

VIABILIDADE DA PISCICULTURA EM TANQUES-REDE NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO BAIXO RIO CANDEIAS (RO)

Antônio de Almeida Sobrinho¹ & Osmar Siena²

RESUMO --- Com a construção de barragem no rio Jamari, afluente do rio Madeira, no município de Candeias do Jamari-RO, adotou-se medidas mitigadoras, entre as quais o projeto para criação de peixes em tanques-rede, em operacionalização na sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias. O projeto e a respectiva sub-bacia é o foco de interesse deste trabalho, com vistas à caracterização da área e análise da viabilidade socioeconômica e ambiental da produção de pescado utilizando esse tipo de tecnologia. O trabalho de campo e laboratório comportou o diagnóstico ambiental e monitoramento do projeto nas dimensões econômica e ambiental. Os resultados do diagnóstico ambiental revelam condições críticas em relação à qualidade da água, requerendo adoção de medidas específicas para o uso da referida tecnologia na área analisada. As análises de metais pesados em pescados dos tanques-rede relevaram presença de cobre, cromo e zinco acima dos níveis permitidos, apontando para a necessidade de investigação mais detalhada sobre este tipo de contaminação. Do ponto de vista econômico, constatou-se que o ponto de equilíbrio foi atingido com 36% das vendas, demonstrando a sustentabilidade da atividade neste aspecto.

ABSTRACT --- With the construction of the barrage in the river Jamari, tributary of the river Madeira, in the city of Candeias do Jamari-RO, was adopted mitigated measures, between which the project for creation of fish in floating cages, in operation in the hydrographical sub-basin of the low river Candeias. The project and the respective sub-basin are the focus of interest of this work, with sights to the characterization of the area and analysis of the socioeconomic and ambient viability of the production of fished using this type of technology. The work of field and laboratory held the ambient diagnosis and monitor of the project in the dimensions economic and ambient. The results disclose to critical conditions in relation to the quality of the water, requiring adoption of specific measures for the use of the related technology. The fished metal analyses weighed in of the tank-net had raised presence of copper, chromium and zinc above of the levels allowed, pointing with respect to the necessity of detailed inquiry more on this type of contamination. Of the economic point of view, it was contacted that the break-even point was reached with 36% of sales, demonstrating the sustainability of the activity in this aspect.

PALAVRAS-CHAVE: Tanques-rede, viabilidade, rio Candeias.

¹ Engenheiro de Pesca. Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (UNIR). E-mail: almeidaengenheiro@yahoo.com.br.

² Professor Adjunto da UNIR. Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente e do Mestrado em Administração. Rua Rio Marmelo, 176 – Cuniã - Porto Velho - RO - CEP: 78909-225 - e-mail: siena@unir.br.

1 INTRODUÇÃO

A preservação da qualidade da água doce do Brasil vem se tornando uma das prioridades de organismos governamentais e não-governamentais, principalmente devido a sua importância no contexto nacional e mundial.

A bacia hidrográfica do estado de Rondônia tem uma significativa contribuição no contexto da Bacia Amazônica e está inserida numa área fluvial com extensão de 1.500 km, com destaque para os rios Madeira, Mamoré, Guaporé e seus principais afluentes, constituindo-se, assim, em uma região possuidora de um excelente manancial hídrico, com grande potencial de recursos explorados racionalmente.

Para Goulding (1979), o rio Madeira é pobre em criadouros naturais, porém, com uma grande variedade de espécies ictílicas e um baixo potencial em volume de pescado, quando o maior afluente da margem direita do rio Amazonas se assemelha a uma verdadeira passarela por onde desfilam os principais cardumes de espécies reofilicas, migradoras e anádromos que realizam as migrações tróficas para se alimentar e realizar a migração reprodutiva por meio do estímulo que ocorre devido o contato corporal dos densos cardumes, preferencialmente nos meses de novembro a fevereiro de cada ano.

Quanto ao rio Candeias, afluente do rio Jamari que é afluente do Madeira, desempenha papel preponderante na economia regional: abastecimento de água para consumo de parte da população ribeirinha, hidrovia para o transporte da produção extrativa e de passageiros e produção de pescado para atender as necessidades alimentares de um significativo contingente de pescadores artesanais residentes em seu entorno. Possui potencial turístico nas áreas de lazer doméstico e familiar, entretenimento em geral para a comunidade e geração de emprego e distribuição de renda para a população.

Constata-se a presença de agentes impactantes atuando na área da sub-bacia hidrográfica do Baixo rio Candeias, a exemplo de dragas que fazem extração de areia do leito do rio e substâncias químicas e possíveis metais pesados utilizados durante o processo de curtume de pele animal em empresas instaladas e operando na área. De acordo com Leonel (1998), há fortes indícios de poluição ambiental decorrentes da atividade extrativa de areia da área em estudo, com impactos imediatos ao meio ambiente, com seqüelas à biodiversidade e, em especial, com prejuízos à ictiofauna.

A carência de estudos sobre dinâmica da população e avaliação do estoque pesqueiro nas Bacias e Sub-bacias hidrográficas do estado de Rondônia, impedem a precisão do estágio de exploração da pesca extrativa, realizada pelo esforço de pesca da frota pesqueira artesanal, apesar da presença de indicadores técnicos que apontam redução do estoque. Como consequência, o setor

da pesca extrativa na região vive uma crise e o pescador ribeirinho está em busca de alternativas econômicas para continuar retirando o sustento para sua família, fruto da escassez de pescado e, conseqüente, redução do consumo per capita de pescado proveniente da pesca extrativa. A pesca praticada na área em estudo, no município de Candeias do Jamari, pode ser enquadrada como artesanal de subsistência, levando-se em consideração os apetrechos de captura, manuseio e conservação de pescado, a bordo e em terra.

O rio Candeias é conhecido por sua baixa piscosidade, tendo como uma das causas a própria constituição hidrográfica, hidrológica, geológica e físico-química, com pequenos lagos e restritas lagoas marginais, locais onde cardumes das principais espécies etéreas, de águas lânticas e lólicas, costumam realizar suas desovas. Para agravar, a área é afetada por alguns dos impactos destacados por Straškraba e Tundisi (2000) como conseqüências do exercício de algumas atividades, particularmente o desflorestamento, a mineração, a agroindústria, os esgotos e os dejetos.

Com a construção de barragem no rio Jamari, afluente do rio Madeira, no município de Candeias do Jamari, e, conseqüente, formação do reservatório, a montante, houve necessidade de utilização de medidas mitigadoras para minimizar os danos ambientais causados ao meio ambiente, em especial à ictiofauna da bacia hidrográfica. O reservatório alterou as condições ambientais e afetou a dinâmica da ictiofauna local impedindo a migração dos cardumes para efetuarem a tradicional migração para a reprodução. Esta ação antrópica pode ter contribuído para diminuição abrupta do volume dos estoques pesqueiros. Como medida mitigadora, a empresa geradora de energia viabilizou a implantação do projeto para criação de peixes em tanques-rede, em operacionalização na Sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias, no município de Candeias do Jamari (RO). O projeto e a respectiva bacia onde está localizado é o foco de interesse deste trabalho, com vistas à caracterização da área e análise da viabilidade socioeconômica e ambiental da produção de pescado utilizando esse tipo de tecnologia.

