras de água coletadas nos córregos Capão Preto e Coqueiros o teor de fósforo total encontrava-se acima dos padrões estabelecidos para o cultivo de organismos aquáticos, sendo superior ao verificado nos efluentes do cultivo. Nesses corpos hídricos, o lançamento de esgoto doméstico e a drenagem pluvial de áreas de criação de animais e de produção agrícola das chácaras localizadas às margens dos córregos podem ser responsáveis pelo elevado teor de fósforo verificado. Os detergentes fosfatados e a matéria fecal são os grandes responsáveis pelo aporte de fósforo nos esgotos domésticos, cuja concentração no Brasil situa-se na faixa de 4 a 15 mg/L (QUEVEDO & PAGANINI, 2011). A drenagem pluvial de áreas agrícolas e de criação de animais também pode contribuir para elevação da carga de fósforo e eutrofização dos corpos hídricos devido à utilização de fertilizantes fosfatados e a presença dos dejetos de animais (BARRETO et al., 2013).

No efluente da lagoa de decantação o teor de fósforo total foi significativamente superior ao do efluente dos viveiros de piscicultura, o que se deve provavelmente a presença constante de capivaras naquela estrutura, animal conhecido por eliminar seus dejetos no ambiente aquático (SILVA, 1986). O baixo teor de fósforo no efluente dos viveiros, apesar da utilização de rações e fertilizantes fosfatados, ocorre em função da sua deposição parcial no sedimento de fundo (SWAROFSKY, 2003).

De acordo com Sonnennholzner & Boyd (2000), viveiros de piscicultura tendem a ser um local de aumento de deposição de fósforo pela formação de compostos com outros elementos, como o cálcio, ferro e alumínio. Segundo Swarofsky (2003), em solos ácidos, característicos de regiões de cerrado, o fósforo tende a formar precipitados insolúveis como fosfatos de ferro e alumínio, enquanto em solos neutros e alcalinos, ocorre a deposição como fosfato de cálcio. Masuda & Boyd (1994) relatam que em viveiros 99,81% do fósforo é encontrado no sedimento e na camada superficial de solo, sendo mínima a disponibilidade desse elemento na água. Esses autores ainda relatam que a maior parcela de fósforo depositada nos viveiros é proveniente da ração, sendo o percentual de recuperação, por meio da deposição na carcaça dos peixes, entre 10% e 20% (SCHROEDER *et al.*, 1991).

Viveiros com trocas de água pouco intensas, característica do sistema de cultivo semi-intensivo, têm grande capacidade de assimilar matéria orgânica e nutriente, conforme relatado por Hillary & Boyd (1997). Esses autores verificaram em estudos com bagres, que 79,9% de matéria orgânica, 64,1% do fósforo e 42,7% do nitrogênio, provenientes das rações fornecidas aos peixes, foram assimiladas pelos viveiros, sendo 3,1% da matéria orgânica, 7% do fósforo e 28,5% do nitrogênio lançados junto ao efluente e o restante retido pelos animais. De acordo com Zaniboni Filho (2005), a pequena renovação de água faz com que o próprio viveiro de cultivo atue como uma lagoa de decantação, ocorrendo a oxidação e a sedimentação da matéria orgânica residual.

Os níveis de coliformes termotolerantes dos efluentes gerados na estação de piscicultura e da água de abastecimento proveniente do córrego Capão Preto não diferiram significativamente e estiveram dentro dos limites estabelecidos para o cultivo de organismos aquáticos em água doce e de lançamentos de efluentes (BRASIL, 2005; BRASIL, 2011). Entretanto, no córrego Coqueiros a presença desse grupo de bactérias foi superior aos limites toleráveis, sendo que à jusante do

lançamento de efluente da estação de piscicultura a contaminação no corpo hídrico mostrou-se superior ao verificado à montante.

Os coliformes termotolerantes, representados predominantemente pela *Escherichia coli*, são indicadores de contaminação fecal, pois estão presentes no trato intestinal humano e de outros mamíferos, sendo eliminados nas fezes (PEREIRA *et al.*, 1999). A ausência desse grupo de bactérias no organismo de peixes exclui a possibilidade da contribuição do efluente de piscicultura no aumento da contaminação do corpo hídrico, o que pode ser reforçado pelos baixos níveis de coliformes verificados nas amostras provenientes dos tanques e lagoa de decantação.

