

II - ARTIGOS CIENTÍFICOS

ÁREAS POTENCIAIS PARA A AQUICULTURA SUSTENTÁVEL NA BACIA DO RIO ITAPECURU: BASES PARA O PLANEJAMENTO COM USO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Haroldo Gomes BARROSO (hgbarroso@uol.com.br)

Curso de Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Maranhão

Antônio de Pádua SOUSA

Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de São Paulo

RESUMO

As áreas mais adequadas para o implemento de projetos aquícolas sustentáveis, na bacia do rio Itapecuru, foram selecionadas a partir da sinergia de parâmetros que tornam a aquíicultura uma atividade capaz de gerar benefícios econômicos como: elevar o nível de inclusão social de grande parcela de seus habitantes; melhorar o grau de conforto a seus usuários; propiciar maior usufruto de mananciais de água integrantes da bacia; alertar para a importância dos estudos das bacias nacionais, visando o planejamento da aquíicultura responsável. O planejamento e execução deste trabalho foram motivados pela necessidade mundial de preservar o meio ambiente, em particular, os sistemas aquáticos. A bacia é composta por uma contingência de problemas que tiveram início em sua colonização, marcada pelo latifúndio e exploração inadequada de seus recursos naturais, apesar de sua grande importância ao Estado do Maranhão. Exibe um quadro de difícil diagnóstico em função da escassez de dados seguros para seu planejamento sustentável, principalmente das atividades produtivas que dependem do binômio água/uso da terra. A viabilidade desse trabalho ocorreu com a utilização da metodologia do Sistema de Informação Geográfica (SIG) que selecionou um total de 16.768,64 km² de áreas com declividades entre 0% e 3%, das quais 9.122 km² foram enquadradas segundo os atributos admitidos para escolha de áreas propícias para a instalação de projetos e programas de aquíicultura. 10% dessa área foram destinadas a atender modelos de gestão cujos efluentes produzidos na aquíicultura sejam utilizados pela agricultura perene ou temporária nos 90% das áreas eleitas por classes de ponderação da seguinte forma: 8,68 km² excelente; 351,82 km² muito boa; 48,62 km² boa; 122,83 km² regular; 237,59 km² ruim e 142,66 km² com restrições técnicas. Os estudos apontaram o baixo curso da bacia do rio Itapecuru como a área que reúne maiores chances para o desenvolvimento da aquíicultura sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Bacia do rio Itapecuru, Aquíicultura sustentável, Sistema de Informação Geográfica

ABSTRACT

The adjusted areas more for implement it of sustainable aquatic programs, in the basin of the river Itapecuru, had been selected from the synergy of parameters that become the aquaculture an activity capable to generate economic benefits as: to raise the level of social inclusion of great parcel of its inhabitants; to improve the comfort degree its users, to propitiate greater fruition of water integrant sources of the basin; to alert for the importance of the studies of the national basins, aiming at the planning of the responsible aquaculture. The planning and execution of this work had been motivated by the world-wide necessity to preserve the environment, in particular, the aquatic systems. The basin is composed for a contingency of problems that had had beginning in settling, marked for the large state and inadequate exploration of natural resources, although its great importance to the State of the Maranhão. It shows a picture of difficult diagnosis in function of the scarcity of safe data for sustainable planning, mainly of the productive activities that depend on the use of the water and land. The viability of this work counted of the use of the methodology of the Geografic Information System (SIG) that km² of areas with declivities in the interval between 0% and 3% selected a total of 16.768,64, of which 9,122 km² had been fit according to attributes admitted for choice of propitious areas for the installation of projects and programs of aquaculture. 10% of this area had been destined to take care of management models whose effluent produced in the aquaculture they are used by perennial or temporary agriculture in 90% of the elect areas for classrooms of balance following the form: 8,68 km² excellent; 351.82 km² very good; 48.62 km² good; 122.83 km² to regulate; 237.59 km² bad and 142,66 km² with restrictions techniques. The studies had pointed the low course of the basin of the river Itapecuru as the area that congregates greater possibilities for the development of the sustainable aquaculture.

WORDS KEY: Basin of the river Itapecuru, sustainable aquicultura, Geografic Information System.

INTRODUÇÃO

A produção de pescado mundial, em 2002, foi da ordem de 142 milhões de toneladas, sendo 96 milhões oriundos da captura e 45 milhões da aquicultura. A produção da pesca extrativa encontra-se estagnada, tendo atingido seu limite sustentável de produção. Em contrapartida, a produção proveniente da aquicultura vem ganhando importância na oferta total de pescados, com crescimento mundial médio de 7% ao ano, nos últimos cinco anos. Mesmo com essa expansão da produção aquícola, projeta-se para o ano de 2010 um déficit de 25 milhões de t/ano de pescados, considerando-se uma expansão da demanda mundial compatível com o atual consumo *per capita* de 14 kg/ano (FAO, 2003).

O Brasil, apesar de deter um dos maiores aportes de variadas classes de água do mundo, produziu, em 2002, 985 mil toneladas de pescado e apresentou um consumo *per capita* de apenas 5,7 kg/ano, média muito inferior à mundial, (IBAMA, 2002).

Aqüicultura é o processo de produção em cativeiro de organismos com habitat predominantemente aquático, em qualquer estágio de desenvolvimento, ou seja: ovos, larvas, pós-larvas, juvenis ou adultos. De acordo com a FAO, três fatores caracterizam essa atividade: o organismo produzido é aquícola, existe um manejo visando a produção, e a criação tem um proprietário, isto é, não é um bem coletivo como são as populações exploradas pela pesca (RANA, 1997).

A aqüicultura moderna está embasada em três pilares: a produção lucrativa, a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento social. Os três componentes são essenciais e indispensáveis para que se possa ter uma atividade perene. A produção deve ser entendida como um processo amplo, que envolve toda a cadeia produtiva. A simples criação dos organismos não é suficiente para o estabelecimento da atividade, de forma lucrativa e permanente, como deve ser qualquer empresa. Todos os elementos da cadeia têm seu papel e qualquer elo fraco limitará o desenvolvimento da atividade de forma geral (VALENTI et al., 2000).

O Estado do Maranhão, integrante da Amazônia Legal, ocupa no Nordeste uma posição privilegiada com relação ao seu potencial hídrico. Possui nove bacias hidrográficas formadas por rios perenes, complexos lacustres em planícies de inundação, inúmeras pequenas bacias em sua costa ocidental repleta de exuberantes manguezais; na costa oriental, lagoas temporárias e nas regiões de dunas formando os lençóis maranhenses (IBGE, 1998).

O rio Itapecuru, escolhido para esse trabalho, por sua importância vital ao Estado do Maranhão, o mais extenso, e sua bacia de contribuição ocupa o segundo lugar em extensão no Estado. Divide-se fisiograficamente em três níveis (alto, médio e baixo curso), atravessa várias unidades litoestratificadas e diversas divisões geomorfológicas se caracterizando como um rio de planície.

A bacia hidrográfica do rio Itapecuru encontra-se geologicamente localizada na porção oriental da plataforma Sul-Americana, na Província Estrutural do rio Parnaíba. Constitui-se de uma faixa de direção dominante Norte-Sul, formada por rochas, na maioria sedimentar, de bacia Introcrotônica do rio Parnaíba e da bacia marginal de São Luís (ALMEIDA et al., 1997).

O rio Itapecuru nasce nos contrafortes das serras da Cruzeira, do Itapecuru e do rio Alpercatas, a 500m de altitude, percorrendo 1.090 km, até sua desembocadura na baía do Arraial, ao sul da ilha de São Luís (IBGE, 1998). Limita-se a sul e ao leste pela bacia hidrográfica do rio Parnaíba, pela serra do Itapecuru, chapada do Azeitão entre outras pequenas elevações, a oeste e a sudeste com a bacia do rio Mearim e a nordeste com a bacia do rio Munim.

A aqüicultura praticada na bacia do rio Itapecuru, apesar de empírica, é responsável por 40% do pescado consumido na região, onde se registrou 22 criadores, cultivando principalmente o tambaqui (*Colossoma macropomum*), tilápia (*Oreochromis spp*), carpa (*Cyprinus carpio*), curimatá (*Prochilodus spp*), bagre-africano

(*Clarias gariepinus*), camarão-gigante-da-malásia (*Macrobrachium rosenbergii*), camarão-marinho (*Litopenaeus vannamei*) e rã (*Rana catesbeiana*) (PEREIRA et al., 2000).

