



VI-008 - AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DO EFLUENTE DA DESPESCA DA TILÁPIA NO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL

Lourdes Teresinha Kist⁽¹⁾

Química. Doutora em Química, Professora do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Professora titular do Departamento de Química e Física da Universidade de Santa Cruz do Sul-UNISC/RS. e-mail: lourdes@unisc.br

Angela Porciuncula

Bióloga. Mestre do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul-UNISC/RS.

Ênio Leandro Machado

Químico Industrial. Doutor em Engenharia. Professor do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Professor adjunto do Departamento de Química e Física da Universidade de Santa Cruz do Sul-UNISC/RS. e-mail: enio@unisc.br

Endereço⁽¹⁾: Avenida Independência, 2293 - Caixa Postal 188 – Universidade de Santa Cruz do Sul - Bairro Universitário – Santa Cruz do Sul – RS – CEP 96.815-900 – Brasil Tel: 0xx (51) 3717-7545

RESUMO

O crescimento da aquicultura, nas últimas décadas, tanto em relação aos avanços tecnológicos quanto diversificação, produção e intensificação dos cultivos, tornaram a aquicultura um importante segmento econômico em muitos países. A piscicultura convencional faz uso de diversos insumos e práticas, sempre objetivando, alta produtividade como: espécies manipuladas; abubação química altamente solúvel; utilização de hormônios; dietas balanceadas; alta densidade de estocagem e grande renovação de água. Técnicas que muitas vezes não estão comprometidas com as questões ambientais. Assim sendo, a atividade de criação de tilápias instiga a especulação sobre os aspectos ambientais inerentes as etapas de produção e, conseqüentemente, aos impactos provocados nos ecossistemas naturais. Este trabalho tem como principal objetivo avaliar as características físicas, químicas e bacteriológicas dos efluentes contínuos e da despesca na criação de tilápias (*Oreochromis niloticus*), refletindo sobre os possíveis impactos do lançamento destes efluentes. Foram analisadas amostras de efluentes considerando os seguintes parâmetros: alcalinidade bicarbonatos; alcalinidade carbonatos; alcalinidade hidróxidos; alcalinidade total; DBO₅; DQO; fósforo total; nitrato; nitrogênio amoniacal; coliformes termotolerantes; pH; sólidos sedimentáveis; sólidos suspensos e turbidez. Para a efluente da despesca foi acrescentado a análise de clorofila. As amostras foram coletadas nos meses de abril a outubro de 2008 com o objetivo de contemplar todo o ciclo de desenvolvimento de criação da tilápia. Os resultados são apresentados numa Matriz de Interação de Leopold. Na matriz foram identificadas 9 ações impactantes, sendo que as mesmas tiveram que ser multiplicadas por 16 fatores ambientais considerados relevantes, resultando 144 possíveis relações de impactos, e 60 impactos identificados. Para os 60 impactos identificados apresentam-se proposição de medidas ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: Tilápia, Impacto ambiental qualitativo.

INTRODUÇÃO

O crescimento da aquicultura, nas últimas décadas, tanto em relação aos avanços tecnológicos quanto diversificação, produção e intensificação dos cultivos, tornaram a aquicultura um importante segmento econômico em muitos países (FAO, 2005).

Na piscicultura, algumas conseqüências deste processo já são evidenciadas, pois o aumento na demanda por bens de consumo tem gerado reflexos em diversos setores produtivos, porém, muitas vezes prejudiciais ao meio ambiente e aos recursos naturais explorados, é o caso dos efluentes gerados pelo cultivo de peixes, que são quase na sua totalidade dispostos no meio ambiente sem nenhum tratamento prévio o que tem trazido conseqüências negativas ao meio ambiente. Durante o cultivo, os efluentes dos viveiros de engorda podem não apresentar alta carga de nutrientes, porém boa parte da matéria orgânica que entra no viveiro, principalmente sob forma de alimento e fertilização, não é metabolizada pelos animais e/ou não é consumida, acumulando-se nos viveiros, assim, aumentando as concentrações de compostos inorgânicos de nitrogênio,



fósforo, matéria orgânica, e outros potenciais poluentes, podem ser liberados para o ambiente durante a despesca (BOYD, 1990; TUCKER, 1992).

