

ESTRUTURAÇÃO DO PLANO DE DESENVOLVIMENTO DA CADEIA PRODUTIVA DA PISCICULTURA NO ESTADO DO PIAUÍ

Diagnóstico e Macrozoneamento

**DESENVOLVIMENTO
RURAL**

Secretaria de Estado do
Desenvolvimento Rural / SDR



Piauí
GOVERNO DO ESTADO

**UM ESTADO QUE CRESCE
JUNTO COM SUA GENTE**

CONTRATO 008-2015
ESTRUTURAÇÃO DO PLANO DE DESENVOLVIMENTO DA
CADEIA PRODUTIVA DA PISCICULTURA NO
ESTADO DO PIAUÍ

PRODUTO Nº 2
DIAGNÓSTICO E MACROZONEAMENTO DA PISCICULTURA NO ESTADO DO
PIAUÍ

JOSÉ WELLINGTON BARROSO DE ARAÚJO DIAS
GOVERNADOR DO ESTADO

MARGARETE COELHO
VICE-GOVERNADORA

FRANCISCO LIMMA
SECRETÁRIO DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO RURAL

PATRÍCIA VASCONCELOS
SUPERINTENDENTE DA AGRICULTURA FAMILIAR / SDR – PI

LUCIANO DE SOUSA BRITO – Engenheiro De Pesca
ANANIAS ALVES DA SILVA - Zootecnista
GUILHERME GONDOLO - Biólogo
COORDENAÇÃO DE AQUICULTURA E PESCA / SDR-PI

Autores:

Marco Aurélio Rotta
João Felipe Nogueira Matias
Joaquim Patrócollo Andrade da Silveira
Pery Moreira de Carvalho Junior
Martin Richard Halverson
Douglas Cosme Selle

Teresina – PI – Brasil
Julho/2017

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
1.1. Objetivo Específico – Etapa 1/Produto 2.....	6
2. MÉTODO.....	6
2.1. Dados Primários	6
1.2.1. Reuniões Técnicas	7
1.2.2. Tamanho da amostra.....	7
1.2.3. Questionários	9
2.2. Dados Secundários	9
1.2.4. Dados para o Diagnóstico.....	9
2.3. Equipe de Trabalho	11
2.3.1. Autores.....	11
2.3.2. Colaboradores.....	11
2.3.3. Colaboradores técnicos da SDR.....	12
3. PANORAMA DA AQUICULTURA.....	12
3.1. A Aquicultura no Mundo.....	12
3.2. A Aquicultura no Brasil	16
4. CARACTERIZAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DA PISCICULTURA NO PIAUÍ. 18	
4.1. Insumos.....	19
4.1.1. Ração.....	19
4.1.2. Alevinos.....	20
4.1.3. Espécies.....	22
4.1.4. Perfil dos produtores.....	24
4.1.5. Escolaridade.....	25
4.1.6. Número de trabalhadores nas pisciculturas	25
4.1.7. Atividade Principal	27
4.1.8. Tempo na Atividade.....	27
4.1.9. Origem dos Recursos	28
4.1.10. Licenciamento Ambiental	29
4.1.11. Expectativas Futuras.....	31