De acordo com o Sistema de Produção para Criação de Tambaqui em Rondônia (EMATER-RO, 1991), a piscicultura no Estado surgiu por necessidades e o seu desenvolvimento aconteceu por incentivo governamental por meio de políticas públicas. Com estimativa de mais de 1.000 piscicultores, gerando uma produção em torno de 4.500 toneladas na safra 2004/2005. Neste contexto, constata-se o surgimento de grandes represas e, assim, despertando o interesse em aproveitar racionalmente coleções de águas para a piscicultura extensiva e semi-intensiva e, por último, para a piscicultura intensiva em tanques-rede.

A criação de peixes em tanques-rede no estado de Rondônia surgiu tanto por necessidades do setor pesqueiro artesanal em buscar formas alternativas de sobrevivência quanto para atender exigências de adoção de medidas mitigadoras. Ocorre que ainda pouco se conhece sobre as conseqüências da adoção da tecnologia empregada em ambientes com as características da sub-

bacia hidrográfica objeto de estudo. Assim, a compreensão das condições regionais e o domínio da tecnologia poderão contribuir tanto para melhoria da qualidade ambiental, quanto para a qualidade de vida da população, além de poder se constituir como alternativa para medidas mitigadoras a serem implementadas por empresas e governo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Em termos gerais, foram utilizados métodos e técnicas de Sensoriamento Remoto, equipamentos e técnicas de Geoprocessamento, Cartas Planialtimétricas, e Imagem CBERS-2 ponto 1751120, composição colorida RGB, bandas 2, 3,4 escala 100.000. Foram utilizados materiais pré-existent: Mapas de Geografia, Geomorfologia, Solos, Vegetação, Precipitação Pluviométrica e Temperatura (Governo do estado de Rondônia, 1996, 1998, 1999, 2000).

Em relação a análise da água, o trabalho comportou os seguintes passos: (a) calcular os pontos de coordenadas geográficas, por meio de um aparelho de GPS (Global Positioning System, Modelo GARMIN 76), com interpretação dos dados; (b) medir a temperatura da água e do ar; (iii) medir a profundidade da água; (c) determinar a visibilidade da água; (d) determinar o oxigênio dissolvido (O_2D) na água; (e) calcular a concentração de hidrogênio iônico (pH) da água; (f) calcular a condutividade elétrica na água; (g) calcular a alcalinidade total da água (A.T.); (h) calcular a dureza total da água (D.T); (i) coleta e análise físico-química e bacteriológica da água. Os pontos de coleta estão destacados na figura 1.

Foram realizadas três excursões na área, correspondendo aos períodos de vazão mínima, máxima e vazão média, quando foram selecionados trinta e cinco pontos (35) Pontos de Pesquisa (PP) e, posteriormente, coletadas as amostras de água. A escolha dos trinta e cinco (35) Pontos de Pesquisa (PP) atendeu a indicadores técnicos identificados ou com fortes indícios em atender a pré-requisitos e características para serem utilizados para sediar projetos similares ao estudado, como: um recôncavo do rio, local seguro sem grandes riscos de incidentes durante a operacionalização do empreendimento; água corrente e sem grandes corredeiras e turbulências, e local com profundidade suficiente no período de vazão mínima.

Foi realizado um diagnóstico físico-químico e bacteriológico das amostras de água coletadas a montante e a jusante da área onde está instalado o projeto Unidades Produtivas Comunitárias para Criação de Tambaqui em Tanques-rede.

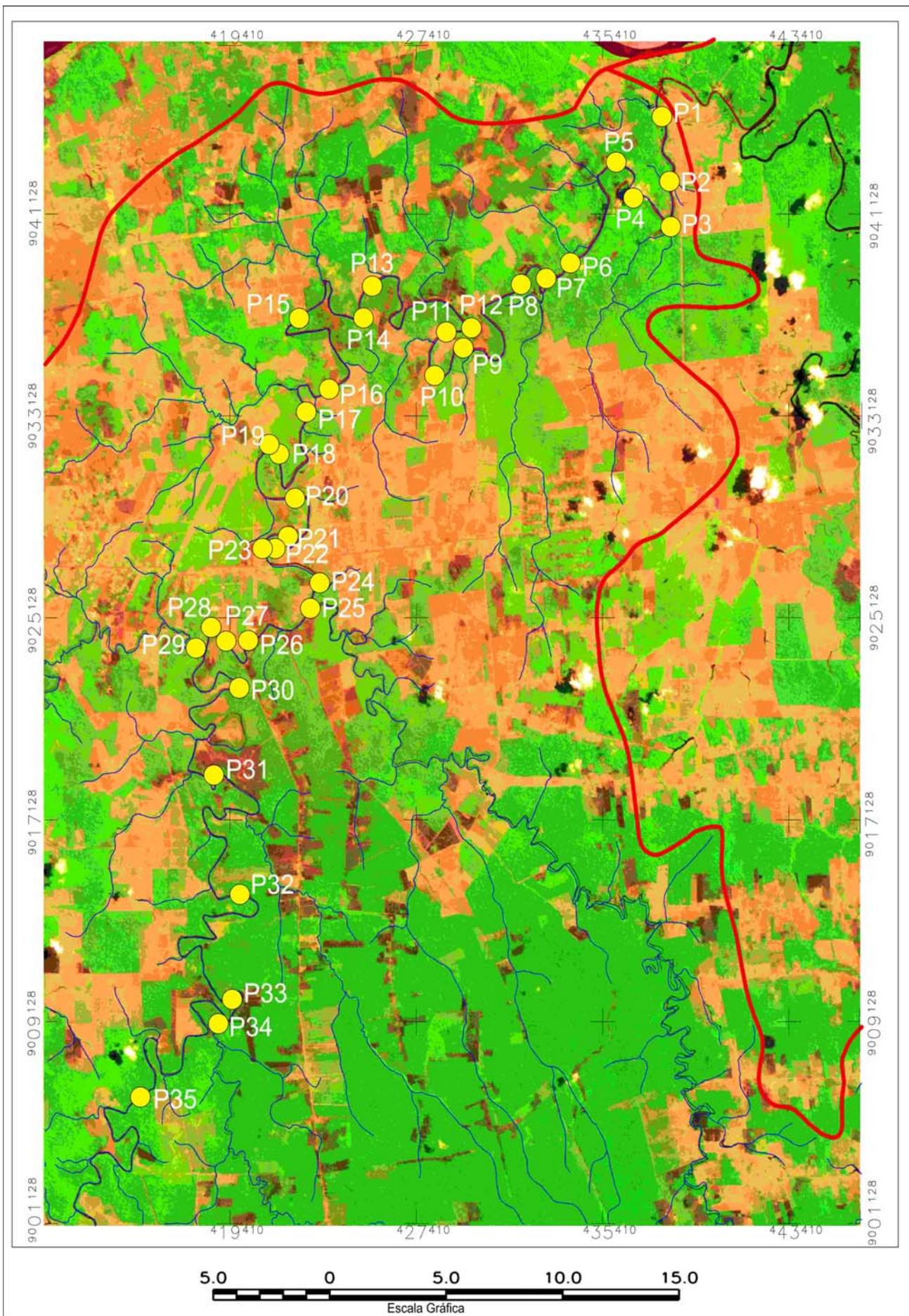


Figura 1: Mapa da Sub-bacia hidrográfica do Baixo Rio Candeias.

Para atender o objetivo de inventariar as possíveis oscilações da qualidade da água, foi realizado o diagnóstico ambiental, por meio de análises da temperatura do ar e da água, profundidade da água, visibilidade, oxigênio dissolvido (O_2D), concentração hidrogeniônica (pH), alcalinidade total (A.T), dureza total (D.T) e condutividade elétrica, amônia (NH_3), cloretos, coliformes totais, coliformes fecais e coliformes não fecais.