Os passivos gerados destes descartes ao meio ambiente devem ser mitigados e a sua reutilização é uma tendência evidente, visando à minimização do problema e à agregação do valor ao resíduo.

Existem dois tipos de produção de cultivo, a piscicultura convencional faz uso de diversos insumos e práticas, sempre objetivando, alta produtividade como: espécies geneticamente melhoradas; adubação química altamente solúvel; utilização de hormônios; dietas balanceadas; alta densidade de estocagem e grande renovação de água. Técnicas que muitas vezes não estão comprometidas com as questões ambientais.

A piscicultura orgânica difere da aquicultura convencional, pois prima pela produção com menor impacto ambiental, utilizando praticas que procuram se assemelhar às condições naturais dos organismos.

O cultivo orgânico de peixes vem se tornando uma opção cada vez mais importante, apresentando uma clara e crescente demanda por parte dos consumidores tanto em nível nacional como internacional.

Há, porém muitas questões a ser elucidadas para que se alcance uma eficiência produtiva, caso da alimentação, do manejo, da profilaxia e do controle do efluente produzido.

A piscicultura brasileira é recente quando comparada com a da China ou alguns países da Europa, as quais tiveram importância decisiva na construção da base técnica do que se pratica no mundo. No Brasil, as primeiras ações realizadas com o objetivo de praticar a piscicultura foram feitas por Mauricio de Nassau, governador geral das possessões holandesas que permaneceu no Brasil entre 1637 e 1644 quando foram construídos viveiros em áreas estuarinas situadas próximas a sua residência (SILVA, 2005).

Segundo Ostrensky e Boeger (1998) a piscicultura no Brasil era desenvolvida, principalmente, por pequenos produtores rurais os quais, em grande parte, ainda a encaram como uma forma de complementação de renda, raramente a produção de peixes é a principal atividade econômica da propriedade.

Sob a ótica de utilização de água, a aquicultura deve se enquadrar como geradora de resíduos, pelo lançamento de resíduo no corpo receptor (CONAMA 357/05) e qualidade da água (CONSEMA 128/06).

Considerando as questões acima apresentadas, foram estabelecidos objetivos para este trabalho como monitorar tanque de criação de tilápia e avaliar as características físicas, químicas e bacteriológicas dos efluentes contínuos e da despesca e analisar os possíveis impactos do lançamento destes efluentes e formas de atenuação destes impactos.

METODOLOGIA

Delineamento da pesquisa

A metodologia empregada envolveu o acompanhamento do processo produtivo e os principais procedimentos utilizados na tilapicultura semi-intensiva. Nas visitas observou-se o processo e realizou-se a coleta de amostras nos meses de abril a outubro com o objetivo de contemplar um ciclo de desenvolvimento de criação da tilápia.

O experimento foi realizado no município de Cidreira, estado do Rio Grande do Sul, no período de 01/04/2007 a 07/10/2008. O município de Cidreira esta situado no sul do Rio Grande do Sul, Brasil.

A propriedade em estudo realiza a atividade de produção de tilápia, em sistema semi-intensivo caracterizado por utilização dos viveiros adubados com fertilizantes orgânicos e inorgânicos, visando promover produtividade natural. No fundo do tanque é colocada uma camada de 10 cm de areia para que os peixes não entrem em contato direto com o fundo do tanque juntamente com 5 kg de adubo orgânico de ovelhas (excrementos) para o desenvolvimento de fitoplâncton. A alimentação da tilápia é somente com ração com 46% de proteína nos primeiros 3 meses, após passa a se alimentar com ração de 26 a 30% de proteína.



Metodologia analítica

As coletas, preservação e análises das amostras foram realizadas seguindo a metodologia do APHA/AWWA/WEF-Standard methods for the examination of water and wastewater (1998). As análises foram realizadas na Central Analítica da Universidade de Santa Cruz do Sul. Para os seguintes parâmetros: alcalinidade dos bicarbonatos, carbonatos, hidróxidos e total, DBO₅, DQO, fósforo total, nitrato, nitrogênio amoniacal, coliformes termotolerantes, pH, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos e turbidez. Na despesca foram coletados o efluente para análise de clorofila, sendo encaminhado ao Laboratório Pró- Ambiente de Porto Alegre.