4.2.	Sistema Produtivo.....	31
4.2.1.	Fonte de Recursos Hídricos	31
4.2.2.	Cultivos em Viveiros	32
4.2.3.	Cultivo em Tanque-rede	33
4.3.	Monitoramento de Qualidade da Água.....	33
4.4.	Energia Elétrica	35
4.5.	Logística	36
4.5.1.	Modal Rodoviário.....	36
4.5.2.	Modal Hidroviário.....	36
4.5.3.	Modal Aéreo	37
4.6.	Formas de Agregação de Valor	37
5.	DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA.....	37
5.1.	Alevinagem.....	37
5.2.	Engorda.....	38
5.3.	Ração	39
5.4.	Processamento.....	40
6.	COMERCIALIZAÇÃO	40
7.	CONTEXTO INSTITUCIONAL.....	43
7.1.	Agências reguladoras	44
7.2.	Pesquisa.....	45
7.3.	Assistência Técnica	46
7.4.	Associações e Cooperativas.....	47
7.5.	Fornecedores	47
7.6.	Bancos e Agências de Fomento	48
8.	CADEIA PRODUTIVA DA PISCICULTURA.....	48
9.	POTENCIAL DE PRODUÇÃO PARA A AQUICULTURA NO PIAUÍ	50
9.1.	Tanques-rede	50
9.2.	Viveiros Escavados	53
9.3.	Zoneamento	54
10.	ESTRATÉGIAS DE INOVAÇÃO.....	55
10.1.	Matriz GUT e Matriz SWOT.....	55
10.1.1.	Elaboração da Matriz GUT – Gravidade/ Urgência/ Tendências	56



10.1.2.	Principais Problemas	56
10.2.	Elaboração da Matriz SWOT DA CADEIA DA PISCICULTURA	58
10.2.1.	Análise SWOT Cruzada	60
11.	DISCUSSÃO	62
12.	CONCLUSÕES	63
13.	RECOMENDAÇÕES	64
	BIBLIOGRAFIA	66



1. INTRODUÇÃO

Com a finalidade de transformar a piscicultura em uma atividade efetiva na agroindústria do estado do Piauí e atender as premissas básicas para as ações governamentais do Estado, dentre elas a participação do pequeno produtor no desenvolvimento rural e o estabelecimento de uma alternativa de renda para os produtores da região, foram executadas as duas primeiras etapas do planejamento da atividade previstas no Plano de Trabalho derivado do CONTRATO Nº 008-2015, que trata da ESTRUTURAÇÃO DO PLANO DE DESENVOLVIMENTO DA CADEIA PRODUTIVA DA PISCICULTURA NO ESTADO DO PIAUÍ.

1.1. Objetivo Específico – Etapa 1/Produto 2

Tendo como base o Objetivo Geral do contrato, que prima pela realização dos estudos preliminares e levantamentos necessários para dar suporte à implantação do PLANO DE DESENVOLVIMENTO DA CADEIA PRODUTIVA DA PISCICULTURA CONTINENTAL DO ESTADO DO PIAUÍ, o objetivo específico a ser atendido pelo PRODUTO 2 é:

- Realizar levantamentos e estudos para o estabelecimento do diagnóstico da piscicultura no estado.

2. MÉTODO

Para a elaboração deste produto, seguimos a metodologia utilizada pela Embrapa para a elaboração do diagnóstico do estado do Tocantins, de acordo com Pedroza Filho et al. (2014) e a adaptamos para a situação do estado do Piauí. Esta metodologia é de natureza exploratória, baseada no modelo teórico de análise de governança de cadeia global de valor (GEREFFI et al., 2001). Os dados que serviram de base para as análises são essencialmente qualitativos e foram coletados por meio de entrevistas semiestruturadas junto aos atores da cadeia produtiva da piscicultura piauiense. Além disso, dados secundários foram obtidos por meio do levantamento bibliográfico dos estudos previamente realizados no estado.

Para a realização deste objetivo específico foram realizados levantamentos e estudos para a caracterização do estado atual da piscicultura, indicando fatores positivos e negativos ao seu desenvolvimento. Para isto, foram realizadas visitas técnicas para a identificação e obtenção das informações sobre os atores da cadeia produtiva, assim como levantamento de estudos anteriores que permitiram levantar o histórico da piscicultura no estado.

2.1. Dados Primários

Para a obtenção dos dados primários foram realizados diversos procedimentos, os quais estão descritos abaixo.