Para a realização de análise de concentração de metal pesado em exemplares de peixes capturados do projeto em análise, foram utilizados exemplares da espécie tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818). Após as análises biométricas, realizaram-se as análises químicas das amostras. Iniciou-se pela retirada de alíquotas de 500mg de tecido muscular do pescado. A solubilização química das amostras foi realizada utilizando metodologia proposta por Bastos et al. (1998) no Laboratório de Biogeoquímica da Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR.

O monitoramento do projeto objeto da pesquisa teve início em 2003 e se estendeu até meados de 2006. Durante o período, foram realizados os seguintes trabalhos de acompanhamento: (i) preparação dos berçários, estocagem e transporte de alevinos; (ii) trabalhos técnicos de biologia pesqueira; (iv) estudos biométricos, em todas as fases; (v) realização de biometria mensal (pesagem e medição de exemplares) para se avaliar o consumo de ração e obter informações técnicas sobre ganho de biomassa e definir o ponto ótimo de mercado; (vi) manutenção da infra-estrutura física dos flutuantes que apóiam os tanques-rede; (vii) estudos físicos, químicos e biológicos nas áreas adjacentes ao empreendimento; e, (viii) identificação dos possíveis impactos ambientais causados pela criação de peixes em tanques-rede.

No que tange à viabilidade e sustentabilidade ambiental, o projeto foi monitorado por meio do Plano de Controle Ambiental (PCA). Foram observados os seguintes indicadores de sustentabilidade da ictiofauna: (i) avaliação das possíveis variações dos níveis de oxigênio dissolvido (O_2D), amônia (NH_3); hidrogênio iônico (pH); condutividade elétrica; temperatura da água; alcalinidade total (A.T.); dureza total (D.T.); cloretos e profundidade etc. Enquanto a população de peixes confinada em tanques-rede se alimenta de ração extrusada, e torna-se inevitável as sobras deste alimento, uma população visitante concorre com o oxigênio dissolvido e com o alimento natural na área útil do empreendimento e, assim, compromete o desenvolvimento e a sustentabilidade desta modalidade de piscicultura; (ii) flutuação do nível da água; e, (iii) análise de visibilidade e condutividade elétrica da água; hidrogênio iônico – pH; oxigênio dissolvido – O_2D ; e, amônia – NH_3 .

Em relação às questões administrativas e econômicas, foram analisados os seguintes aspectos: (i) análise da metodologia de gestão administrativa do projeto; (ii) avaliação do nível do padrão sanitário da infra-estrutura física utilizada na comercialização do pescado; (iii) nível tecnológico dos usuários sobre técnicas em criação de peixes em tanques-rede; (iv) avaliação do nível de adoção

de tecnologia do pescado; (v) avaliação do percentual de agregação de receitas com a venda direta do pescado à população, sem a ação do intermediário; (vi) determinação dos custos fixos, custos variáveis, razão custo/benefício e ponto de equilíbrio.

Por fim, com base nos resultados da pesquisa foram sugeridas fases que devem ser observadas para criação de peixes em tanques-rede com foco na sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias.

3. DADOS E RESULTADOS

3.1 Caracterização do Projeto Unidades Produtivas Comunitárias – Candeias do Jamari (RO)

O local foi selecionado para sediar a base física do empreendimento obedecendo aos seguintes critérios: (a) área protegida com vegetação, muito freqüente antes de recôncavo ou curvas do rio; (b) profundidade mínima (período de seca) acima de três metros; e, (c) distante de dragas de extração de areia, empresa de curtumes de pele de animais, balneário, área de lazer, lavatório coletivo de roupa e ponto de atração turística.

Os tanques-rede têm armações em estrutura metálica, em ferro a fogo, e tela com malha de 2,0 cm, em ferro galvanizado, resistente à ação de predadores, revestido com PVC de alta resistência ao ataque de carnívoros.

A base física de ações do projeto utiliza uma área de 1.200 m² para instalação de dois (2) módulos de tanques-rede, com as seguintes dimensões: 43,5 metros de comprimento x 15,0 metros de largura. Os tanques-rede com as dimensões de 3,0 metros de comprimento x 3,0 metros de largura x 2,0 metros de altura, num total de 24 unidades e um volume total de 432 m³ e, em paralelo, dois (2) módulos com duas unidades de tanques-rede cada, com as dimensões de 5,0 metros de comprimento x 5,0 metros de largura e 2,0 metros de altura, com um volume total de 200 m³, totalizando 632 m³. Sempre que possível, foi utilizada matéria prima disponível na região, acessível ao pescador ribeirinho, a baixo custo, como por exemplo a madeira empregada na construção da infra-estrutura física: passarela, alojamento, laboratório, etc.

Foi usada tecnologia em observância ao princípio de unidades diluidoras, com modelo de tabuleiro de xadrez, na proporção de quatro para um: 4 unidades de espaço com água “limpa” para uma (1) unidade de tanque-rede.

Os beneficiários são pescadores cadastrados junto à Colônia de Pescadores Z-6 do município de Candeias do Jamari (RO), escolhidos de acordo com os critérios de renda familiar, número de dependentes e atuação profissional.

A opção pela espécie tambaqui (*Collossoma macropomum*, Cuvier, 1818) ocorreu, principalmente, pelas qualidades biológicas, organolépticas e de adaptabilidade ao cultivo regional, tendo como fatores decisivos o rápido crescimento, rusticidade, resistência a baixos teores de oxigênio dissolvido, a altas temperaturas, ao manuseio, resistência a enfermidades, preferência no

mercado consumidor e bom preço. Além disso, a espécie escolhida aceita a ração extrusada.

A figura 2 mostra uma vista da base do projeto.