O estado do Maranhão criou a Agência Estadual de Pesca e Aqüicultura em 2002, para se adequar ao modelo federal que criou a Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca da Presidência da República-SEAP/PR, objetivando o planejamento e ordenamento desse setor produtivo com representação regional e estadual, em fase de estruturação.

A crescente expansão das atividades antrópicas sobre o meio ambiente tem gerado aumento expressivo da demanda por tecnologias de manejo ambiental (TROTTER, 1991). A necessidade de mapeamento, manejo e monitoramento dos recursos naturais renováveis e não renováveis tem resultado na evolução tecnológica dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Tais sistemas, utilizados inicialmente apenas no auxílio à elaboração de mapas, vêm sendo cada vez mais utilizados no auxílio de extração de informações e tomadas de decisões.

Em um SIG a apresentação de dados tem papel relevante na extração de informações. Ela é usada para visualizar o problema, possibilitando observar, manipular e estudar os relacionamentos geográficos envolvidos, e também pode apresentar alternativas à solução do problema considerado (EGENHOFER, 1990). Tais técnicas têm avançado significativamente nesta última década e sua importância tem estabelecido papel relevante para o gerenciamento de recursos.

A tecnologia do SIG emprega, na maioria de suas aplicações, um banco de dados para armazenagem e recuperação de informações, o qual pode também ser aproveitado para gerar outras formas de análises de dados e facilitar a tomada de decisões. As informações capazes de serem extraídas de um banco de dados dificilmente podem ser obtidas examinando-se apenas a parte gráfica dos dados, ou seja, mapas contidos no SIG. Informações complementares podem ser utilizadas por um SIG de modo a possibilitar novas formas de apresentação e análise de dados.

Com a deficiência de informações citadas em Pereira et al. (2000) levantou-se a hipótese de que somente se disponibilizando de ferramentas científicas para o planejamento da aqüicultura sustentável, a bacia do Rio Itapecuru certamente experimentará o equilíbrio ecológico e sócio-econômico.

Caso haja o incremento da aqüicultura sustentável na área em estudo, serão eliminados os desmatamentos ciliares; haverá um aumento na oferta de alimentos protéicos, da lâmina d'água, da evaporação e da umidade relativa do ar, da recarga dos mananciais; minimização dos riscos de queimadas; um crescente grau de conforto aos usuários e conseqüentemente um maior nível de inclusão social.

Este trabalho objetivou determinar macro áreas propícias à prática da aqüicultura sustentável, sem egessar a produção de pescado na bacia do Rio Itapecuru, apontando modelos capazes de alavancar a atividade como a melhor alternativa na promoção do emprego e renda à maioria da população rural ribeirinha, promovendo uma socioeconômica equilibrada da área em estudo.

GEOMORFOLOGIA

Os fatores como característicos da rede de drenagem, a compartimentação, as formas de relevo e a navegabilidade formaram um conjunto de critérios adotados pela SUDENE para dividir a bacia do rio Itapecuru em três níveis fisiográficos: alto curso, médio curso e baixo curso (BIZERRA, 1984).

Os limites e características de cada trecho da bacia são:

- Alto Itapecuru: Compreende toda a bacia de contribuição a montante da cidade de Colinas, onde recebe as águas de seu maior tributário, o rio Alpercatas, com predominância dos chapadões, chapadas e *cuestas*, relevo forte ondulado compondo as partes mais elevadas da bacia com as serras do Itapecuru, do Alpercatas, da Crureira e da Boa Vista.
- Médio Itapecuru: Compreende o trecho entre os municípios de Colinas a Caxias, apresentando uma situação morfológica denominada testemunhos, onde predomina o relevo de chapadas baixas e uma superfície variando de suave ondulado a forte ondulada, com uma diferença de altitude de 60m.
- Baixo Itapecuru: Compreende o trecho entre os municípios de Caxias até a foz, na baía do Arraial. Essa área possui uma geomorfologia caracterizada pela presença da superfície maranhense com testemunho e na sua foz pelo Golfão Maranhense, com um relevo de superfície suave ondulado, originário principalmente da Formação Itapecuru do Cretáceo.

HIDROLOGIA

Os rios da bacia do Itapecuru drenam os terrenos sedimentares da bacia do rio Parnaíba, composto principalmente pelas seqüências de arenitos, siltitos, folhelos e argilitos, onde a ocorrência de falhas e fraturas direcionam o curso dos mesmos. Devido a isto, as perspectivas no que dizem respeito às suas reservas em águas subterrâneas são relativamente promissoras. Os principais sistemas aquíferos são as formações: Mutuca, Sambaíba, Corda e Itapecuru. Em conjunto, essas formações podem ser consideradas como um único sistema aquífero livre, localmente com potências em carga nas áreas onde são sobrepostas por formações impermeáveis que são: Pedra de Fogo, Pastos Bons e Codó (IBGE, 1998; PETRI; FULFARO, 1988; TUCCI, 2001).

A bacia hidrográfica do rio Itapecuru é falciforme, cuja concavidade está voltada em direção Oeste, para o vale do Mearim. É uma bacia irregular, estreita nas nascentes e na desembocadura, alargando-se na parte central, onde atinge aproximadamente 120 km. A rede de drenagem distribui-se em padrão geral aproximadamente paralelo no alto curso, embora uma tendência dentrítica se revele cada vez mais à medida que vai atingindo o baixo curso (IBGE, 1998).

Corre no sentido Oeste-Leste das nascentes até o povoado de Várzea do Cerco, 25 km à montante da cidade de Mirador, tomando rumo norte ao deslocar-se sobre os chapadões do alto curso até receber seu maior depositário o Rio Alpercatas, que contribui com 2/3 de seu volume em sua desembocadura. Muda de direção para nordeste até receber o rio Corrente, mudando bruscamente sua direção para o sentido nordeste, tracejando um longo contorno, no município de Caxias. Apesar de

apresentar algumas inflexões, se mantém na mesma direção até sua desembocadura na baía do Arraial por dois braços, o Tucha como principal e o Mojó como secundário.

Um problema que acomete a bacia do rio Itapecuru são os esgotos. O esgotamento, da maioria das cidades brasileiras, é feito a céu aberto e os resíduos normalmente são conduzidos a um corpo d'água que recebe o esgoto *in natura*. Uma grande metrópole tem um efeito poluidor das águas que pode ser detectado a centenas de quilômetros rio abaixo, comprometendo seu uso em outros povoamentos nas atividades humanas que dependam da água bruta. A poluição industrial também contribui com diversos tipos de poluentes orgânicos e inorgânicos que degradam a qualidade da água. Alguns possuem alta toxicidade e periculosidade para os organismos aquáticos e para o consumo humano.

Além deste, a agropecuária se constitui em mais um responsável pela degradação da bacia do rio Itapecuru, com grandes queimadas como consequência da pecuária e, principalmente, do extrativismo vegetal para a produção de madeira e, de significativa produção de carvão vegetal.

ASPECTOS QUANTITATIVOS DA ÁGUA

A disponibilidade de água no alto curso do rio Itapecuru até o deflúvio do rio Alpercatas é de $17,6\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, em média, dado que limita o uso da água em grandes projetos hidroagrícolas, não significando sua vasta utilização em projetos sustentáveis, embora o acompanhamento técnico responsável se torna um requisito básico.

A partir do município de Colinas, onde o aporte fluvial triplica a oferta de água já qualifica essa área para maiores demandas por parte de projetos de maiores proporções no uso de água.

A oferta de água na bacia do rio Itapecuru para múltiplos usos apontou uma bacia de médio porte, que apesar da inexistência de um completo cadastramento do uso de suas águas não há indícios do comprometimento da oferta de água bruta para seus usuários, mesmo assim, faz-se necessário seu controle na perspectiva de sua preservação como bem público e de duração finita (IBGE, 1998).

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA

As combinações diversas dos processos atmosféricos produzem um grande número de tipos climáticos, o que se aplica à bacia do rio Itapecuru como área de transição de macroclimas da região Amazônica com alta umidade e da região Nordeste com baixa umidade.

A classificação climática distribui em diferentes tipos climáticos a bacia do Itapecuru. O Clima predominante na bacia é o sub-úmido seco, seguido do sub-úmido e Úmido na interface com áreas marinhas de altas pluviosidades. Os maiores excessos pluviométricos ocorrem entre janeiro e maio (período chuvoso) e com maiores deficiências de julho a setembro (período seco).

TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR

A variação da temperatura na bacia do rio Itapecuru tem uma amplitude média muito pequena, não ultrapassando a 4°C , variando de 25°C a 28°C na maioria da referida bacia, sendo registradas médias de 27°C no

baixo Itapecuru e nos município de Caxias e Codó, registrando-se menores médias no alto curso do rio Itapecuru, com 25°C. Essa baixa temperatura está relacionada com a latitude e a altitude do local.

A umidade relativa do ar na bacia do rio Itapecuru varia em média entre 70 a 82%, registrando-se maiores índices no litoral. O período de maior umidade é de janeiro a maio com médias de 85%, as áreas com menores índices são as mais próximas da bacia do rio Parnaíba.

PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

É a variável climática que apresenta maior variabilidade, tanto espacial como temporal. Através do conhecimento da distribuição da precipitação pluviométrica, anual e mensal, pode-se ter noção do potencial hídrico disponível ao longo do ano na referida bacia. Essas informações são imprescindíveis para todos os setores da economia, principalmente para projetos hidroagrícolas. Os valores médios de distribuição demonstram uma diferença de amplitude média de precipitações na bacia do rio Itapecuru entre a mínima e máxima de 1600 mm (INSTITUTO DO HOMEM, 1992).

USO E OCUPAÇÃO DA TERRA

Segundo o Instituto do Homem (1992), um fato que tem agravado este problema é a má distribuição fundiária, ficando as terras mais férteis à disposição de grandes latifúndios, com explorações de monoculturas principalmente do arroz, como primeira cultura para em seguida serem transformados em pastos; conseqüentemente, os pequenos e médios produtores acabam sendo deslocados para áreas inadequadas, mais pobres, onde se dá um outro processo de devastação, seja pela exploração da madeira ou implantação de agricultura nômade.

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E ÁREAS AFINS

A maior reserva da bacia é o Parque Estadual do Mirador, com 500.000 ha nas nascentes e a formação dos primeiros córregos que constituem o curso principal, visa a proteção do ecossistema do alto curso do rio.

As outras Áreas de Preservação Ambiental instituída na bacia são a do Upaon-Açu/Miritiba/Alto Preguiça (de acordo com o Código Florestal, CONAMA, Código de Águas, Código de Proteção do Meio Ambiente do Maranhão, Lei do Babaçu), que na verdade está contida na bacia do rio Itapecuru apenas nas proximidades de sua desembocadura, fronteira à bacia do rio Munim.

Foram constatadas pelo Instituto do Homem (1992) agressões às matas ciliares, às bordas de chapadas e desmatamentos indiscriminados, inclusive em nascentes e babaçuais. Fatos do cotidiano na bacia do rio Itapecuru acentuam ainda mais com o uso indiscriminado de defensivos agrícolas, despejos urbanos e industriais em todo o seu curso (INSTITUTO DO HOMEM, 1992; IBGE, 1998).

ORGANIZAÇÃO SOCIAL DA POPULAÇÃO NA BACIA

A população da bacia do rio Itapecuru é resultante da ocupação pelos primitivos indígenas, portugueses, africanos e franceses, passando por variados regimes como em todo Brasil, registrado em sua história como

palco de conflitos, a exemplo da guerra da Balaiada que teve seu maior foco de resistência no município de Caxias, no limite do alto e médio curso da Bacia em estudo. Outro marcante episódio foi marcado pela passagem da Coluna Prestes em dezembro de 1925 nos municípios de Colinas e Mirador, no alto curso do Itapecuru (IBGE, 1998). A consolidação da atual estrutura político-administrativa da bacia do rio Itapecuru se deu no século passado, nas décadas de 40 e 50, pela emancipação de grande número de municípios.

A política implementada a partir de 1970, incentivando a instalação de grandes projetos agropecuários, aumentou a concentração de terra. Esse processo causou a desestruturação social e econômica de milhares de famílias, obrigadas a migrarem para as zonas urbanas ou outras regiões (IBGE, 1998).

As práticas políticas na bacia do Itapecuru ainda são consideradas colonialistas pelos estudos do IBGE (1998), com imensos latifúndios improdutivos. Os agricultores, em sua maioria, são parceiros ou arrendatários refletindo no menor Índice de Desenvolvimento Humano-IDH da federação, segundo relatório da ONU/2003, (JORNAL NACIONAL, 2003).

CONCEITOS SOBRE SUSTENTABILIDADE

Segundo Sachs (1993), para que o desenvolvimento seja sustentável, é preciso que ele contemple pelo menos os pontos a seguir:

- Atividade seja economicamente viável;
- Socialmente justa, contribuindo para a redução das desigualdades e para a eliminação das injustiças;
- Consideração ecológica, a perda da qualidade ambiental e a degradação dos ecossistemas, não sejam o preço a ser pago, comprometendo a perenidade da vida;
- Imperativo da equidade espacial, ou a importância de se evitarem as concentrações ou aglomerações que, pela lógica das economias de escala, acabam resultando em deseconomias de qualidade de vida e em distribuição desigual das oportunidades;
- Cultura: as características de cada grupo social devem ser preservadas frente à avassaladora tendência homogeneizadora dos padrões de produção e consumo, que viola e descaracteriza identidades;
- Político-institucional, que na atual crise do Estado, em todo o mundo, cujas raízes têm características diferenciadas em cada país, mas que tem se manifestado na esfera das finanças públicas, tem fragilizado e deslegitimado o papel regulador do poder público, abrindo espaço para que a conjuntura de mercado prevaleça como regulador.

CONCEITOS SOBRE SIG

Um SIG é baseado em computador que permite capturar, modelar, manipular, recuperar, consultar, analisar, e apresentar dados geograficamente referenciados (CÂMARA NETO, 1995). A tecnologia do SIG pode trazer enormes benefícios devido à sua capacidade de manipular a informação georeferenciada de forma precisa, rápida e sofisticada (GOODCHILD et al., 1993).

Na década de 80 do Século XX, o uso do SIG, tornou-se comum nas empresas, universidades e agências governamentais, e atualmente diversos profissionais o utilizam para as mais variadas aplicações. Essa diversidade de usos e aplicações fez surgir várias definições do SIG, tais como:

- conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real (BURROUGH, 1987);
- banco de dados indexados espacialmente, sobre o qual opera um conjunto de procedimentos para responder as consultas sobre entidades espaciais (SMITH et al., 1987);
- sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente num ambiente de respostas a problemas (COWEN, 1988);
- conjunto manual ou computacional de procedimentos utilizados para armazenar e manipular dados georeferenciados (ARONFF, 1989).

Essas definições de SIG refletem, cada uma à sua maneira, a multiplicidade de usos e visões possíveis desta tecnologia e apontam para uma perspectiva interdisciplinar de sua utilização. Atualmente algumas de suas aplicações incluem temas como aqüicultura, agricultura, florestas, cartografia, geologia, cadastro urbano, rede de concessionárias (água, energia e telefone), dentre outras (STAR; ESTES, 1990).

MATERIAL E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do rio Itapecuru situa-se na parte centro-leste do Estado do Maranhão, entre as coordenadas de 21°51' a 06°56' de Latitude S e 43°02' a 45°58' de Longitude W, Abrange uma área 54.300 km², que corresponde a 16,7% da área do Estado (IBGE, 1998).

A pesquisa teve duas etapas distintas: (1) avaliação do potencial para o desenvolvimento do projeto; (2) coleta dos dados de campo.

ORDENAMENTO METODOLÓGICO

A abordagem metodológica para realização de estudos em bacias hidrográficas, propostas por Pires e Santos (1995), definem o planejamento ambiental como um processo de planificação que busca soluções para os problemas e as necessidades humanas, visando metas e objetivos: maximização da qualidade ambiental, produção sustentada com o desenvolvimento e aproveitamento dos recursos naturais dentro dos limites da capacidade de suporte ambiental e da minimização dos riscos a impactos ambientais.

As bases para elaboração de um projeto integrado de manejo de bacias hidrográficas (ARÉVALOS, 1998), são as seguintes:

- Unificação de métodos e de planejamento de propostas de ação e de investigação, originadas a partir dos problemas e limitações da região;
- Confecção de mapas geoecológicos e;
- Planejamento e zoneamento ambientais.

Segundo Ballester et al., (1995), para o manejo de um complexo ambiental é necessário um conhecimento detalhado das variações espaços-temporais dos fatores naturais e antrópicos que atuam sobre o mesmo. A união de tais dimensões, permitindo o processamento simultâneo de dados, dessa forma, tem sido possibilitada pelos SIG, definidos como tecnologias para investigação dos fenômenos ambientais que combinam os avanços tecnológicos da cartografia e banco de dados automatizados, o sensoriamento remoto e a modelagem. As informações de caráter sinérgico resultantes do emprego dessas ferramentas têm auxiliado na formulação de propostas de manejo.