1.2.1. Reuniões Técnicas

Após a elaboração pelos técnicos do Projeto Pacu de uma lista básica dos possíveis atores a serem incluídos no processo de entrevistas, esta foi enviada para SDR com o objetivo de ser revisada e aprofundada para atingir sua completude. Em um segundo momento, uma reunião foi realizada com os técnicos do Projeto Pacu e da SDR onde houve uma revisão total da lista em comum acordo, com acréscimos, supressões e categorização por grupos dos atores a serem entrevistados, sendo estabelecido uma previsão do número de entrevistas para cada grupo. Os grupos formados foram os seguintes:

1. Produtores de alevinos;
2. Produtores de peixes para comercialização nos mercados (engorda);
3. Mercado (CONAB, mercados municipais de atravessadores/atacadistas; varejistas feirantes, frigoríficos e restaurantes; supermercados; indústria e motoqueiros atravessadores);
4. Fornecedores (fábrica de ração, distribuidores de insumos, equipamentos e ração);
5. Assistência Técnica/Consultorias (empresas de consultoria, profissionais liberais e entidades como EMATER, SENAR e SEBRAE);
6. Cooperativas, Associações, Colônias sindicais de Pescadores e Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Piscicultura, Pesca e Aquicultura e APP, APPM, Colônia dos Pescadores e Federal dos Pescadores do estado e Sindicato dos Pescadores;
7. Órgãos e Instituições de Apoio/Pesquisa (UFPI, UESPI, EMBRAPA, CODEVASF, CHESF, DNOCS, FAEPI/SENAR, SDR ESTADO, MAPA);
8. Agências Reguladoras (MAPA, ADAPI, SEMAR, GEVISA, DIVISA, IBAMA, SDR prefeitura, CREA, CRMV e CRbio);
9. Agências/Bancos de Fomento (CAIXA, BB, BNB, SEDET e Piauí Fomento).

1.2.2. Tamanho da amostra

Há vários tipos de amostras e planos de amostragem, e para cada caso deve ser estabelecida conforme as informações disponíveis do universo da pesquisa (OLIVEIRA, 2001), podendo ser segundo Mattar (1996):

- Amostragem probabilística - aquela em que cada elemento da população tem uma chance conhecida e diferente de zero de ser selecionado para compor a amostra;
- Amostragem não probabilística - aquela em que a seleção dos elementos da população para compor a amostra depende ao menos em parte do julgamento do pesquisador ou do entrevistador no campo.



Há várias razões para o uso de amostragem não probabilística, principalmente quando as probabilidades de seleção de amostras são desconhecidas e não podem ser estimadas. Dentre elas, pode-se destacar a indisponibilidade de informações da população para ser sorteada (MATTAR, 1996), quando o pesquisador não possui conhecimentos estatísticos suficientes do universo populacional e quando o fator facilidade operacional é requerido (AAKER et al., 1995).

Para Oliveira (2001), há três tipos básicos de amostras não probabilísticas:

- Amostras por Conveniência ou Acidentais - a amostragem por conveniência é empregada quando se deseja obter informações de maneira rápida e barata, uma vez que esse procedimento consiste em simplesmente contatar unidades convenientes da amostragem;
- Amostras Intencionais ou por Julgamento - a seleção de amostras intencionais ou por julgamento são realizadas de acordo com o julgamento do pesquisador ou por experts, sendo esta uma forma de amostragem usada para escolher elementos "típicos" e "representativos" para uma amostra;
- Amostras por Quotas ou Proporcionais - a amostragem por quotas constitui um tipo especial de seleção intencional, em que o pesquisador procura obter uma amostra que seja similar à população sob algum aspecto.

Nas amostras não probabilísticas, a escolha dos elementos não depende da probabilidade, senão a causas relacionadas com as características da investigação ou da população que será amostrada. Neste caso o procedimento não é mecânico, nem com base em fórmulas de probabilidade, mas sim dependem do processo de tomada de decisão de uma pessoa ou grupo de pessoas (SAMPIERI et al., 2006). Estas amostras, também chamadas de dirigidas, suportam um procedimento de seleção informal, tanto para investigações quantitativas como qualitativas, com certa restrição a sua generalização do ponto de vista quantitativo, mas com riqueza de suas características qualitativas, visto que permite evidenciar e ressaltar as diferenças existentes dentro do universo da população de estudo, potencializando a representatividade dos elementos de uma população (SAMPIERI et al., 2006).