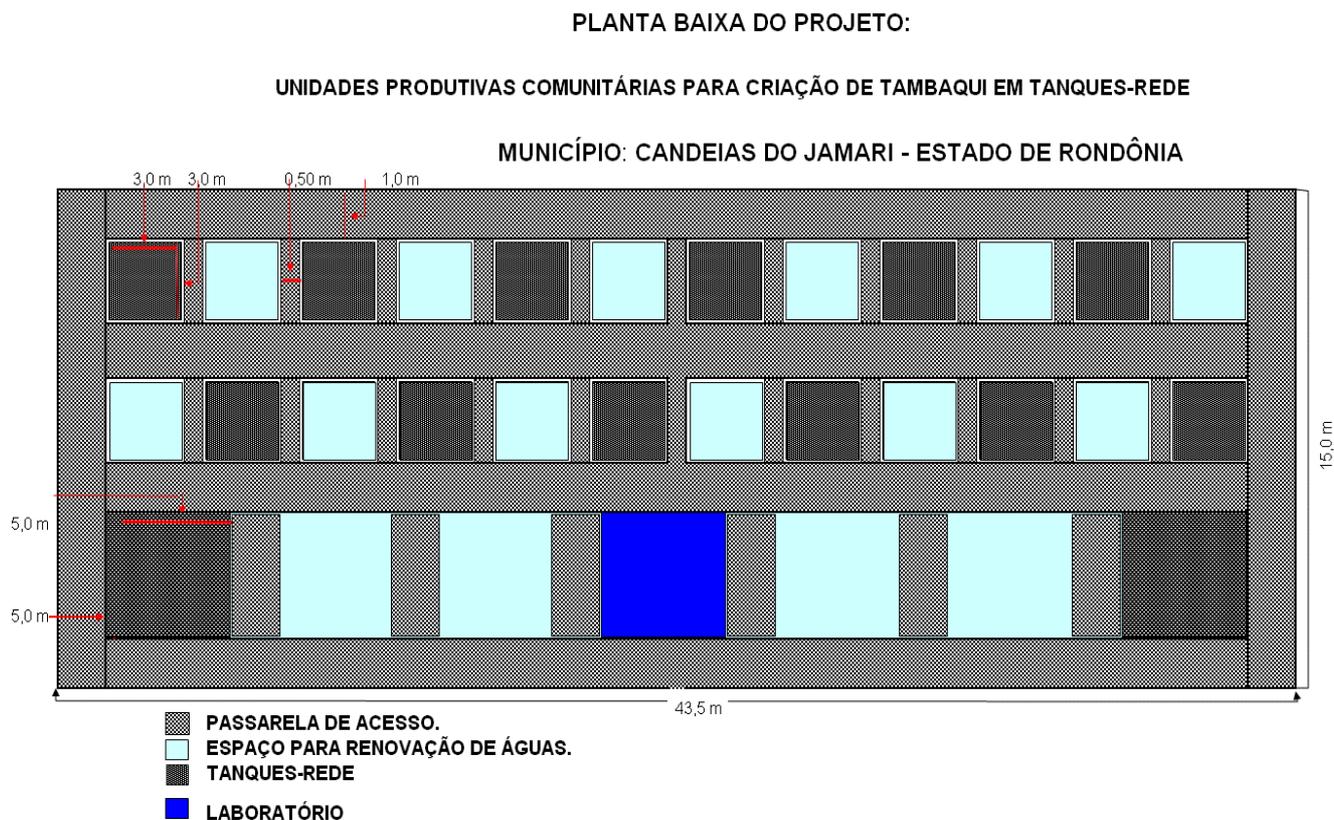


Figura 2 – Planta Baixa do projeto analisado.

3.2 Diagnóstico e monitoramento ambiental

As amostras de água pesquisadas nos aspectos explicitados apresentaram os seguintes desempenhos e comportamentos, cujos resultados estão ilustrados na tabela 1.

A temperatura da água apresentou oscilação entre 23° C a 30°C; o oxigênio dissolvido (O₂D) com variação de 2,4 mg/l a 7,7 mg/l; a condutividade elétrica com variação de 4,6 μs/cm e 19,9 μs/cm; o pH com variação de 3,9 a 5,7; a alcalinidade total (A.T) de 4,0 mg/l de CaCO₃/litro a 12 mg/l de CaCO₃/l (expresso em carbonato de cálcio); a dureza total (D.T) com variação de 2,0 mg/l de CaCO₃/l a 30,0 mg/l de CaCO₃/l (expresso em carbonato de cálcio); os Cloretos (Cl) com variação de 3,9 ppm/Cl a 35,5 ppm/Cl; a amônia (NH₃) com variação de 0,036 mg/l a 5,4 mg/l; e a profundidade com variação de 2,5 m a 15,0 m.

Os resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas da água também estão explicitados na tabela 1.

Tabela 1 - Resultados das análises de amostras de água.

Características da Água						
Período das Águas	Mínima Seca	Máxima Seca	Mínima Cheia	Máxima Cheia	Mínima Média	Máxima Média
Datas	28/09/05	28/09/05	06/04/06	06/04/06	21/06/06	21/06/06
Temperatura da Água	25°C	25°C	24°C	24°C	23°C	30°C
Oxigênio Dissolvido (mg/l de O ₂ D)	4,3	4,4	2,4	7,7	3,7	6,0
Condutividade (µs/cm)	19,8	19,9	4,6	15,7	9,2	18,0
pH	5,6	5,7	4,57	5,38	3,9	4,9
Alcalinidade Total (mg/l CaCO ₃)	4,0	4,0	8,0	12,0	8,0	12,0
Dureza Total (mg/l/Ca CaCO ₃)	10	10	26,0	30,0	2,0	30,0
Cloretos (ppm/Cl)	7,1	7,1	21,3	35,5	3,9	4,9
Amônia (mg/l)	0,09	0,09	0,036	5,4	0,45	5,4
Profundidade (m)	6,5	7,5	15,0	14,0	2,5	12,5

Fonte: Pesquisa de campo realizada na Sub-bacia hidrográfica do Baixo rio Candeias.

De acordo com Eler (2000), o principal fator que afeta o metabolismo dos peixes é a temperatura, devido sua relação com o desenvolvimento dos organismos, as reações químicas e bioquímicas que ocorrem na água e também a outros processos tais como solubilidade dos gases nela dissolvidos. Os resultados obtidos com a temperatura da água oscilando na faixa de 23 a 30°C, atendem as necessidades de aproveitamento racional do potencial hídrico da Sub-bacia hidrográfica do Baixo rio Candeias para criação de espécies ictíicas regionais.

A variação da concentração de oxigênio dissolvido em todas as análises de água, oscilando entre 2,4 a 7,7 mg/l, é considerada adequada para estocagem de até 150 exemplares de peixes/m³ da espécie tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) na fase de recria, não superior a quatro meses de cultivo, e até 80 peixes/m³ para a fase de engorda, até atingir o ponto de mercado da região. A variação de 2,4 a 7,0 mg/l de CaCO₃ pode ser aceitável para o desenvolvimento da piscicultura em tanques-rede, considerando as variedades de espécies regionais resistentes.

A taxa de oxigênio dissolvido pode variar com diversos fatores ambientais, tais como: (i) aumento da população aquática, atraída por sobras da alimentação dos peixes criados em tanques-rede; (ii) aumento da concentração de partículas sólidas, em decorrência da ação das dragas de extração de areia, que provocam o deslocamento de sedimentos; (iii) decomposição aeróbicas de excrementos dos peixes; (iv) matéria orgânica em decomposição; (v) os blooms de algas; (vi) ação de efluentes oriundos de agroindústrias que utilizam metais pesados; (vii) e, carreamento de agrotóxicos utilizados na agricultura por intermédio de chuvas e enxurradas.

Pelos resultados das análises realizadas nos três períodos, vazão mínima, vazão máxima e vazão intermediária, encontrou-se uma pequena variação da faixa de pH de 3,9 e 5,7. A alcalinidade

total, por sua vez, variou de 4,0 mg/l e 12,0 mg/l de CaCO₃. A alcalinidade representa a concentração de bases na água e tem a capacidade de fazer resistência para que a água não mude o seu pH. Em determinadas coleções de água os carbonatos e os bicarbonatos estão presentes e atuam como reguladores de pH. A faixa de pH encontrada pode ser considerada tóxica para criação de peixes em tanques-rede para concentração de CO₂ acima de 20 mg/l.

Os resultados encontrados de dureza total da água nos estudos físico-químicos, oscilando entre 2,0 a 30 mg/l de CaCO₃ (expresso em carbonato de cálcio), mesmo com resultados fora da faixa considerada ideal, indicam que o ambiente em estudo pode ser utilizado para o desenvolvimento da piscicultura em tanques-rede.

Na natureza, a amônia pode ser produzida de duas maneiras: (a) NH₃ ou amônia não-ionizada; e (b) NH₄⁺ amônia ionizada. Na faixa entre 0,4 e 2,5 mg/l a amônia é letal para muitas espécies; entre 0,05 e 0,4 mg/l têm-se níveis subletais e abaixo de 0,05 mg/l a concentração ideal (PROENÇA, 1994, p. 71). Para Castagnolli (2000, p.189), a amônia pode ocorrer nos tanques em forma de subproduto do metabolismo protéico e de decomposição de matéria orgânica e se apresentam em forma de NH₄⁺ (cátion amônio) e na forma de NH₃ (forma gasosa e mais tóxica). Na área pesquisada, a concentração de amônia (NH₃) variou de 0,036 a 5,4 mg/l sendo o último extremo letal para os peixes.