O efluente utilizado provinha de um tanque de alvenaria revestido com cimento medindo 10 x 15 x 1,5 m, povoado com 500 indivíduos, com peso médio de 1 grama, na densidade de 3,5 peixes por m³, podendo chegar ao número de 5 peixes por m².

Determinações quantitativas de indicadores ambientais - Matriz de Leopold

As análises e avaliações foram feitas com base na identificação dos processos advindos das diversas formas de usos no empreendimento com o conseqüente surgimento de processos e impactos ambientais no meio físico, biótico e antrópico.

A identificação e caracterização qualitativa dos impactos foram feitas a partir da utilização do método Matriz de Interação derivada da Matriz de Leopold (LEOPOLD *et al.*, 1971).

Os prováveis impactos ao meio físico, biótico e antrópico decorrentes das atividades ou ações consideradas e representadas na matriz de interação, foram listados em consonância a cada elemento do meio. A identificação dos impactos se deu a partir da relação entre a ação prevista (linha) e o fator ambiental considerado (coluna) e sua caracterização qualitativa.

A qualificação dos impactos seguiu os seguintes critérios:

Características de valor:

- a) *Impacto positivo*: quando uma ação causa melhoria da qualidade de um parâmetro;
- b) *Impacto negativo*: quando uma ação causa dano à qualidade de um parâmetro.

Características de ordem:

- a) *Impacto direto*: quando resulta de uma simples relação de causa e efeito;
- b) *Impacto indireto*: quando é uma reação secundária em relação a ação.

Características espaciais:

- a) *Impacto local*: quando a ação circunscreve-se ao próprio sítio e suas imediações;
- b) *Impacto regional*: quando um efeito se propaga por uma área além das imediações;
- c) *Impacto estratégico*: o componente é afetado coletivo, nacional ou internacional.

Características temporais:

- a) *Impacto em curto prazo*: quando o efeito surge no curto prazo (a ser definido);
- b) *Impacto em médio prazo*: quando o efeito se manifesta no médio prazo (a ser definido);
- c) *Impacto em longo prazo*: quando o efeito se manifesta no longo prazo (a ser definido).

Características dinâmicas:

- a) *Impacto temporário*: quando o efeito permanece por um tempo determinado;
- b) *Impacto cíclico*: quando o efeito se faz sentir em determinados períodos (ciclos);
- c) *Impacto permanente*: executada a ação, os efeitos não cessam de se manifestar num horizonte temporal conhecido.

Características plásticas:

- a) *Impacto reversível*: a ação cessada, o fator ambiental retorna às condições originais;
- b) *Impacto irreversível*: quando cessada a ação, o fator ambiental não retorna às suas condições originais, pelo menos num horizonte de tempo aceitável pelo homem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Monitoramento mensal do efluente

Nas Tabelas 1 e 2 apresentamos resultados de parâmetros analíticos provenientes dos efluentes gerados durante o processo de criação e da despesca.



Conforme valores da Tabela 1, o DQO e DBO_5 aumentam entre a captação e o efluente contínuo o que pode ser associado ao aumento de carga orgânica no viveiro. Entretanto conforme Tabela 2 estes parâmetros permanecem com menor variação do que o esperado para a despesca. Mas, em todo o processo estes parâmetros são maiores que os estipulados pela legislação do CONAMA 357/05.

O valor apresentado na Tabela 1 para os coliformes termotolerantes na água de captação foi menor que 20 NMP/100mL mostrando-se adequado para a aquicultura conforme CONAMA 357/05.

A variação média da concentração de amônia total durante a coleta no efluente contínuo ao longo do processo de engorda em relação ao ponto de captação é pequeno conforme a Tabela 1. E, na despesca, Tabela 2, mantém-se praticamente invariável o que mostra que a fertilização e maior parte da ração não fica acumulada como matéria orgânica no fundo do viveiro. Todos os valores apresentados estão abaixo dos padrões legais do CONAMA 357/05.