Por estes motivos foi escolhido o método não probabilístico de amostras por conveniência para o estabelecimento da amostra, iniciando com a determinação dos atores da cadeia produtiva da piscicultura, que foram divididos em nove grupos, e, em cada grupo identificado, os atores e/ou quantidades de entrevistas para cada grupo. De posse da lista de atores se verificou que não havia necessidade de cálculo para o tamanho da amostra em oito deles, pois nestes casos se buscava alcançar 100% de abrangência visto que são restritos em número e possuem grande singularidade, não fazendo sentido estabelecer quantidades mínimas significativas para as amostras. No caso dos produtores de engorda, como não há qualquer lista disponível (universo amostral), se utilizou o conhecimento da equipe e o contato com os mercados locais de peixe para buscar informações de onde se encontravam os produtores em cada município visitado. Nas reuniões de trabalho com a SDR se estabeleceu que as diversas regiões do estado deveriam ser avaliadas neste levantamento de campo, dividindo-se

os respondentes de forma que fossem proporcionais à importância da atividade em cada região.

Desta forma, não foi adotado um método de amostragem probabilístico basicamente por falta de informações da população e por necessidade de se realizar um estudo rápido para a obtenção de informações sobre a piscicultura no Estado, sem ser censitária.

1.2.3. Questionários

Os questionários foram elaborados pela Equipe do Projeto Pacu tendo por base aqueles já utilizados em outros estudos, tanto no estado como fora dele (FISHTEC, 2001; AQUA IMAGEM, 2010; COSTA et al., 2010; PEDROSA FILHO et al., 2014, SILVEIRA, 2013; ROTTA, 2016). O levantamento das questões (abertas, fechadas e dependentes, conforme o tipo de informação a ser obtida) foi realizado de forma ampla e posteriormente, em reuniões internas, foram sendo descartadas e agrupadas, tentando-se diminuir ao máximo o número de questões, buscando otimizar o procedimento da entrevista (GIL, 2006). Finalmente foi realizado uma entrevista experimental (pré-teste para o caso dos produtores) onde o questionário foi aplicado e, conforme as respostas e o tempo de entrevista, foram reajustados para serem mais objetivos e tomar um menor tempo para seu preenchimento (GIL, 2002).

Maiores detalhes dos procedimentos de obtenção dos dados primários e secundários estão apresentados no PRODUTO 1.

2.2. Dados Secundários

As informações secundárias relativas ao levantamento do diagnóstico e macrozoneamento foram obtidas de duas formas:

1.2.4. Dados para o Diagnóstico

Após a apresentação pela equipe do Projeto Pacu do Projeto das informações sobre a Parceria Público-Privada concretizada no Acre para o Complexo Industrial de Piscicultura instalado neste estado, realizado no auditório da SDR, todas as instituições estaduais presentes ao evento foram convidadas a formarem grupos de trabalho; convites estes oficializados em seguida por meio de ofícios enviados pelo Secretário do SDR para os superintendentes das Instituições. Foram formados seis grupos de trabalho com objetivo de discutir a problemática da piscicultura no estado e levantar material histórico nas respectivas instituições. Os grupos foram categorizados da seguinte forma:

1. Diagnóstico e Zoneamento;
2. Marco Regulatório;
3. Financiamento e Incentivos;
4. Adequação do Subsídio de Energia;
5. Assistência Técnica e Capacitação; e
6. Sanidade e Inspeção.



Os resultados dos trabalhos dos grupos, juntamente com o material coletado nas instituições, foram encaminhados à SDR, que, por sua vez, os enviou ao Projeto Pacu.

Foram buscados, junto à SDR, os estudos disponíveis sobre a piscicultura no estado, como também se fez um levantamento em bases de dados e internet dos estudos anteriores que permitiram levantar o histórico da situação da atividade no Estado.