O SIG foi a principal ferramenta utilizada para análise espacial das informações geradas para esse trabalho, por ser um sistema de coleta, armazenamento, checagem, manipulação, análise e disponibilização de informações espaciais indexadas, sobre as quais várias perguntas podem ser interpretadas, respondidas e visualizadas, através de cruzamentos de informações criando uma imagem final.

Dessa forma, foram utilizadas imagens geradas pelo IBGE (1998), na Escala de 1:250.000 e 1:180.000, geoprocessadas posteriormente com agregação de novos dados bibliográficos, 360 entrevistas utilizando formulários semi-estruturados, nas cidades de: Sucupira do Norte, Mirador, Colinas, Caxias, Codó, Timbiras, Coroatá, Cantanhêde, Itapecuru Mirim, Santa Rita, Bacabeira e Rosário; doze expedições para avaliação de impactos ambientais, quatro para investigação dos parâmetros físicos e químicos da água do rio Itapecuru e três seminários sobre o aproveitamento de ecossistemas fluviais sustentáveis.

Os parâmetros físicos medidos de maior importância para a aquicultura foram a transparência e a temperatura, medidos com disco de Sechi e termômetro digital YSI do kit F1003.

Utilizando-se o kit F1003, foram feitas medições diretas dos principais parâmetros exigidos para o bom desempenho da aquicultura (O_2 , CO_2 , pH, Condutividade elétrica, Nitrato, Nitrito, Amônia, Alcalinidade, Fósforo e Silicato), na superfície, meio e fundo, a montante e jusante de oito municípios ribeirinhos (Mirador, Colinas, Caxias, Codó, Coroatá, Itapecuru Mirim, Cantanhêde e Rosário). A Alcalinidade foi obtida por titulação de acordo com o método descrito por (MACHERETH et al., 1978).

Para determinação dos nutrientes, amostras brutas e filtradas foram congeladas a $-20^{\circ}C$ e, posteriormente analisadas para fósforo total (VALDERRAMA, 1981), nitrato, nitrito e amônia (KOROLEFF, 1976), fósforo inorgânico dissolvido, silicatos e cloretos (GOLDERMAN et al., 1978).

O fator solo ao ser relacionado a aquicultura se subentende como um conjunto de fatores que interfiram nos sistemas de cultivo, proporções de áreas a serem utilizadas continuamente e economia do empreendimento, para em seguida adequar-se às questões legais, técnicas globais e localizadas. No advento da modernidade hoje, a tipologia de solo está mais intimamente dependente do sistema de cultivo, economia do projeto e espécie a ser cultivada, não deixando de prevalecer os fatores ecológicos que são limitantes e determinantes para a seleção de espécies a serem cultivadas (ONO; KUBITZA, 2002).

As áreas foram selecionadas a partir de cruzamentos e manipulação de dados (Figura 1), seguindo a metodologia do SIG, com ponderação dos diversos parâmetros correlacionados à atividade da aquicultura, com

delimitação de áreas propícias com declividade variando de 0 a 3% e que ofereça menor risco para empreendedores e meio ambiente.

As áreas selecionadas em toda a bacia são prestáveis para a piscicultura, ranicultura e carcinicultura de água doce até o município de Rosário no baixo curso do rio Itapecuru. Poderão também ser realizadas atividades de malacocultura e carcinicultura de águas salinas no baixo curso do referido rio, segundo o somatório das pontuações enquadradas nas diversas categorias (ASSADA; SANO, 1998; HARA, 1997; NISHIYAMA, 1998; SAITO et al., 1998).

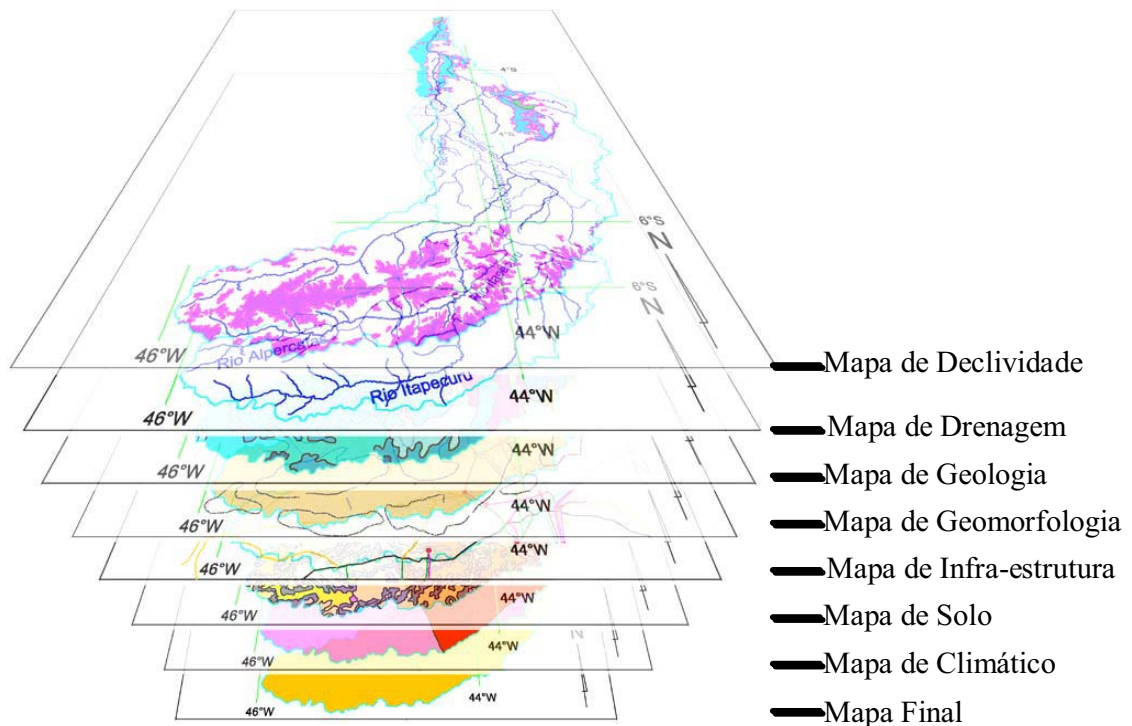


Figura 1 - Ilustração da metodologia de montagem do mapa final utilizando o SIG

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CARATERIZAÇÃO DA Aqüicultura NA BACIA DO RIO ITAPECURU

Apesar de constituir um ambiente de grande importância para a aqüicultura, a bacia do rio Itapecuru não dispõe de assistência técnica sistêmica a exemplo do Estado, o que compromete seu desenvolvimento. Constitui como ação concreta apenas a programação propiciada pelo Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT), com mini-cursos para produtores, que na verdade não satisfazem as necessidades do público com verdadeiro potencial, pelos processos seletivo e metodológico efetuados.

A área em estudo não dispõe de um conjunto de dados capazes de propiciar elementos para um planejamento adequado, constituindo-se esse trabalho no primeiro material com tal finalidade.

O Estado do Maranhão dispõe de menos de dez especialistas na área de aqüicultura com nível superior, seis com pós-graduação *Lato Sensu*, dois Mestres e um Doutorando, aspecto que demonstra a distância entre potencialidade, produção e assistência técnica. Na Bacia do rio Itapecuru só existem três desses profissionais, todos os produtores na área da piscicultura, atividade mantida com recursos próprios com total ausência do Estado, que não esboça nenhuma vontade política em mantê-los atualizados, ao contrário, mantém políticas que pulverizam o setor com generalidades sem nenhuma projeção a curto, médio e longo prazo, ofuscando toda a teia produtiva potencial, do profissional ao consumidor.

REGULARIDADE E QUALIDADE NA OFERTA DE ALEVINOS

Na bacia do rio Itapecuru a oferta de alevinos é muito escassa e irregular, contabilizando-se apenas um produtor com oferta mais regular durante oito meses por ano, mesmo assim não atende à demanda do mercado que não se constitui apenas de produtores da Bacia em estudo e sim a todas as áreas vizinhas.