Os valores da alcalinidade total apresentada na Tabela 1 e 2 não possuem valores comparativos nos padrões legais do CONAMA 357/05, esta alcalinidade provavelmente estaria aumentando o valor do pH que também se mostra um pouco acima dos valores vigentes na legislação.

A turbidez, assim como os sólidos suspensos, conforme Tabela 1, apresentaram uma tendência de aumento em relação a captação e durante o cultivo. O aumento pode ser atribuído aos resíduos de ração não convertidos e à maior biomassa de fitoplâncton no viveiro. Na despesca, conforme Tabela 2, os valores da turbidez e dos sólidos suspensos vão aumentando ao longo do tempo, chegando a um valor máximo final, quando o material depositado no fundo do viveiro é removido.

No processo de despesca, conforme Tabela 2, há elevação dos níveis de nitrato, no entanto a concentração se mantém muito abaixo do padrão legal do CONAMA 357/05.

Observou-se a partir dos dados da Tabela 1 e 2 que a média de fósforo total aumentou em relação à captação, provavelmente devido aos resíduos da ração e de excreções dos peixes no viveiro durante o crescimento.

Tabela 1: Resultados dos parâmetros analisados de abril a outubro de 2008.

Parâmetros	07/05/08	10/06/08	09/07/08	05/08/08	04/09/08	01/10/08
Alcalinidade bicarbonatos (mg $\text{L}^{-1}\text{CaCO}_3$)	38,6	8,2	16,5	15,4	9,9	23,1
Alcalinidade carbonatos (mg $\text{L}^{-1}\text{CaCO}_3$)	0,0	0,0	0,0	0,0	13,2	0,0
Alcalinidade hidróxidos (mg $\text{L}^{-1}\text{CaCO}_3$)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alcalinidade total - mg L^{-1}	38,6	8,2	16,5	15,4	23,1	23,1
Condutividade elétrica (mS cm^{-1})	0,118	0,074	0,079	0,092	0,070	0,074
DBO_5 (mg L^{-1}O_2)	13,3	15,2	6,8	20,1	28,5	11,9
DQO (mg L^{-1}O_2)	197	103	100	172	174	180
Fósforo Total (mg L^{-1})	0,51	0,12	0,03	0,21	0,10	0,07
Nitrato (mg $\text{L}^{-1}\text{N-NO}_3$)	0,9	0,6	0,4	0,6	0,4	0,5
Nitrogênio amoniacal (mg L^{-1})	5,4	1,7	0,6	<0,1	<0,1	0,2
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	80	450	270	<180	<18	<180
pH	9,1	7,2	7,4	10,1	9,8	8,0
Sólidos sedimentáveis – (mg L^{-1})	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,4
Sólidos suspensos (mg L^{-1})	75,0	40,0	26,0	70,0	36,7	52
Turbidez (uT)	29,8	15,5	21,7	22,0	20,5	14



Para o caso do efluente contínuo poderíamos sugerir a recirculação, por sua vez, vem racionalizar o consumo da água, otimizar os custos com outorga e com a energia para a captação, além de reduzir o lançamento de cargas de nutrientes e matéria orgânica nos corpos receptores.

Efluente da despesca

Nos efluentes da despesca, conforme apresentado na Tabela 2, verifica-se que no DBO₅ houve uma pequena variação dos índices, mas uma das que mais salientaram foi a DQO e os sólidos suspensos que seus índices elevaram-se significativamente na última etapa da despesca, que era esperado, pois o nível da água estava muito baixo em ponto de quase vazio, enquanto que a turbidez sofreu um mínimo aumento na última etapa da despesca.

Tabela 2: Resultados dos parâmetros analisados na despesca.