Com base nos dados primários (entrevistas) e secundários (estudos já realizados), foi elaborada uma lista dos principais atores da cadeia (Tabela 1), como também um esboço da estrutura e relacionamento dos atores dentro desta cadeia produtiva. Estas duas fontes de dados foram utilizadas para a elaboração do Diagnóstico da Piscicultura Continental no Estado do Piauí, a ser apresentado no PRODUTO 2.

Tabela 1. Relação dos grupos de respondentes e quantidade aplicada para cada grupo no levantamento realizado junto à cadeia produtiva da piscicultura no estado do Piauí em 2016.

Atores	Nº de Entrevistados
Produtores de Alevinos	11
Produtores de Engorda	80
Mercados + Motoqueiros	24
Fornecedores	4
Assistência Técnica	6
Cooperativas e Associações	7
Instituição de Apoio/Pesquisa	5
Instituição Reguladora	9
Instituição de Fomento	4
Total de questionários respondidos	150

Com a SDR foi estabelecido que as diversas regiões do estado fossem avaliadas, dividindo-se os produtores de forma que tivessem representatividade conforme a importância da atividade em cada município (Tabela 2). Utilizando as respostas obtidas destes produtores, foi estimada sua produção anual, sendo estes responsáveis por aproximadamente 30% da produção estadual, corroborando sua representatividade no levantamento realizado.

Tabela 2. Relação dos municípios e do número de respondentes do grupo de produtores de engorda no levantamento realizado junto à cadeia produtiva da piscicultura no estado do Piauí em 2016.

Nº	Município	Número de Entrevistas
1	Nazaria	16
2	Esperantina	15
3	Guadalupe	6
4	Piracuruca	6
5	Madeiro	5
6	Porto	5



7	Bocaina	4
8	Batalha	3
9	Demerval Lobão	3
10	Palmeirais	3
11	Barras	2
12	Ilha Gande	2
13	Joaquim Pires	2
14	Monsenhor Gil	2
15	São João do Arraial	2
16	Amarante	1
17	São José do Divino	1
18	Sussuapara	1
19	Valença	1
	TOTAL	80

2.3. Equipe de Trabalho

Além de contar com a colaboração dos gestores e técnicos da SDR, os trabalhos foram conduzidos e realizados pela equipe de especialistas e consultores do Projeto Pacu, composta pelos seguintes profissionais:

2.3.1. Autores

- Marco Aurélio Rotta
- João Felipe Nogueira Matias;
- Joaquim Patrócollo Andrade da Silveira;
- Pery Moreira de Carvalho Junior;
- Martin Richard Halverson;
- Douglas Cosme Selle.

2.3.2. Colaboradores

- Alex Villafranca Fernandes;
- Claudio Cesa Sousa Silva;
- Jaime André Brum;
- Jonas Pereira da Silva;
- Rafael Rodrigues Xavier;
- Phillip Conrad Scott;
- José Fritsch;



- Lurlan Edes Pelepenko Teixeira.

2.3.3. Colaboradores técnicos da SDR

- Luciano Sousa de Brito;
- Ananias Alves da Silva.

3. PANORAMA DA AQUICULTURA

Neste capítulo apresentamos os dados da produção de pescado no mundo e no Brasil, como se divide esta produção entre os maiores produtores (continentes, países e estados), por ambiente de cultivo, por organismos cultivados, dentre outros dados. As fontes utilizadas são oficiais e publicadas mais recentemente: FAO (2014), em nível mundial; IBGE (2015) e Peixe BR (2016), em nível nacional.

3.1. A Aquicultura no Mundo

A produção mundial de pescado em 2012 foi de 158 milhões de toneladas, das quais 136,2 milhões de toneladas foram utilizadas no consumo humano (FAO, 2014). Dessas 136,2 milhões de toneladas, 69,6 milhões de toneladas (51,1%) tiveram origem na pesca, enquanto 66,6 milhões (48,9%) de toneladas tiveram origem na aquicultura (Figura 1).