Não é privilégio do Estado do Maranhão a oferta de alevinos de baixa qualidade genética, principalmente do tambaqui (*Colossoma macropomum*) que ainda permanecem como reprodutores os remanescentes de cruzamentos dos espécimes selvagens introduzidos no Nordeste em 1976 pelo DNOCS, que concretizou sua primeira propagação artificial e distribuição dos alevinos para demais entidades e estações de piscicultura no ano seguinte, perdurando até nossos dias como banco genético, promovendo grande degradação consanguínea. No que se refere à bacia do rio Itapecuru, os alevinos cultivados nessa área, são na maioria, importados de grandes distâncias, de outros estados, causando um grande estresse e alta taxa de mortalidade, baixo índice de rendimento final, fatos que desestimulam o produtor.

A oferta de alevinos além de precária é de alto custo e não atende a nenhum preceito de qualidade, controle sanitário e profilático, deixando toda a bacia susceptível a contaminação por parasitos e bactérias exóticas que podem causar grandes danos ao meio ambiente da área em estudo.

Os projetos de aqüicultura existentes na bacia do rio Itapecuru, não têm nenhum preceito de sustentabilidade, com exceção do Centro de Piscicultura de Mirador, hoje desativado, onde a inobservância da legislação pertinente é nítida em cada direção, predominando uma conceituação neoliberal, mesmo inconsciente, deixando-se de lado a sustentabilidade social pela visão do maior lucro mesmo que os danos ao próximo e ao meio ambiente sejam imensuráveis (ARANA, 1999).

Na atual conjuntura com ares de modernização da aqüicultura mundial, aqui no Brasil já se dispõe de tecnologias capazes de relegar certos preceitos que visem à escolha de áreas para instalação de projetos de aqüicultura a depender de seu sistema como: Tanque-rede, *raceway* e gaiolas. Mesmo para um sistema convencional de cultivo já se dispõem de tecnologias de impermeabilização de viveiros com mantas plásticas, controles de temperaturas, estufas, entre outros modernos sistemas de aproveitamento de qualquer área, desde que haja uma prévia relação de custo/ benefício (ONO; KUBITZA, 2002).

É com esse contexto que a visualização da real potencialidade da bacia do rio Itapecuru para a aqüicultura, onde os avanços tecnológicos quebram barreiras no dia a dia, e transformam áreas imprestáveis a verdadeiros celeiros produtivos. Isso significa que se utilizando o princípio da imaginação e do bom senso; haverá um grande avanço nas ações tomadas em direção ao desenvolvimento sócio-econômico da bacia do rio Itapecuru. É com essa notoriedade que discutimos um total de áreas com maiores chances de sucesso sem que o meio ambiente seja exatamente o coletor de todas as formas impactantes, causando malefícios a curto, médio e longo prazo.

OFERTA DE RAÇÃO E DE MATÉRIA-PRIMA

Com o eventual aquecimento do setor aqüícola mundial, essa prática tem crescido bastante, chegando figurar como a principal responsável pela oferta de pescado na bacia do rio Itapecuru. Constatado um grande número de pequenos piscicultores, que lastreia a Bacia de forma empírica, socialmente desordenada, impossibilitando seu levantamento estatístico, principalmente com relação à oferta e consumo de ração, porém a oferta de matéria prima para fabricação é muito competitiva e abundante, por conter em sua Bacia e entorno, grandes produtores de grãos (*comodities*) utilizáveis na fabricação de ração, proporcionando menores custos ao produto final na região, fato que tem despertado interesse desses produtores, já operando uma pequena fábrica de ração extrusada (250 kg. h^{-1}) no município de Balsas, hoje em ampliação, e uma peletizadora (200 kg.h^{-1}) no município de Colinas.

A maioria da ração consumida na bacia é proveniente de estados vizinhos, principalmente a extrusada, porém a fabricação artesanal sem balanceamento adequado e acompanhamento sistêmico é quase totalidade, fato que concorre para baixas produtividades.

DEMANDA DE PESCADO

O consumo de pescado no Maranhão tem destaque no litoral, na baixada ocidental maranhense e nas áreas ribeirinhas aos grandes lagos. Na bacia do rio Itapecuru de modo geral, não há hábito de consumo de produtos pesqueiros no cotidiano, lentamente este hábito vem mudando, em função da freqüência de oferta de produtos advindos da piscicultura regional, uma vez que os rios da bacia não disponibilizam estoques naturais de pescado em quantidade para atender a atual demanda, até pelos problemas ecológicos que se agravam a cada ano, diminuindo a vida nos ambientes naturais.

QUALIDADE DOS PRODUTOS

Na década de 80 do Século XX, o Governo Federal construiu um grande entreposto de pesca no Estado, no complexo do Itaqui, chegando a funcionar por seis meses e fechou, deixando para trás toda uma perspectiva de desenvolvimento do setor naquele momento.

As investidas do Estado, no sentido de alavancar o setor pesqueiro ainda não aconteceram. Conta-se com pequenas instalações da iniciativa privada ao longo do litoral e nas áreas de maiores concentrações de

pescadores, porém os aqüicultores não dispõem de estruturas de refrigeração para agregar benefícios ao pescado produzido, obrigando-os a comercializá-los inteiro “*in natura*”, fresco, resfriado ou eviscerado resfriado. O pescado congelado, conduzido, de outras áreas, para as feiras dos centros urbanos, não oferece nenhuma segurança de sua sanidade ao consumidor, normalmente são submetidos ao congelamento por processos inadequados e após o *rigor mortis*, promovendo a condução de uma grande carga bacteriana ocasionando uma baixa qualidade no pescado.

ESPÉCIES CULTIVADAS

As principais espécies cultivadas na bacia do rio Itapecuru são: o tambaqui (*Colossoma macropomum*), tilápia (*Oreochromis* sp.), curimatá (*Prochilodus* sp.) e carpa-comum (*Cyprinus carpio*), com grande destaque ao primeiro, que além de reunir maiores vantagens em sua oferta de alevinos já faz parte da culinária da região.

O diagnóstico da aqüicultura na bacia do rio Itapecuru revela sua insipiência na produção dos diversos organismos aquáticos, seja pela pequena extensão utilizada ou pelo pequeno grau tecnológico empregado, de certo é que na mesma proporção se mantém com relação ao meio ambiente, não sendo ainda apontada como uma atividade que venha a comprometer a vitalidade equilibrada na referida bacia. Contudo propõe-se a indicação de modelos a serem investigados e aplicados como padrão de uso nas bacias hidrográficas brasileiras como forma de anteceder a ações poluidoras provenientes da aqüicultura. De modo que para a bacia em estudada, precisa adotar modelos capazes de manter a sustentabilidade das áreas potencialmente selecionadas, tais como: “Sistemas de cultivo em viveiros escavados”, são viveiros instalados através de operações de escavação corte e aterro. Essa operação é uma sincronização de máquinas e instrumentos, são facilitados e adequados economicamente, segundo a declividade, tipo de solo e cobertura vegetal.

Proponho para esse modelo, a inclusão da agricultura irrigada, como reciclador de efluentes, composto por micro e macro nutrientes e cobertura verde proveniente de grande quantidade de microalgas potencializadas no cultivo de organismos aquáticos não filtradores, o que os tornam indispensáveis ao aproveitamento na agricultura, devolvendo o corpo líquido à natureza por infiltração ou evaporação sem nenhum dado aos sistemas aquáticos, ao contrário, passa pela produção, seja fruticultura ou para outras cultivares, como arroz, feijão, milho, cebola, minimizando seus custos com insumos e devolvendo a água com qualidade ao meio ambiente.

Com a concepção dessa proposta de modelo de gestão integrada da aqüicultura com a agricultura irrigada, se demonstra uma gama de vantagens para o caso da bacia do rio Itapecuru como:

- a) Propiciar maior permanência da água na bacia promovendo sua movimentação em maior volume, em todo seu ciclo, seja aumentando sua superfície de contato com a atmosfera e solo, obviamente a quantidade de vapor d’água aumentará substancialmente bem como as recargas dos mananciais superficiais e freáticos;
- b) Aumentar a Umidade Relativa do Ar da região melhorando o grau de conforto das populações, bem como contribuir para minimizar as chances de incêndios na região, sobretudo nas margens ciliares e áreas adjacentes a projetos, onde a vegetação permanecer verde pelo ciclo vivo de água e nutrientes dispensados;

- c) Retorno constante da água a seu curso d'água anterior, filtrada naturalmente pelo sistema planta, solo, evaporação e evapotranspiração;
- d) Favorecer o crescimento da fauna ciliar, animais que dependam da margem ciliar para sua sobrevivência e interação naquele nicho ecológico, habitat misto entre vegetação água, abrigo e oferta de alimento natural.
- e) Minimizar o processo de assoreamento através da interposição de projetos de aquicultura consorciados a agricultura irrigada, utilizando os efluentes como base para a adubação agrícola e forma de filtragem e devolução de água pura aos mananciais superficiais e freáticos.