Parâmetros	01/10/08	03/10/08	07/10/08
Alcalinidade bicarbonatos (mg L ⁻¹ CaCO ₃)	23,1	23,1	6,6
Alcalinidade carbonatos (mg L ⁻¹ CaCO ₃)	0,0	0,0	17,6
Alcalinidade hidróxidos (mg L ⁻¹ CaCO ₃)	0,0	0,0	0,0
Alcalinidade total (mg L ⁻¹)	23,1	23,1	24,2
Condutividade elétrica (mS cm ⁻¹)	0,074	0,073	0,073
DBO ₅ (mg L ⁻¹ O ₂)	11,9	10,1	16,4
DQO (mg L ⁻¹ O ₂)	180	121	169
Fósforo Total (mg L ⁻¹)	0,07	0,05	0,16
Nitrato (mg L ⁻¹ N-NO ₃)	0,5	0,7	0,8
Nitrogênio amoniacal (mg L ⁻¹)	0,2	<0,1	<0,1
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	<180	<180	<180
pH	8,0	9,4	9,7
Sólidos sedimentáveis (mg L ⁻¹)	0,4	<0,1	<0,1
Sólidos suspensos (mg L ⁻¹)	52	74	195
Turbidez (uT)	14	10,2	17,2

Tendo em vista que as mais altas concentrações de sólidos suspensos se dão no efluente da despesca poderia ser uma alternativa a ser sugerida a drenagem mais lenta do viveiro que reduz a ressuspensão dos sólidos e melhora a qualidade do efluente, outra alternativa poderia ser a utilização de uma bacia de sedimentação. Com certeza estas ações iriam reduzir o impacto do efluente da despesca no corpo hídrico, bem como proporcionar a utilização do efluente no reuso para irrigação, contemplando o uso racional da água, economia de fertilizantes e redução da poluição hídrica (FIGUEIREDO, M. C. B. et al. 2005).

Os dados da amostra de clorofila, conforme Tabela 3, mostram que na primeira e segunda amostra não houve variação por se tratar de dias muito próximos das duas coletas, embora tenha tido um volume de 225.000 L de água do tanque na primeira coleta dia 01/10/2008, e na segunda coleta dia 03/10/2008 restou 125.000 L., enquanto que a terceira amostra ocorreu em data mais distante 08/10/2008 e com um volume 25.000 L restante, nesta terceira amostra houve uma concentração bem maior de clorofila. A clorofila aumentou substancialmente durante a despesca, o que era esperado, pela maior disponibilidade do agente eutrofizante que é o fósforo conforme (Von Sperling 1994). A principal fonte deste nutriente é oriunda da ração não consumida e das excreções dos peixes, o que provoca um aumento da atividade fitoplanctônica. Em todo o processo de despesca este parâmetro está muito acima do estipulado pela legislação do CONAMA 357/05.

Tabela 3: Resultados do parâmetro clorofila na despesca.

Parâmetros	01/10/08	03/10/08	08/10/08	Limites
Clorofila (ppm)	18,0	17,5	28,5	0,030

Identificação qualitativa dos impactos ambientais

As respectivas atividades do empreendimento foram apresentadas numa Matriz de Interação de Leopold. Na matriz onde foram identificadas 9 ações impactantes (linhas), sendo que as mesmas tiveram que ser multiplicadas por 16 fatores ambientais considerados relevantes, resultando 144 possíveis relações de impactos, e 60 impactos identificados. Dos 60 impactos identificados, apresentam-se os seguintes resultados para subsídio à proposição de medidas ambientais, minimizadoras ou potencializadoras que são apresentados na Figura 1:

- do total de impactos listados 70% foram negativos e 30% positivos, segundo o critério de valor;
- com relação aos critérios de ordem, 92% foram de caráter direto e 8% de caráter indireto;
- conforme o critério espacial, 90% foram locais e 10% regionais;
- para o critério de tempo, 28% foram considerados de curto prazo, 64% médio prazo e 8% longo prazo;
- de acordo com o critério da dinâmica, 35% foram impactos permanentes, 17% impactos temporários e 48% impactos cíclicos;
- em relação ao critério de plástica considerou-se, 79% impactos reversíveis e 21% impactos irreversíveis.