Esses números se tornam impressionantes quando recordamos que na década de 1970, ou seja, há apenas 40 anos, a aquicultura era responsável por menos de 1% da produção mundial de pescado para consumo humano.

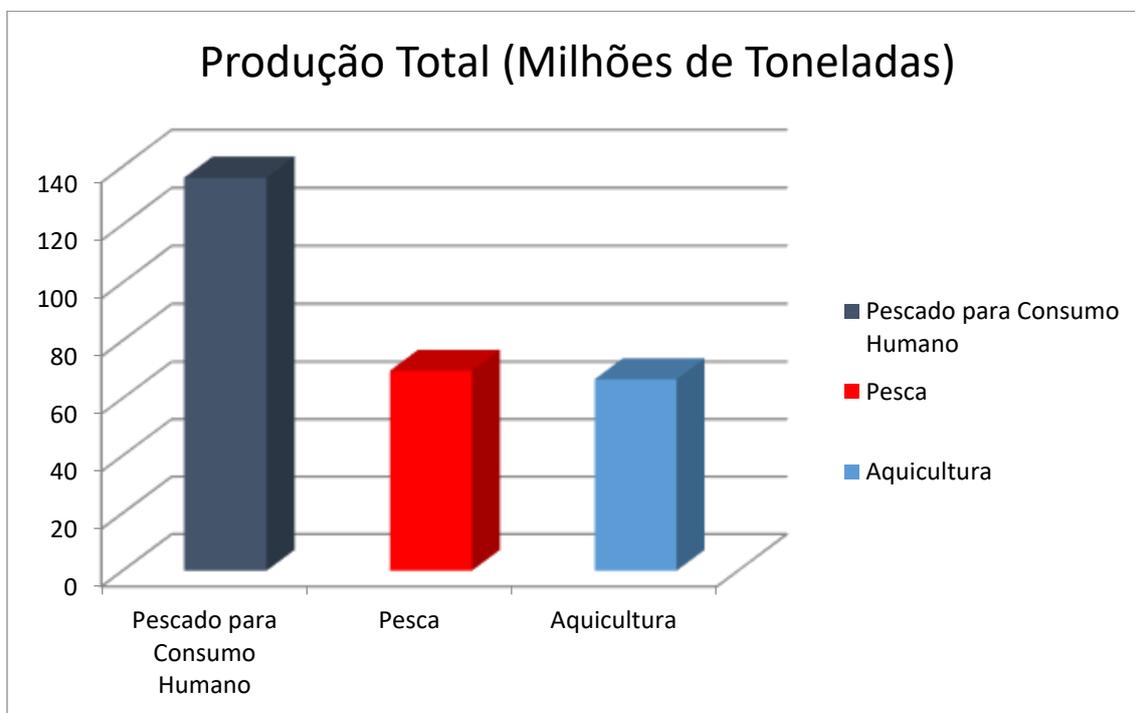


Figura 1. Produção mundial de pescado (2012).



Além disso, na publicação *Fish to 2030*, o Banco Mundial (2013)¹ estima que no ano de 2030, a aquicultura será responsável por mais de 60% da produção mundial de pescado para o consumo humano. Assim, vemos claramente que a tendência dos últimos anos deve continuar nas próximas décadas, com a aquicultura sendo a maior responsável por atender à crescente demanda de pescado em nível mundial.

Segundo a FAO (2014), da produção mundial de aquicultura em 2012 (66,6 milhões de toneladas), 41,9 milhões de toneladas (62,9%) do total foi proveniente da aquicultura de água doce e 24,7 milhões de toneladas (37,1 %) da aquicultura marinha (Figura 2).