A maioria das espécies ictíicas apresenta baixa tolerância à amônia livre (gasosa), no geral em torno de 1,0 mg/l. A espécie tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) cultivada em tanques-rede, por ser muito rústica, apresentou resistência à presença de amônia, com alta taxa de sobrevivência, com uma média em torno de 85%, durante todas as fases no cultivo, com uma densidade de estocagem na fase de engorda de 60 peixes/m³.

O estudo da condutividade específica da água é empregado na realização de monitoramento ambiental, como indicador da presença de sólidos dissolvidos. A faixa de condutividade elétrica da água pesquisada, variando de 4,6 a 19,9 µs/cm, durante os estudos físico-químicos, está na faixa aceitável para o desenvolvimento da piscicultura.

Os resultados das análises bacteriológicas estão apresentados na figura 3. Considerando os parâmetros estabelecidos, os resultados revelam que os níveis de coliformes termotolerantes oferecem riscos para a saúde da população que realizam o contato primário. A água analisada enquadra-se como imprópria para demais usos.

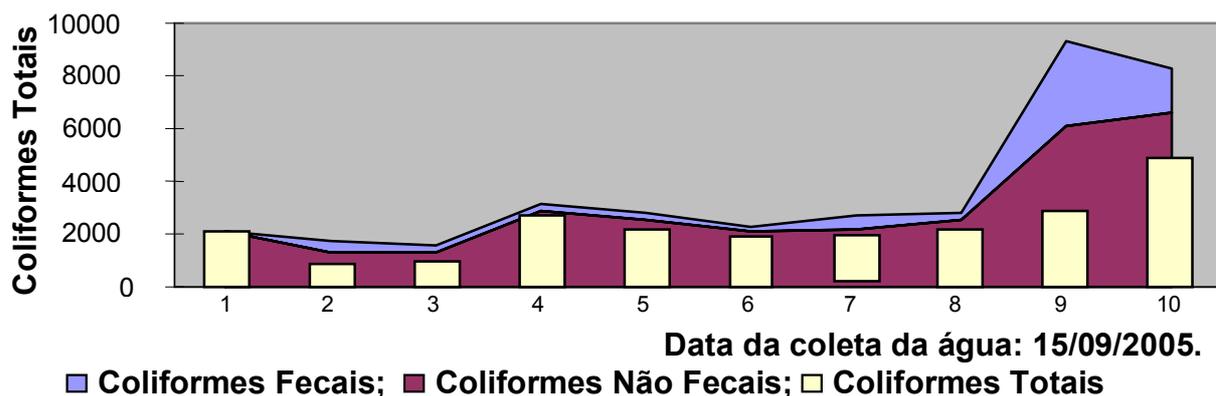


Figura 3 - Comparativos entre Coliformes Totais x Coliformes Fecais x Coliformes não Fecais.

3.3 Análise de metais pesados em pescado

Em relação à presença de mercúrio, pelos exemplares de tambaqui analisados, os teores de concentração estão abaixo do permissível pela Organização Mundial de Saúde (OMS) que é de 0,500 (g.g⁻¹). Investigou-se também o efeito do tamanho e da biomassa na presença de mercúrio. Os resultados estão dispostos nas figuras 4 e 5.

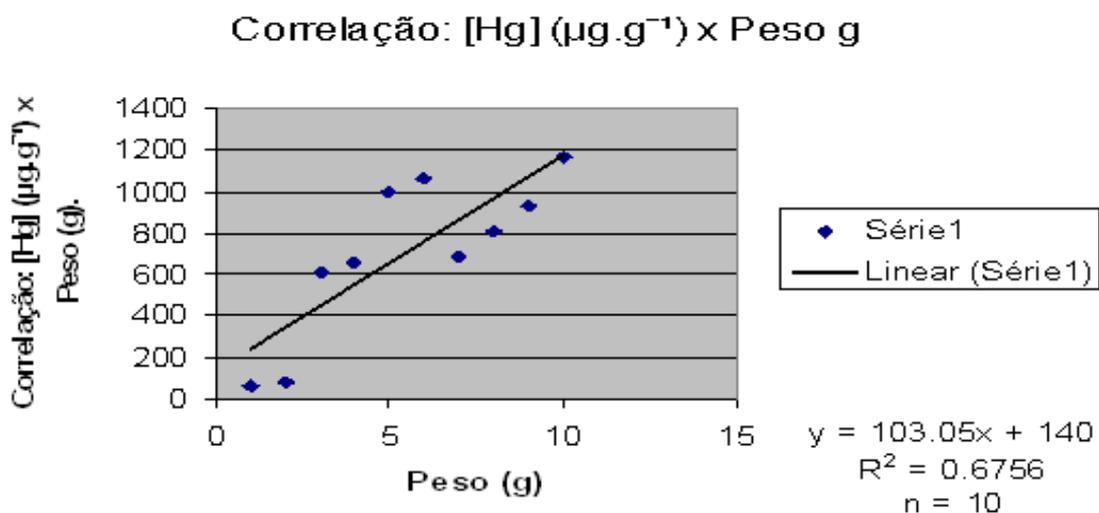


Figura 4 – Correlação [Hg] (µg.g⁻¹) x Peso x [Hg] (r² = 0,6756).

Como pode ser observado pelas figuras 4 e 5, há correlação moderada entre concentração de mercúrio e peso e correlação forte com comprimento, o que indica a necessidade de monitoramento para evitar que a concentração ultrapasse o valor tolerável.

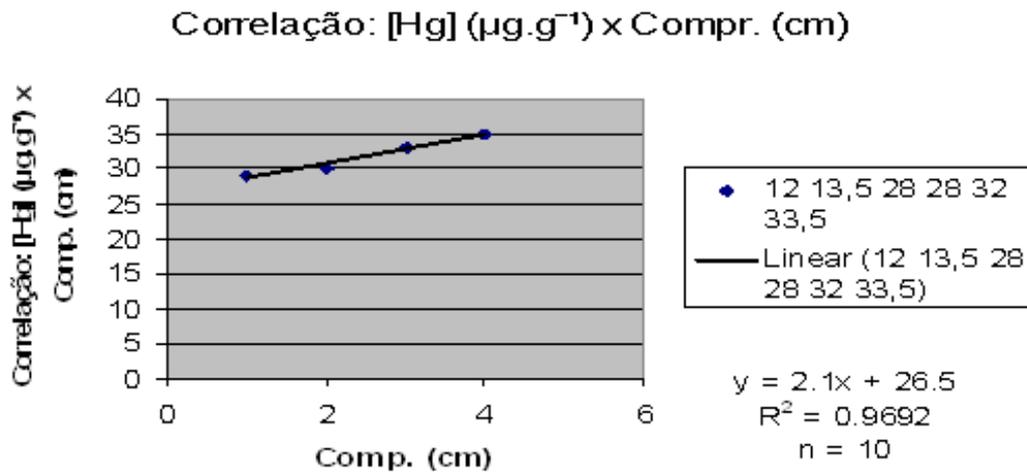


Figura 5 - Correlação Comprimento x [Hg] ($r^2 = 0,9692$)

Em relação à concentração de outros metais pesados, os resultados apontam que exemplares de tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) que apresentam peso variando na faixa de 64 g a 1.168 g e de tamanho variando de 12 cm a 35 cm apresentam níveis de: (a) [Cd] ($\mu\text{g.g}^{-1}$) abaixo do permissível; (b) [Cu] ($\mu\text{g.g}^{-1}$) acima do permissível; (c) [Co] ($\mu\text{g.g}^{-1}$) abaixo do permissível; (d) [Cr] ($\mu\text{g.g}^{-1}$) acima do permissível; (e) [Zn] ($\mu\text{g.g}^{-1}$) acima do permissível; (f) [Fe] ($\mu\text{g.g}^{-1}$) abaixo do permissível; (g) [Mn] ($\mu\text{g.g}^{-1}$) abaixo do permissível; e, (h) [Pb] ($\mu\text{g.g}^{-1}$) abaixo do permissível.