A proposta que utiliza a agricultura irrigada, em substituição à lagoa de depuração, canais, viveiro de fundo rebaixado, onde os efluentes ficam depositados pode acumular problemas ao aquicultor, ao invés de lucros com sua utilização econômica sustentável.

REFLEXOS DAS ATIVIDADES ANTRÓPICAS

Durante expedições, constatou-se que o rastro de devastação tem se agravado, principalmente com a demasiada quantidade de carvoarias clandestinas e criminosas que têm atingido grandes proporções, capazes de manter as guseiras em pleno funcionamento, sem nenhum programa de reflorestamento promovendo um crescente número de aluviões. Nas terras do alto curso encontram-se as maiores carvoarias do Estado, nas adjacências do Parque Estadual do Mirador, acentuando-se no município de Colinas até o município de Caxias, onde o misto de chapadões e cerrado está cedendo lugar às voçorocas e desertos de areias quartzosas, que facilmente são conduzidas aos córregos e ao curso principal do rio Itapecuru, promovendo assoreamentos de grandes proporções, transformando seu curso navegável em armadilhas para a prática da navegação (IBGE, 1998). Todo o curso do rio Itapecuru e seus afluentes, alguns como o Balseiro e o Itapecuruzinho, já agonizam com seus regimes modificados, só se mantendo com deflúvio no período chuvoso.

Observou-se também que muitas áreas que outrora serviram como criadouros naturais (lagos naturais), encontram-se assoreadas e invadidas pela cultura de forrageiras para bovinos ou agricultura, penalizando todo um ecossistema aquático conjuntamente à sócio-economia da área em discussão.

Baseados nos conceitos de sustentabilidade chamam a atenção em especial para o processo devastador e inconseqüente que o desmatamento vem submetendo a bacia do rio Itapecuru, tanto para fins de expansão de suas fronteiras agropecuárias como na produção de carvão vegetal, e deixando sua marca desoladora, principalmente por se tratar de áreas de grande fragilidade como o cerrado onde nasce o rio Itapecuru e alguns afluentes outrora perenes (IBGE, 1998).

Todo esse rol de evidências é preocupante, com relação ao comprometimento da qualidade e/ou escassez completa da água na bacia do rio Itapecuru que pelos aspectos geológicos e antrópicos.

No último século, onde no início definia-se que os oceanos e outros recursos naturais eram inesgotáveis, em suas últimas décadas as autoridades científicas, técnicos, organizações governamentais e não governamentais, visualizaram um outro cenário onde se constatou o contrário, daí a grande preocupação com o futuro do planeta. As preocupações com os dias futuros tomaram direção rumo à preservação, deixando o

homem de ser apenas um extrativista poluidor e transformando-se em extrativista conservacionista e produtor conservador, muito menos poluidor (AGENDA 21, 2000).

No decorrer dos anos a legislação tem avançado no sentido de conscientizar e cobrar a aplicabilidade da mesma, coibindo abusos contra agressões à natureza. Segundo documento elaborado em 1987, Nosso Futuro Comum, pela Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU, a pesca e a aquicultura são atividades consideradas estratégicas para a segurança alimentar sustentável do planeta, pois estas são capazes de fornecer proteínas e gerar empregos, (AGENDA 21, 2000).

Constituiu-se em fato inusitado a apropriação de áreas de hidroelétricas, cercados pelos antigos proprietários, já indenizados, proibindo o acesso a usuários da água dos cursos públicos e o dessedentamento de animais, fato público sem que as autoridades tomem providências.

O planejamento de ações econômicas tem âncora nos adventos ecológicos para que possam ter sustentabilidade. A aquicultura é uma prática produtiva dependente do meio ambiente, portanto é uma atividade que requer sustentabilidade em todas as etapas e fases de sua gestão, deixando de lado a retórica compartilhada, tanto pelos setores envolvidos na dilapidação dos recursos naturais para a produção quanto por aqueles envolvidos nos atuais sistemas de conservação e gestão ambiental (AGENDA 21, 2000; ESTEVES, 1998; CUNHA e GUERRA, 1996; TUCCI, 2001).

SOLOS DAS ÁREAS SELECIONADAS COM DECLIVIDADE DE 0 A 3%

O processo metodológico utilizando-se o SIG, como ferramenta para seleção de áreas com declividades nos intervalos 0 a 3%, classes de solos predominantes, suas características físicas e químicas, já promove uma definição segura das áreas como se verifica nas descrições de Prado (2003), IBGE (1992); e o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos serviu de base para a seleção de áreas com declividade de 0 a 3%.

PONDERAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE ÁREAS PROPÍCIAS À AQUICULTURA

O diagnóstico avaliou por meio do SIG, as áreas potenciais para o aproveitamento no cultivo de organismos aquáticos, apontadas as vocações e os principais entraves para o desenvolvimento das atividades aquícolas na bacia do rio Itapecuru.

A disponibilidade de áreas propícias para instalação de projetos de aquicultura inseridas na bacia do rio Itapecuru é muito grande, extraídas do cruzamento de mapas geoprocessados que contemplou os seguintes itens:

a) Uso e ocupação da terra, visualizado pela ponderação de classe de uso como agropecuária explorada ou não. Nesse item foi visualizada toda a extensão com variações de declividade de 0-3%, cujo critério para seleção de áreas para instalação de projetos é recomendado o intervalo de declividade que varia de 0 até 5%, pressupondo-se que quanto maior a amplitude de variação de declividade maior o custo e mais limitação quanto à extensão dos viveiros e adequação do layout de instalação, (BITTENCOURT; TORRES, 1983; PROENÇA; BITTENCOURT, 1994; ONO; KUBITZA, 2002; WOYNAROVICH; HÓRVAT, 1983).

Nas classes selecionadas nessa área topográfica estão inseridas as áreas com restrições legais que são:

a) APP - Áreas de Preservação Permanente, constituídas por margens ciliares até 100m, nascentes e áreas inundáveis anualmente (lagos marginais); APA-Áreas de Preservação Ambiental, constituídas pelo Parque Estadual do Mirador no alto curso do Rio Itapecuru e do Upaon-Açu/ Miritiba/ Alto Preguiças; Reserva Indígena Kanela na área mais alta da margem direita do rio Alpercatas; Ferrovias, Rodovias, Linhas de Transmissão e Áreas restritas (urbanas, entorno dos centros urbanos até 10 Km, praias, restingas e manguezais).

b) Ponderação da disponibilidade de água enquadrada pela resolução CONAMA nº 20/86 (II-1, III-2, VI-5 e VIII-7) quanto à oferta e distância da fonte abastecedora à área do projeto. Nesse estudo foram considerados os intervalos com valores úteis a partir de 100m, isso devido à restrição de uso da APP como área de produção só permitindo sua avaliação para investimentos na aqüicultura as áreas após os 100m da margem de áreas amparadas pela legislação.

Nas referências bibliográficas realizadas não se constatou a demanda e uso real da água na aqüicultura, no Brasil, ferramenta indispensável para o planejamento da atividade, principalmente no tocante ao cultivo sustentável, onde a fonte explorada possa ser utilizada sem que a quantidade e qualidade sejam comprometidas, principalmente por sua utilização pelas civilizações futuras. A utilização da água doce no Brasil, onde a aqüicultura fica subentendida como uso agrícola, que para qualquer atividade com chances de visualização de ascensão não deve passar despercebida ou a atividade é insignificante para constar na estatística ou é tão desordenada que não consta como atividade econômica dependente dos recursos hídricos.

A composição econômica de projetos passa pelo abastecimento e drenagem, ou seja, pela circulação diária de volumes determinados pelo sistema de cultivo, portanto as categorias de distância do recurso hídrico ou fonte de abastecimento é de fundamental importância no seu custo final no transporte de água ao destino (ONO; e KUBITZA, 2002; PROENÇA; BITTENCOURT, 1994).

- A infra-estrutura constitui um conjunto de classes que envolvem bens físicos como: acesso, oferta de energia elétrica, existência de apoio e centros consumidores com suas respectivas demandas. Esse item é superlativo para a instalação de projetos econômicos, principalmente de aqüicultura que exigem essas condições para seu funcionamento sustentável, assim determinando o local e seu dimensionamento pautado segundo o mercado. Ao analisar-se esse item detalhadamente, fica implícito que ao se tratar do conjunto de itens que compõem a infra-estrutura de uma localidade, precisa-se lançar mão de outros dados, que para esse diagnóstico não foram considerados essenciais como: linhas de crédito, instituições financiadoras, bens sociais, infra-estrutura de comercialização nos centros comerciais e segurança para operacionalizar o empreendimento.