Ou seja, mais de 60% da produção aquícola mundial é originária da aquicultura de água doce. Este ambiente de cultivo é mais utilizado do que a aquicultura marinha na Ásia (41.645.016 t) e na África (1.594.069 t), apesar de ser muito forte também nas Américas (986.017 t) e tem nestes países uma produção bastante representativa: China, Vietnã, Egito e Brasil.

Por outro lado, a aquicultura marinha foi responsável pela produção de quase 40% da produção total da aquicultura e é mais forte do que a aquicultura de água doce nas Américas (986.017 t) e na Europa (2.323.403 t). Apesar disso, o continente com a maior produção, também na aquicultura marinha é o asiático (20.91.648 t). Este ambiente de cultivo é bastante forte em países como a China, Indonésia, Tailândia, Noruega, Chile, dentre outros.

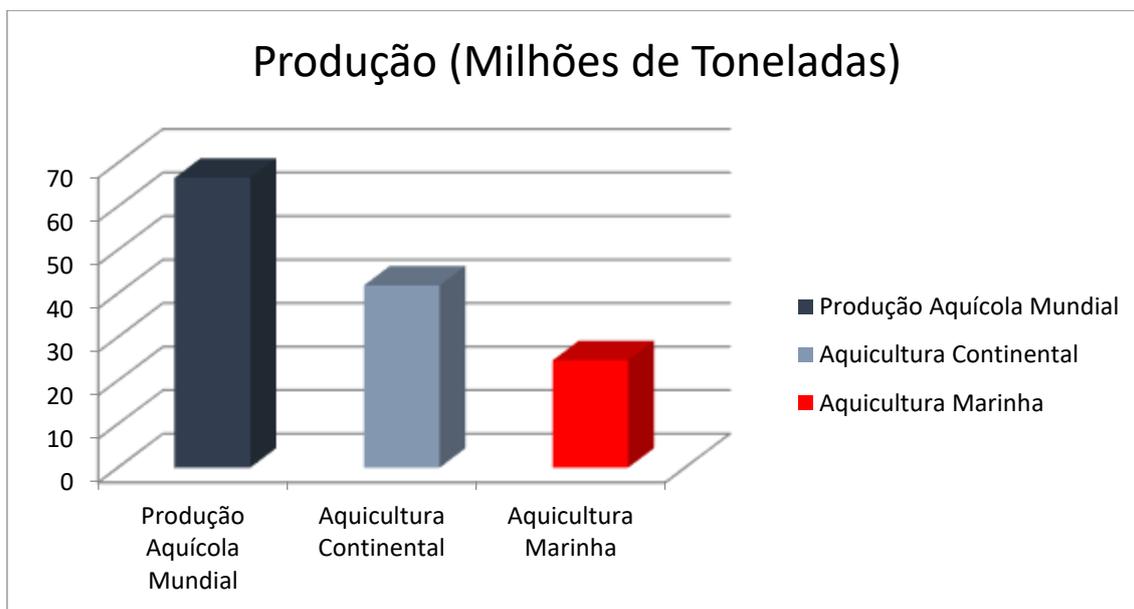


Figura 2. Produção aquícola mundial por ambiente de cultivo (2012).

Ainda de acordo com a FAO (2014), os peixes foram os organismos aquáticos mais cultivados, com 44,1 milhões de toneladas, seguidos pelos moluscos, com 15,2 milhões de toneladas e crustáceos, com 6,4 milhões de toneladas (Figura 3). Dentre os peixes,

¹Fish to 2030 – Prospects for Fisheries and Aquaculture _World bank Report Number 83177 GLB



os continentais ou de água doce são os mais produzidos via aquicultura, com 38,6 milhões de toneladas em 2012 (FAO, 2014).