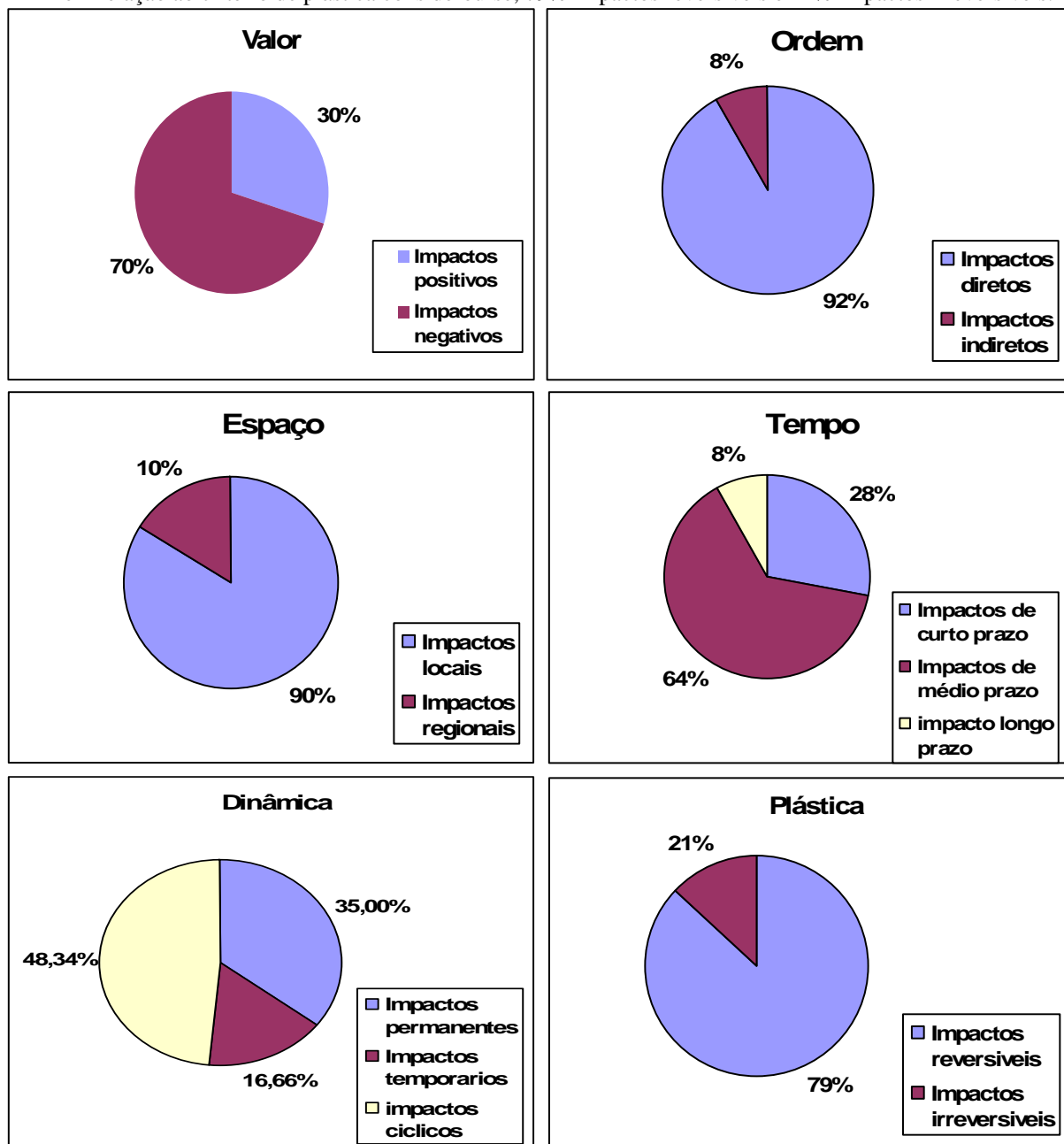


Figura 1: Avaliação qualitativa de impactos ambientais, conforme os diferentes critérios.



Os principais problemas ambientais identificados nesta atividade são apresentados na Tabela 4.