A assistência técnica é uma ferramenta a qual o produtor não deve considerar apenas nos momentos de instalação do projeto, porque a aplicabilidade de tecnologias no andamento do projeto são tão indispensáveis quanto o layout de instalação, constituindo-se de etapas distintas, mas interdependentes (HUET, 1983).

- Aspecto climático, composto por um conjunto de eventos ecológicos que permitem uma visualização de oferta de água num determinado ciclo, assim prever sua oferta máxima e escassez. Desses aspectos o de maior significado para a aqüicultura é a temperatura, que além de determinar o metabolismo da grande maioria dos

organismos utilizados no cultivo, seleciona espécies por região e estabelece formas de manejo diferenciado para cada faixa de oscilação (HUET, 1983; KUBITZA, 2000; ONO; KUBITZA, 2002).

SELEÇÃO DE ÁREAS COM DECLIVIDADE DE 0 A 3% ATÉ 10 KM DOS MANANCIAIS

Nessa ponderação de classe de solo quanto à tipologia e adequação para sua utilização na aquicultura foram classificadas 9.121,93 km², no mapa final (Figura 2), com os seguintes conceitos:

Excelente, classe de solo com um índice de argila elevado, o Gleissolo cotem teores de argila de alta a muito alta, somou 86,8 Km² de área, requer moderação pela assistência técnica na seleção do local inserido nessa classe de solo para evitar instalação de projetos em áreas com teores de argila muito elevados;

- Muito bom, constituídos por solos de boa capacidade de compactação e retenção de água. É uma área composta por declividade suave aparecendo elevações fora da declividade em estudo, não figurando no mapa por serem pequenas em relação à escala usada, exigindo estudos detalhados para seleção final de áreas para instalação de projetos, essa classe totaliza 3.518,20 Km²;
- Bom, constituída por solos de classe média a argilosa, apresentando longos trechos com declividade suave e suporta ótima compactação, totaliza 486,13 Km²;
- Regular, área com restrição de solo quanto textura grossa e alta porosidade, exigindo uma acurada análise técnica localizada para determinação de áreas propícias a instalação de projetos de aquicultura, totaliza 1.228,30 Km²;
- Ruim, constituem as áreas com muitas restrições técnicas, apesar de poder ser utilizada na aquicultura, sob análise criteriosa encontram-se áreas de deposição, planas e argilosas, com elevados níveis de saturação de água, mede 2.375,90 Km²;
- Com limitações técnicas, são áreas contínuas constituídas por variadas declividades, onde se encontram grandes áreas com solos impermeáveis e de topografia favorável e suportam compactação, muito bom para instalação de projetos de aquicultura, mede 1.426,6 Km²;
- Inapta, Constituídas por areias quartzosas, muito permeáveis e não permitem compactação, medem 333,21 Km².

Apesar da conceituação mais clássica da aquicultura convencional, há de se convir que nos dias atuais a tipologia de solos não é fator limitante para a instalação de projetos de aquicultura, o que limita nesse caso é sua economicidade. No entanto, da área selecionada, prognosticou-se que a atividade aquícola atingirá um ótimo grau de desenvolvimento sustentável com a utilização de 10% desse total.

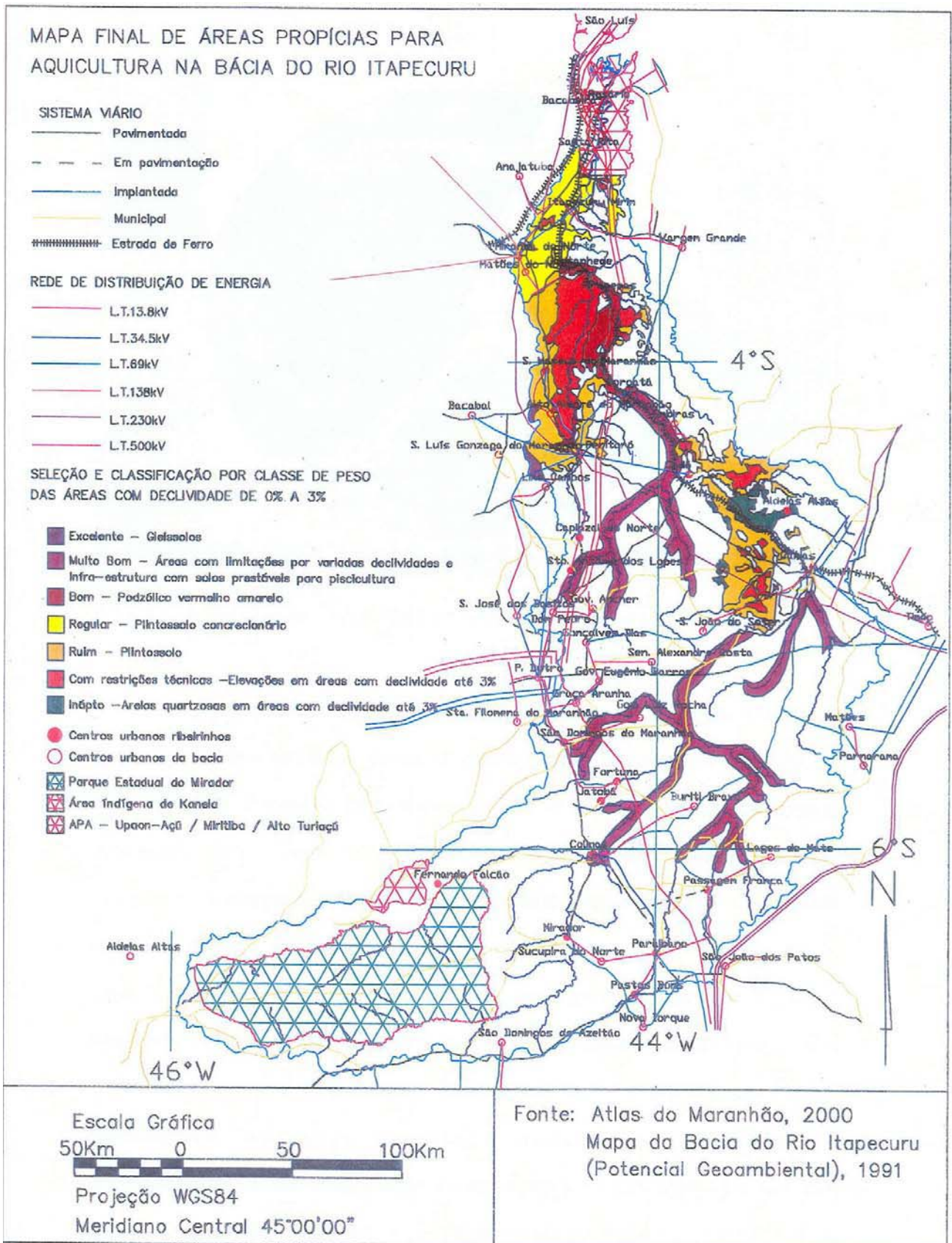


Figura 2 – Mapa da bacia do Rio Itaipucu, com demarcação das áreas para a aqüicultura.

PERSPECTIVAS DA ATIVIDADE

Com o incremento da aqüicultura sustentada na bacia do rio Itapecuru, serão eliminados os desmatamentos ciliares, haverá um aumento na oferta de alimentos protéicos, aumento da lâmina d'água e maior exposição para evaporação acrescentando a umidade relativa do ar, mantendo recargas constantes dos mananciais, minimização dos riscos de queimadas, e um maior nível de inclusão social.

Muito há de ser conquistado para que a sociedade da bacia do rio Itapecuru possa ter dignidade e respeito na distribuição de bens e direitos, na ocupação humanitária e uso da terra, à exploração racional e democrática de seus recursos naturais, imputados pelo autoritarismo de sua colonização até hoje.