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos indicam que o sistema de cultivo adotado na estação de piscicultura da SEAGRI/DF dispensa a utilização de mecanismos de tratamento de efluentes, uma vez que todos os parâmetros avaliados nas amostras coletadas na saída dos viveiros estão dentro dos padrões de lançamento estabelecidos na legislação federal.

O lançamento indireto do efluente com o desvio para tanques de decantação, conforme verificado na propriedade em questão é recomendado, pois estudos apontam uma elevada descarga de poluentes durante a drenagem dos viveiros na fase de despesca, o que poderia contribuir para a deterioração progressiva da qualidade da água do corpo hídrico receptor.

Assim como na despesca, outras operações de manejo e a variação qualitativa e quantitativa da dieta fornecida aos peixes em diferentes fases de cultivo podem implicar alterações nas características físico-químicas e microbiológicas do efluente ao longo do ano, sendo importante o monitoramento periódico dos lançamentos nas estações de piscicultura.

7. REFERÊNCIAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos da Agência Nacional de Águas**. Brasília: ANA, 2013.

APHA - American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. APHA. Washington DC: Edição 22, 2012. 1490 p.

BARRETO, L. V.; BARROS, F. M.; BONOMO, P.; ROCHA, F. A.; AMORIM, J. S. Eutrofização em rios brasileiros. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p. 2165-2179, 2013.

BOYD, C.E. Effluents from catfish ponds during fish harvest. **Journal of Environmental Quality**, v. 7, p. 59-62, 1978.

BOYD, C. E.; LICHTKOPPLER, F. **Water Quality Management in Pond Fish Culture**. Auburn: Auburn University, 1979. 32p.

BRASIL. Instrução Normativa Interministerial nº 7, de 28 de abril de 2005. **Estabelece diretrizes para implantação dos parques e áreas aquícolas** em razão do art. 19 do Decreto nº 4.895, de 25 de novembro de 2003. Brasília, DF, 2005.

CHANG, W. Y. B. **Fish production: data synthesis and model development**. In: Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program (CRSP), 6th annual administrative report. Oregon: Oregon State University, p. 41–49, 1988.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA 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**. Brasília: BRASIL, 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 413, de 26 de junho de 2009. **Dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura e dá outras providências**. Brasília, DF, 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamentos de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA**. Brasília, DF, 2011.

CREPALDI, D. V.; TEIXEIRA, E. A.; FARIA, P. M. C.; RIBEIRO, L. P.; MELO, D. C.; CARVALHO, D.; SOUZA, A. B.; SATURNINO, H. M. Sistemas de produção na piscicultura. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 30, n. 3/4, p. 86-99, 2006.

EL-SAYED, A. F. M. **Tilapia Culture**. Cambridge: CABI Publishing, 2006. 277 p.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Fishery and aquaculture statistics**. Rome, 2012. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/FI/CDrom/CD_yearbook_2010/index.htm>. Acesso em 23 de outubro de 2013.

FIGUEIREDO JÚNIOR, C. A.; VALENTE JÚNIOR, A. S. Cultivo de tilápias no Brasil: origens e cenário atual. *In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural*, 46º, Rio Branco, 2008. **Anais...** Rio Branco: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. 2008.

HILLARY, S. E.; BOYD, C. E. **Dynamics of Pond Aquaculture**. Boca Raton, New York: CRC-Press, 1997. 480 p.

KNUD-HANSEN, C. F., BATTERSON, T. R., MCNABB, C. D. The role of chicken manure in the production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture and Fisheries Management**, n. 24, p. 483–493, 1993.

LIU, K. M.; CHANG, W. Y. B. Bioenergetic modelling of effects of fertilization, stocking density, and spawning on growth of the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture and Fisheries Management**, v. 23, p. 291-301, 1992.

MACEDO, C. F.; e SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**, v. 36, n. 2, p. 149-163, 2010.

MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura 2008-2009**. Brasília: MPA, 2010. 101 p.

MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura de 2010**. Brasília: MPA, 2012. 129 p.

MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura. **Parques aquícolas continentais**. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/index.php/aquiculturampa/aguas-da-uniao>>. Acesso em 25 de novembro de 2013.

MASUDA, K.; BOYD, C. E. Phosphorus Fractions in Soil and Water of Aquaculture Ponds Built on Clayey Ultisols at Auburn, Alabama. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 25, n. 3, p. 379-395, 1994.

MATIAS, F. **Políticas e Programas para Aquicultura no Brasil**. *In: IV Encontro de Negócios da Aquicultura da Amazônia*, Manaus, 2011.

NOGUEIRA, A. C.; RODRIGUES, T. **Criação de Tilápias em Tanques-Rede**. Salvador: Sebrae Bahia, 2007. 23p.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimento de amostragem e análise físico-química de água**. Documento – Embrapa Florestas 232, 2011.

PAULO JÚNIOR, E. P. N.; XAVIER, J. H. A.; SASSI, R.; ROSA, R. S.. Gestão da pesca artesanal na Costa da Paraíba, Brasil: uma abordagem utilizando o processo analítico hierárquico. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 12, n. 4, p. 509-520, 2012.

PEREIRA, M. L.; GASTELOIS, M. C. A.; BASTOS, E. M. A. F.; CAIAFFA, W. T.; FALEIRO, E. S. C. Avaliação de ensaios analíticos para detecção de coliformes fecais em queijo Minas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 51, n. 5, p. 421-426, 1999.

PEREIRA, C. M. **Avaliação do uso de peixes planctófagos no tratamento de efluentes domésticos**. Florianópolis, SC: UFSC. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

QUEVEDO, C. M. G.; PAGANINI, W. S. Impactos das atividades humanas sobre a dinâmica do fósforo no meio ambiente e seus reflexos na saúde pública. **Ciência e saúde coletiva**, v. 16, n. 8, pp. 3539-3539, 2011.

SANDOVAL JÚNIOR, P.; TROMBETA, T. D.; MATTOS, B. O.; SALLUM, W. B. **Manual de criação de peixes em tanques-rede**. Brasília: Codevasf, 2010. 69 p.

SCHROEDER, G. L.; ALKON, A.; LAHER, M. Nutrient flow in pond aquaculture systems. In: BRUNE, E.; TOMASO, J. R. **Aquaculture and water quality**. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, p. 489-505, 1991.

SILVA, L. F. W. **Criação de capivaras em cativeiro**. São Paulo: Nobel, 1986. 69 p.

SONNENHOLZNER, S.; BOYD, C. E. Chemical and physical properties of shrimp pond bottom soils in Ecuador. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 31, n. 3, p. 358-375, 2000.

STICKNEY, R. R.; HESBY, J. H.; MCGEACHIN, R. B.; ISBELL, W. A. Growth of *Tilapia niloticus* in ponds with differing histories of organic fertilization. **Aquaculture**, v. 17, p. 189-194, 1979.

SWAROFISKY, E. A. C. **Avaliação do efluente da estação de piscicultura da colônia penal agrícola de Piraquara, Paraná**. Curitiba, 2003. 57 p. Dissertação de Mestrado, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

TEIXEIRA, R. N. G.; CORRÊA, R. O.; FARIA, M. T.; MEYER, G. **Piscicultura em tanques-rede**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 120p.

TUCKER, C. S.; KINGSBURY, S. K.; POTE, J. W.; WAX, C. L. Effects of water management practices on discharge of nutrients and organic matter from channel catfish (*Ictalurus punctatus*) ponds. **Aquaculture**, v. 147, p. 57-69, 1996.

TURKER, H.; EVERSOLE, A. G.; BRUNE, D. E. Comparative Nile tilapia and silver carp filtration rates of Partitioned Aquaculture System phytoplankton. **Aquaculture**, v. 220, p. 449-457, 2003.

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

ZANIBONI FILHO, E. O desenvolvimento da piscicultura brasileira sem a deterioração da qualidade de água. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 57, n. 1, p. 3-9, 1997.

ZANIBONI FILHO, E. Tratamento de efluentes da piscicultura. In.: Congresso Internacional de Zootecnia – Zootec, 2005. Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande: UEMS. 2005. p. 1-25.