3.4 Análise econômica do projeto

A análise considerou o período de treze meses de operacionalização do projeto.

Visando criar as condições para o início da produção foi realizado em investimento de R\$ 123.763,10 (Cento e vinte e três mil setecentos e sessenta e três reais e dez centavos). Considerando uma vida útil do empreendimento de oito anos, este valor é rateado para efeito de cálculo de custo anual. Assim, a cada ano o valor investido foi de R\$ 15.470,38 (quinze mil quatrocentos e setenta reais e trinta e oito centavos). O custo de manutenção engloba os seguintes itens: (a) alevinos – demanda necessária para as necessidades do projeto na ordem de 60.000 (sessenta mil) alevinos da espécie tambaqui por safra; (b) gêneros alimentícios: alimentação suficiente para atender as necessidades dos plantonistas, no total de duas (2) pessoas por plantão a cada 48 horas, em todos os dias e meses do ano, ininterruptamente, no total quatro (4) cestas básicas/mês; (c) combustível: aquisição de gasolina e óleo dois tempos (2 T) para atender necessidades de deslocamento da equipe de plantonistas e de transporte de membros do projeto para transporte de pescado para a comercialização do pescado e (d) insumos básicos para a piscicultura, como ração, gelo e outros.

O custo total no período em análise foi de 56.232,00 (Cinquenta e seis mil duzentos e trinta e dois reais). A componente alimentação, o insumo ração, foi o que mais contribuiu com este valor, com 34%, custo considerado adequado para as condições regionais.

Como os principais objetivos do projeto era a produção de alimento, a pesquisa e a difusão de tecnologia, desenvolveu-se um trabalho utilizando-se várias densidades de estocagem, variando de 10, 20, 30, 40 e 50 peixes por metro cúbico de água, segundo dados revelados na tabela 2. Constatou-se que a estocagem adequada para condições do projeto em análise era a de 50 peixes/m³.

Tabela 2 – Dimensionamento Total da Produção de Pescado.

Quantidade de Tanques-Rede	Volume (m ³) de cada Tanque	Densidade (Peixe/m ³)	Quantidade Total de Peixes	Peso Total (Kg)	Peso Médio (Kg)	Ração X Conversão Alimentar E=1,7:1 (Kg)
Tanques de 3mx3mx2m						
6	18	10	1.080	3.240	3,0	6.480
6	18	20	2.160	3.888	1,8	7.776
6	18	30	3.240	5.508	1,7	11.016
6	18	40	4.320	6.480	1,5	12.960
Tanques de (5mx5mx2m)						
2	50	10	1.000	3.000	3,0	6.000
2	50	20	2.000	6.000	1,8	7.200
28	632	-	13.800	28.116	-	47.797,20

Com uma densidade de 50 exemplares de tambaqui por metro cúbico de água e uma alimentação à base de ração extrusada, com 32% de proteína bruta nos três primeiros meses e reduzindo este teor protéico para 28% na fase de crescimento, no período de treze meses de cultivo obteve-se um comprimento médio de 41,50 cm e um peso médio de 2.250 gramas, com uma conversão alimentar de 1,70 kg de ração para produzir 1,0 kg de pescado e uma produtividade de 135,54 kg pescado/metro cúbico de água.

Em relação à comercialização, contatou-se que o mercado consumidor de pescado no estado de Rondônia é abastecido por três fontes: (a) a pesca extrativa, com os recursos pesqueiros comprometidos com a pesca predatória, em declínio populacional; (b) a piscicultura semi-intensiva e intensiva, utilizando-se viveiros de barragem e de derivação, escavados; e, (c) a piscicultura recém-implantada, semi-intensiva e intensiva, em tanques-rede, exercida em forma comunitária.

No projeto em análise, o ponto de equilíbrio foi atingido com 36% das vendas, conforme figura 5. Desse modo, pode-se concluir que economicamente o negócio é sustentável, sendo, portanto, considerado como um bom investimento. Os usuários do empreendimento (13 pescadores) estão recebendo um pró-labore de 60% do total das receitas brutas e os 40% restantes destinados ao Fundo Rotativo para cobrir despesas com insumos, como: (i) ração, (ii) alevinos, (iii) combustível, (iv) gelo e outros. As receitas de um projeto de criação de peixes em tanques-rede, do porte deste

em estudo, são suficientes para destinar 60% para o pró-labore dos usuários, em torno de 1,54 salário mínimo/mês, vigente no País.

3.4 Análise social do projeto

Em relação à dimensão social, foram observados 4 (quatro) aspectos, analisando a realidade dos beneficiários antes e depois de três anos de operação do projeto.

- Produção de alimento e segurança alimentar.

A maior preocupação do pescador artesanal é, sem dúvida, com o sustento de sua família. Com a escassez do pescado na Sub-bacia hidrográfica do Baixo rio Candeias as populações tradicionais residentes no entorno dessa área enfrentam no dia-a-dia sérias dificuldades para conseguir o pescado para o alimento familiar. Com a criação de peixes em tanques-rede, as quinze famílias de pescadores profissionais que fazem parte da atividade têm a sua disposição o pescado e pró-labore mensal, em torno de dois (2) salários mínimos vigente no Brasil, para cobrir parte das despesas de sua família. Com uma produção alcançada de 28.116 kg de pescado, no período de 13 meses de cultivo, esses pescadores comercializaram toda a produção de pescado, obedecendo ao critério do peso ótimo de mercado, em torno de 2,0 kg por exemplar.

- Geração de emprego.

O pescador artesanal que residente no entorno da Sub-bacia hidrográfica do Baixo rio Candeias não tinha muitas alternativas para manter sua família. Praticava a pesca de subsistência e se mantinha com recursos oriundos do Governo Federal, quatro (4) salários mínimos a cada ano, referente ao pagamento do seguro desemprego do período do defeso. Como o sistema de trabalho adotado é no regime de plantão, o pescador continua exercendo suas atividades de pesca nos intervalos. A renda auferida com o projeto foi acrescida à renda anteriormente existente.

- Qualificação profissional.

os pescadores não tinham nenhuma habilitação técnica capaz de influenciar na melhoria da qualidade tecnológica do pescado, sobre técnicas de criação de peixes em tanques-rede e na culinária regional à base de pescado. Foram ministrados dois cursos de capacitação técnica para os pescadores artesanais, sob os títulos: (a) aproveitamento de águas improdutivas para criação de peixes em tanques-rede, com uma carga horária de 96 horas/aula, sobre piscicultura intensiva e superintensiva; e, (b) conservação do pescado e culinária regional à base de tambaqui com a carga horária de 120 horas/aula.