O cruzamento dos mapas temáticos da área, mostrados no mapa final, demonstraram uma complexidade exacerbada de ações em toda a bacia hidrográfica, composta por itens satisfatórios aos requisitos básicos para o implemento da aqüicultura, mas com dispersões relevantes, dessa forma as áreas do alto curso são pequenas não figurando na escala gráfica admitida nesse trabalho. No médio curso do rio Itapecuru, existem muitas restrições técnicas principalmente na convergência de várias outras ações promotoras da elevação do custo de produção como (infra-estrutura, assistência técnica e insumos básicos para a aqüicultura), tornando proibitiva a implementação de uma aqüicultura que não seja a extensiva ou semi-intensiva. No baixo curso, as áreas oferecem melhores chances para o sucesso econômico de empreendimentos com menor custo de produção pela sinergia de ações que promovem o desenvolvimento da atividade com sustentabilidade.

A bacia do rio Itapecuru oferece em toda sua extensão uma imensa área com especial vocação para o aproveitamento hidroagrícola, onde a aqüicultura é uma atividade que comporta oportunidades de emprego e renda, aliada à grande necessidade de oferta de proteína para o combate da desnutrição e oportunizar essa sociedade ao convívio igualitário aos que sobrevivem com dignidade.

A aqüicultura familiar e a associativa são as formas a serem implementada com maiores chances de sustentabilidade na bacia do rio Itapecuru, pelo fato de reunirem excluídos em torno de uma atividade capaz de reparar parcela dos danos causados a eles, com o norteamo de políticas capazes de sintonizar ações sinérgicas da atual realidade da sociedade que nela habita, respeitando a legislação pertinente; aglutinando chances de atenção pelos programas sociais nos diversos níveis, por fim favorecer a equidade espacial, cultural e, sobretudo acessar essa categoria ao patamar mínimo de justiça social.

Com a instalação de projetos em 10% da área selecionada para aqüicultura, haverá uma produção e oferta de pescado na ordem de 273.660 t/ano projetando-se uma produção de 3 t.ha/ano.

É de fundamental importância para a vitalidade da bacia do rio Itapecuru a criação de uma reserva ecológica em toda a bacia do rio Alpercatas pela sua representação do seu aporte fluvial, fragilidade dos solos e facilidade de implementação de um plano de manejo adequado para sua preservação total ou parcial.

Se constitui em prioridade para a preservação da água na bacia do rio Itapecuru, a efetivação de um programa de construção de barragens pelo governo do Estado do Maranhão, em toda a bacia, respeitado a legislação vigente e as peculiaridades locais, aproveitando todas as rodovias como forma de contenção, rios e

riachos de forma a facilitar o acesso da água à aqüicultura, irrigação, fornecimento de energia elétrica e dessedentamento de animais de forma sustentável.

REFERÊNCIAS

- AGENDA 21. *Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento*, Brasília, 2000, 598p.
- ALMEIDA, F. G. *A estrutura fundiária como mais uma variável a ser considerado no processo de erosão dos solos*, Tese (Doutorado), UFRJ, 1997, 218 p.
- ARANA, L. A. V. *Aqüicultura e desenvolvimento sustentável: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura brasileira*, Florianópolis: Ed. da UFSC, 1999. 310p.
- BALLESTER, M.R.V. et al. Desenvolvimento Planejado (utilização do solo) da Estação Ecológica de Jataí. ESTEVES, F.A. (ed), *Oecologia Brasiliensis: Estrutura Funcionamento e Manejo de Ecossistemas Brasileiros*, v.1, p.511-522, 1995.
- BITTENCOURT, P. R.L.; TORRES, R. *Aspectos de engenharia na implantação de estações de piscicultura*, SUDEPE, Brasília, 1983, 196p.
- BIZERRA, A. S. *Contribuição a geomorfologia da bacia do rio Itapecur*. Dissertação de Mestrado/UNESP, Rio Claro, SP. 1984.
- BURROUGH, P. A. *Principles of geographical information systems for land resources assessment*. Oxford: Clarendon Press, 1987.
- COWEN, D. J. GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v. 54, n. 11, p. 1551-1554, 1988.
- CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. *Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações*, Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 1996. 245p.
- EGENHOFER, M. Interaction with Geographic Information Systems via Spatial Queries. *Journal of Visual Languages and Computing*, v.1, n.4, p. 389-413, 1990.
- ESTEVES, F. A. *Fundamentos de Limnologia* (2ª ed.) Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602p.
- FAO. *The State of World's Fisheries and Aquaculture 2002*. FAO Information Divison. Rome, Italy, 2003. Disponível em: http://www.fao.org/sof/sofia/index_en.htm. Acesso em 13 março 2003.
- GOODCHILD, M.; PARKS, B.; STEYART, L. *Environmental Modelling with GIS*, Oxford: Oxford University Press, 1993.
- HUET, M. *Tratado de Piscicultura*, Madrid: Mundi-Prensa, 1983, 753p.
- IBAMA. *Estatística de pesca. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente. Brasil: grandes regiões e unidades da federação*. Brasília: IBAMA, 2002. 17p.

- IBGE, *Subsídios ao Zoneamento Ecológico-econômico da Bacia do Rio Itapecuru-MA., Diretrizes Gerais para Ordenamento Territorial, Primeira Divisão de Geociências do Nordeste*, Rio de Janeiro: IBGE, 1998, 186p.
- INSTITUTO DO HOMEM, *S.O.S. Itapecuru*, São Luís: Instituto do Homem, 1992, 92p.
- JORNAL NACIONAL, IDH-Brasil, <http://jornalnacional.globo.com>, 2003, 02/10/2003.
- KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: GRASSHOFF, G. (ed.). *Methods of seawater analysis*, New York: Verlag Chemie Weinheim, 1976. p. 117-181.
- KUBITZA, F. *Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial*. Jundiaí, 2000. 285p.
- NISHIYAMA, L. *Procedimentos de mapeamento geotécnico como base para avaliações ambientais e do meio físico, em escala 1:100.000: aplicação no município de Uberlândia-MG*, Tese (Doutorado), UFSC, São Carlos, 1998.
- ONO, E. A.; KUBITZA, F. Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas para o cultivo de peixes, *Panorama da Aqüicultura*, v. 12, n. 74, 2002.
- PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. Bacias Hidrográficas, Integração entre o meio ambiente e desenvolvimento. *Ciência Hoje*, v.19, n. 110, p. 40-45, 1995.
- PRADO, H. *Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação, levantamento e manejo*, 3ª ed. Revisada e ampliada, Piracicaba, 2003. 275p.
- PEREIRA, J.A.; SILVA, A.L.; CORREIA, E.S. Situação atual da aqüicultura na região Nordeste. In: VALENTI, W.C. et al. (Eds.) *Aqüicultura no Brasil: Bases para um desenvolvimento sustentável*. Brasília: CNPq/MCT, 2000. p. 267-288,
- PETRI, S.; FÚLFARO, V. J. *Geologia do Brasil*. São Paulo: Editora da USP, 1988. 631p.
- PROENÇA, C. E. M.; BITTENCOURT, P. R. L. *Manual de Piscicultura Tropical*, Brasília: IBAMA, 1994. 195p.
- RANA, K. J. Guidelines on the collection of structural aquaculture statistics. Supplement to the Programme for the world census of agriculture 2000. *FAO Statistical Development Series, 5b*. Roma: FAO, 1997. 56p.
- SACHS, I. Estratégias de transição para o século XXI. In: BURSTYN, M. (Ed.), *Para pensar o desenvolvimento sustentável*, Brasília: Brasiliense, 1993. p 29-56.
- SAITO, C. H. et al. Dados Ambientais em Sistema de Informação Geográfica: da aglutinação à desnaturação, 4º CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, Anais... Belém, PA, p. 23p.1998.
- SMITH, T. R. et al. Reueriments and Principles for the Implementation and Constrution of Large Scale Geographical Information Systems. *International Journal of Geographical Information Systems*, 1987. 1 (1): 13-31.

STAR, J; ESTES, J., *Geographic Information systems: an introduction*. Prentice-Hall: Englewood Cliffs, 1990. 303p.

TROTTER, C. M. Remotely sensed data as an information source for GIS in natural resource management: a review. *International Journal of Geographical Information Systems*, v. 5, n.2, p: 225-239. 1991

TUCCI, C. E. M., Hidrologia, Porto Alegre: Ed. UFRGS, ABRH, 2001. 943p.

VALDERRAMA, J. C., The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. *Marine Chemistry*, n. 10, p. 109-122. 1981.

VALENTI, W. C., *Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento Sustentável*, Brasília: CNPq/MCT, 2000. 399p.

WOYNAROVICH, E.; HÓRVATH, L., *A propagação Artificial de Peixes de águas tropicais: manual de extensão*, Brasília: FAO/CODEVASF/CNPq, 1983. 220p. ❀