Principais problemas identificados	Medidas para minimizar impactos negativos e potencializar os positivos
Fase 1 – construção do açude • Escavação do solo	• minimizar os impactos da construção civil com tanque escavado.
Fase 2 – Perfuração do poço • Perfuração do solo e lençol freático	• É alternativa mais vantajosa que irrigar através de um corpo hídrico.
Fase 3 – Deposição de material orgânico no interior do tanque • Excrementos (forro do açude)	• Boa alternativa tanto no custo quanto no não uso de adubo químico.
Fase 4 – Entrada de água • Consume de energia (bomba)	• Com o uso do tanque escavado a entrada de água para o poço é menor, portanto o uso de energia elétrica é menor.
Fase 5 – Colocação de alevinos • Excrementos na água	• Não há como evitar os excrementos dos peixes na água, portanto é importante a quantidade adequada de alevinos para o tamanho do tanque, evitando alta carga orgânica e aferição da biomassa.
Fase 6 – Alimentação • Resíduos de ração na água	• Importante a qualidade e quantidade da ração animal.
Fase 7 – Renovação de água • Consumo de água	• Uso de bomba de água com maior potência, pois menor tempo de uso entrando, mais volume em menor tempo, evitando o desperdício de energia elétrica, e uso do tanque escavado (terra) usa parte da água na escavação.
Fase 8 – Esgotamento da água • Efluente com carga orgânica	• É feito o reaproveitamento da água do efluente para regar a plantação de hortaliças e pastagem para o gado.
Fase 9 – Remoção do lodo • Carga orgânica pastosa	• A carga orgânica pode ser revertida em adubo processado com o solo em terras para aragem.

Tabela 4: Principais problemas identificados e medidas ambientais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resíduos deste tipo de criação mostrados pelos resultados do monitoramento do processo contínuo e despesca, causado por alimento artificial não consumido e material fecal, liberados ao ambiente, provocaram problemas na qualidade da água.

Com base no acompanhamento e dados obtidos foram propostas ações de produção mais limpa que visam o aumento da eco-eficiência do produto, seja através de mudanças de *layout*, procedimentos, processos e até mesmo cultura e hábitos utilizados na tilápicultura.

Portanto o uso dos efluentes para a irrigação é a melhor alternativa que pode contemplar o uso racional da água, economia de fertilizantes e redução de poluição hídrica. Outra sugestão poderia ser a recirculação, que por sua vez, vem racionalizar o consumo com a energia para a captação, além de reduzir o lançamento de cargas de nutrientes e matéria orgânica nos corpos receptores.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, American Public Health Association; AWWA, American Water Works Association; WEF, Water Environment Federations. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington/DC: APHA, 19th ed., 1998.
2. BOYD, C. E. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama: Auburn University, 482p. 1990.
3. BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA N^o 357/2005) de 17 de março de 2005. Disponível na internet: www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf. Acessado em 26 de fevereiro de 2009.
4. BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Resolução CONSEMA n^o 128 de 24 de novembro de 2006. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Secretaria da Saúde e Meio Ambiente/RS, Disponível na internet: <http://www.aquaflot.com.br/legislacao.html>. Acessado em 10 de novembro de 2008.
5. FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Exame Mundial da Pesca e Aquicultura, 2005. Disponível em: <www.fao.org>.
6. FIGUEIREDO, M. C. B. et al. Impactos ambientais do lançamento de efluentes da carcinicultura em águas interiores. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 10, n. 2, p. 167-174, 2005.
7. LEOPOLD, L. B. et al. A procedure for evaluating environmental impact. Washington D.C., *Geological Survey Circular*, 645p. 1971.
8. SILVA, N. A. Avaliação da Qualidade da Água de Pisciculturas: Ferramentas de Análises e Impactos Associados à Atividade. Resumo dos Trabalhos Técnicos. 23º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Campo Grande/MS, 89 p. 2005.
9. TUCKER, C. S. Quality of potential effluents from channel catfish culture ponds. In J. Blake, J. Donald; W. Magette (editors) National livestock, poultry, and aquaculture waste management. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan. p. 177-184, 1992.
10. VON SPERLING, E. A avaliação do estudo trófico de lagos e reservatórios tropicais. Revista BIO, n. 3, p. 68-73, ABES, 1994.