- Educação ambiental e preservação dos recursos pesqueiros.

A dedicação à atividade da piscicultura intensiva de criação de peixes em tanques-rede reduz a pesca extrativista por parte dos beneficiários, contribuindo para a redução da pressão sobre os recursos pesqueiros.

4. MÉTODO DE PRODUÇÃO SEMI-INTENSIVA EM TANQUES-REDE

Com base nos resultados, são apontadas as características de método para criação de pescado em tanques-rede para a área estudada.

O sistema de produção deve ser utilizado em coleções de água com alta concentração de oxigênio dissolvido, na faixa de $4,0 \text{ mg/l} \leq \text{O}_2\text{D} \leq 8,0 \text{ mg/l}$.

Os principais fatores a serem observados e ou monitorados são: (i) físico – análise da água a fim de se conhecer os níveis de: pH, alcalinidade total (A.T), dureza total (D.T), amônia (NH_3), oxigênio dissolvido (O_2D), cloreto (Cl) e condutividade específica; (ii) químico – grau de contaminação, a origem dos princípios poluentes e caracterizar picos de concentração de poluentes tóxicos e as fontes; (iii) biológico - estudos de biometria, de estatística pesqueira e de biópsia a fim de identificar o comprimento e peso, calcular a projeção de toda a população, estudos do trato intestinal e de órgãos como o fígado e pulmões para diagnosticar mortandades de peixes e causa mortis. Com base no volume da biomassa, calcula-se o volume de alimento que deve ser administrado em cada alimentação, em determinados períodos; (iv) bacteriológico – identificação da presença de coliformes e bactérias patogênicas, como salmonela, shigela e vibrios em geral; e, (v) planialtimétrico – medição de vazão, profundidade, visibilidade e turbidez da água.

O local selecionado para sediar a base física do empreendimento deve ter as seguintes características e critérios: (i) área protegida, antes de recôncavo ou curvas do rio; (ii) a jusante de pequenas corredeiras; (iii) local com águas correntes; (iv) ter profundidade mínima de três metros; (v) evitar a proximidade com dragas de extração de areia e de garimpos diversos, agroindústria, balneário, área de lazer, lavatório coletivo de roupa e ponto de atração turística; (vi) instalar o projeto a montante de agentes potencialmente poluentes.

O material empregado na montagem da infra-estrutura de suporte do tanque-rede pode ser metálico, com as seguintes especificações: (i) armação em estrutura metálica, em ferro a fogo; (“ii) desmontável, construídos em tubo SCH-40 ASTM A-53 de 1”); (iii) tratamento VOC (Composto Orgânico Voláteis), antioxidante e antipolvente; (iv) acabamento semi-fosco; (v) ponto de fulgor maior do que 23° C. ; (vi) resistência 120° C. ; (vii) espessura seca 125 micrômetros; (viii) equivalente a 178 micrômetros de espessura de filme molhado; (ix) suporte para ancoramento; (x) tampa fixada por gonzo; (xi) porta-cadeado.

Deve-se ter com a oxidação do material metálico, talvez o maior adversário da criação de peixe em tanque-rede, principalmente em águas ácidas da região amazônica. Sempre que possível, buscar alternativas técnicas e econômicas, em conformidade com as peculiaridades da região, como madeira, bambu e materiais não corrosivos.

A escolha do formato do tanque-rede deve obedecer a critérios técnicos, tais como: (i) de fácil confecção; (ii) de fácil transporte; (iii) menor tempo de permanência da água em seu interior; (iv) de fácil manejo; e, (v) maior produtividade. Neste sentido, os seguintes formatos para a confecção do tanque-rede mais adequados parecem ser: (a) quadrado: 2,0 m de comprimento, por 2,0m de largura por 2,0 m de altura, no total de 8,0 m³; (b) retangular: com as dimensões de 3,0 m de comprimento por 3,0 m de largura x 2,0 m de altura, no total de 18 m³; (c) redondo: com as dimensões de 3,0 m de diâmetro x 2,0 m de altura, no total de 14,13 m³.

Quanto à telas, sugere-se a tela com as seguintes características e especificações: (i) tela com malha de 2,0 cm; (ii) arame galvanizado, fio 16; (iii) revestido com PVC de alta resistência; (iv) espessura mínima de 0,4 mm; (v) diâmetro de 1,65 mm; (vi) camada mínima de zinco de 240 g/m²; (vii) malha de 2,0 x 2,0 cm; (viii) cor cinza; (NBR 10514); (ix) resistente à ação de predadores; (x) resistência ao ataque de carnívoros.

A base física das ações deve ser composta de uma área útil de 1.200 m² para instalação de dois módulos de tanques-rede, construídos em madeira da região, resistente à umidade. As dimensões de cada módulo são 43,5 metros de comprimento por 15,0 metros de largura. Constroem-se vinte e quatro tanques-rede, com as dimensões de: 3,0 m de comprimento. x 3,0 m de largura x 2,0 m de altura, com um volume unitário de 18,0 m³, no total de 432 m³. Quatro tanques-rede, com as dimensões de: 5,0 m de comprimento. x 5,0 m de largura x 2,0 m de altura, com um volume unitário de 50 m³, no total de 200 m³ e 400 tambores plásticos (bombonas) de 200 litros, vedados com silicone e cola, inflados com 5 libras de oxigênio.

Quanto a seleção e definição da espécie, o tambaqui parece atender os critérios técnicos e econômicos.

Para o povoamento dos tanques-rede, recomenda-se as densidades: (i) alevinagem: 150 alevinos/m³, com idade de 30 a 90 dias; (ii) recria: 120 alevinos/m³, com idade de 90 a 120 dias; (iii) engorda: 80 alevinos/m³, com idade de 120 a 360 dias.

Para agregar valor a produção de pescado e reduzir a ação do intermediário, recomenda-se incluir na cadeia produtiva a infra-estrutura física para se fazer o beneficiamento, conservação e processamento do pescado. Para tanto, tem-se os seguintes estágios de preparação para difusão de tecnologia de pesca e de pescado: (i) infra-estrutura física, hidráulica e sanitária; (ii) preparação piso, paredes, tetos e iluminação; (iii) mesas e estendais; (iv) pias, equipamentos e acessórios; (v) defumador de alvenaria indireto; (vi) defumador metálico indireto; (vii) tanques de cura; (viii) secador solar.

A conservação do pescado pode ocorrer adotando-se a salga e secagem sendo o processo mais simples e muito difundido e quase sempre o único para muitos núcleos pesqueiros e comunidades tradicionais.

Para que ocorra a conservação do pescado deve-se obedecer aos seguintes estágios: (i) higiene do pessoal e das instalações; (ii) fundamentos básicos da conservação; (iii) preparação de infraestrutura para conservação; (iv) higienização, sanidade e processamento; (v) sanidade do pescado fresco, resfriado e refrigerado; (vi) dimensionamento das dependências e equipamentos; (vii) higienização de instalações e equipamentos; (viii) importância da higienização no processamento do pescado; (ix) características organolépticas do pescado; (x) aspectos químicos da água; (xi) princípios básicos de filetagem; (xii) princípios básicos da salga de pescado; (xiii) princípios básicos da secagem de pescado; (xiv) princípios básicos da defumação do pescado.

Com a verticalização da produção de pescado no sistema intensivo é possível evitar ou aproveitar os desperdícios para produção de ensilado para suplementação de proteína para o fabrico de ração para alimentar outras espécies.

5. CONCLUSÕES

Os resultados da investigação sobre a viabilidade da criação de peixes em tanques-rede na Sub-bacia hidrográfica do Baixo rio Candeias (RO), pode-se afirmar que:

- as condições de temperatura da água indicam a possibilidade de aproveitamento racional do potencial hídrico da para criação de espécies ictíficas regionais, embora tenham sido observadas condições críticas;
- a faixa de oxigênio dissolvido na água (O_2D) com variação de 2,4 mg/l a 7,7 mg/l não representa preocupação em termos ambientais;
- a condutividade elétrica com variação de 4,6 $\mu s/cm$ e 19,9 $\mu s/cm$ não inviabiliza os objetivos de desenvolvimento da atividade piscícola na área em estudo;
- a faixa de pH identificada, oscilando entre 3,9 a 5,7, pode ser considerada como crítica, quando considerada de forma isolada. Quando estes valores são analisados na ótica da piscicultura em tanques-rede, deve-se considerar o formato sistêmico: conjunto de parâmetros físico-químicos, como: alcalinidade total (A.T.); dureza total (D.T.); amônia (NH_3); condutividade elétrica; gás carbônico (CO_2); temperatura da água; cloretos; oxigênio dissolvido (O_2D), etc.;
- a faixa de pH encontrada, com variação entre 3,9 a 5,7, é considerada tóxica para os peixes quando associada com a concentração de CO_2 superior a 20 mg/l. Neste caso, deve-se considerar que a quantidade de oxigênio dissolvido, em conformidade com os dados obtidos, pode ser aceitável, principalmente quando se pretende recomendar o cultivo de espécies aquáticas regionais rústicas e com potencial de adaptabilidade a baixos teores de oxigênio e a baixos níveis de hidrogênio iônico;
- os níveis da alcalinidade total (A T) encontrados, com variação de 4,0 mg/l de $CaCO_3$ a 12 mg/l de $CaCO_3$ (expresso em carbonato de cálcio), revelam a fragilidade físico-química da Sub-bacia

hidrográfica do Baixo rio Candeias. Esta faixa de alcalinidade total indica uma concentração baixa de bases na água e isto facilita mudanças bruscas de queda de pH;

- a dureza total (D.T.) com variação de 2,0 mg/l de CaCO₃/l a 30 mg/l de CaCO₃/l (expresso em carbonato de cálcio) acarreta sérios problemas para a estocagem de exemplares de peixes na fase de juvenil. Para tanto, recomenda-se preparar tanques-berçário em terra-firme para receber os alevinos, e permanecer estocados até 60 dias, para em seguida serem transportados e estocados nas unidades de tanques-rede de recria e engorda;
- a variação de cloretos, oscilando entre 3,9 ppm/Cl a 35,5 ppm/Cl, não é considerada favorável para as pretensões de criação em tanques-rede, mas quando analisada em conjunto com os demais resultados físico, químico e planialtimétrico não se constitui empecilho decisivo;
- a concentração de amônia (NH₃), com uma variação entre 0,09 mg/l a 5,4 mg/l, aponta para a inconveniência de instalar projetos de criação de peixes em tanques-rede em áreas próximas a esgotos domésticos, a montante de agroindústrias, especialmente de curtume de beneficiamento de pele animal, em áreas de balneários e de outras onde normalmente ocorrem festivais de praia e em locais utilizados para lavagens de roupas;
- A profundidade média mínima necessária para se implementar projetos produtivos comunitários de criação de peixes em tanques-rede deve ser \geq a 3,0 metros. No caso específico da área estudada, encontrou-se uma média de profundidade mínima garantida em torno de 7,0 metros. Neste sentido, pode-se afirmar que nas condições atuais a área pesquisada oferece razoáveis condições físicas para se desenvolver atividades de piscicultura semi-intensiva e intensiva em tanques-rede;
- os níveis de mercúrio detectados nas análises realizadas com o músculo do pescado capturado em unidades de tanques-rede encontram-se abaixo do permissível para o ser humano;
- dentre todos os metais pesados pesquisados, os resultados das análises revelaram a presença dos níveis do cobre [Cu] ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), do cromo [Cr] ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) e do zinco [Zn] ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) acima da média permissível pela Resolução N^o. 357 CONAMA, de 17 de março de 2005.

Considerando os resultados destacados no parágrafo anterior, é possível afirmar que a criação de peixes em tanques-rede é uma atividade com viabilidade ambiental na sub-bacia analisada, desde que sejam adotadas providências visando minimizar as situações críticas.

Na perspectiva econômica, o estudo revela que a atividade da piscicultura intensiva em tanques-rede é um negócio sustentável, particularmente para as comunidades das regiões ribeirinhas da Amazônia.

Em termos sociais os resultados apontam a atividade com o um meio de melhorar o bem-estar social da comunidade pesqueira.

A partir resultados encontrados, podem-se fazer as seguintes recomendações com foco na área analisada:

- fiscalização contínua sobre os níveis de metais pesados nos efluentes despejados no leito da área em estudo;
- implementar um diagnóstico ambiental mais abrangente, com pesquisas de solo, de sedimentos e de outros metais pesados visando ampliar o conhecimento sobre a área;
- estudo detalhado sobre metais pesados em aos organismos aquáticos cultivados em sistemas semi-intensivo e intensivo em tanques-rede, mas também das principais espécies de peixes da ictiofauna da Sub-bacia hidrográfica do Baixo rio Candeias;
- pesquisa limnológica, em níveis físico-químico-biológico, das águas na área de influência direta, incluindo a bacia hidrográfica do rio Jamari;
- realização de estudos ambientais, em toda a extensão da bacia hidrográfica, envolvendo o lago artificial da Usina Hidrelétrica Samuel;
- em projetos semelhantes ao analisado, utilizar aerador de pás de alta eficiência, com desenho de alto desempenho, para elevar a concentração de oxigênio dissolvido na água e, conseqüentemente, redução de estratificação.

BIBLIOGRAFIA

- ELER, Márcia Noélia. (2000). *“Efeito da densidade de estocagem de peixes e do fluxo de água na qualidade da água e na sucessão do plâncton em viveiros de piscicultura”*. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo: São Carlos.
- EMATER-RO. (1991). *“Sistema de produção para criação de tambaqui em Rondônia”*. Porto Velho, 46 p.
- GOULDING, M. (1979). *“Ecologia da pesca do rio Madeira”*. Tradução de Walício Menezes. Manaus: INPA, 172 p.
- Governo do Estado de Rondônia. (1996). Secretaria de Estado do Planejamento Administração e Coordenação Geral. Planaflo. *“Avaliação do Meio Termo”*. Brasília, DF.
- _____. Governo do Estado de Rondônia. (1998). Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. *“Diagnóstico Sócio-Econômico-Ecológico do Estado de Rondônia e Assistência Técnica para Formulação da Segunda Aproximação do Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico do Estado de Rondônia: Relatório de Socioeconomia”*. Porto Velho.
- _____. Governo do Estado de Rondônia.(1999). Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. *“Diagnóstico Sócio-Econômico-Ecológico do Estado de Rondônia e Assistência Técnica para Formulação da Segunda Aproximação do Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico do Estado de Rondônia: Diagnóstico”*. Porto Velho.
- LEONEL, Mauro. (1998). *“A morte social dos rios”*. São Paulo: Perspectiva, 263p.
- STRAŠKRABA, M.; TUNDISI J.G. (2000). *“Gerenciamento de qualidade de água de represa”*. Tradução de Dino Vannucci. São Carlos: ILEC.