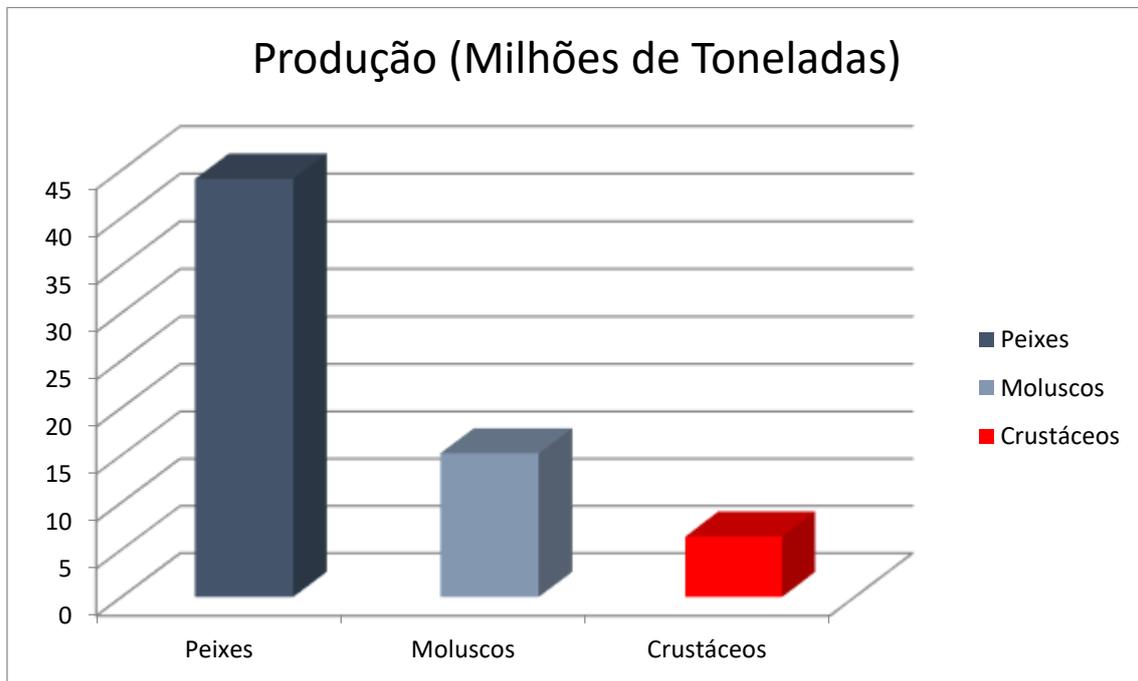


Figura 3. Produção aquícola mundial por organismo cultivado (2012).

Em relação à distribuição geográfica, percebe-se que a aquicultura ainda é uma atividade essencialmente asiática, já que este continente foi responsável por produzir 88,39% de toda a produção mundial de aquicultura, seguida pelas Américas com 4,78%, Europa com 4,32% e África com 2,23%; enquanto a Oceania tem uma produção ainda incipiente, de 0,28% (Figura 4).



Figura 4. Distribuição da produção aquícola mundial por continente (%).

Porém, quando observamos as taxas de crescimento da aquicultura por continente (Tabela 1), temos outro cenário. A África e a América Latina são as regiões com a maior taxa de crescimento, de 11,7% e 10%, respectivamente.

Tabela 1. Taxas de crescimento da produção aquícola por continente.

Continente	Taxa de crescimento no período 2000/2012
África	11,7%
América Latina e Caribe	10,0%
Ásia sem a China	8,2%
China	5,5%
Europa	- 2,9%
Oceania	- 3,5%

Fonte: FAO (2014).

A China continua a ser o líder disparado na produção aquícola mundial, com mais de 41 milhões de toneladas produzidas em 2012, seguida pela Índia, em segundo lugar, com 4,2 milhões de toneladas. A seguir vem Vietnã e Indonésia em 3º e 4º lugar respectivamente, com mais de 3 milhões de toneladas cada um; seguidos por Bangladesh (5º), Noruega (6º), Tailândia (7º), Chile (8º) e Egito (9º), que fazem parte do grupo de países que produziram mais de um milhão de toneladas de pescado no mesmo período. A seguir, vem Mianmar (10º), Filipinas (11º) e Brasil (12º). Ressalte-se que esses 12 países foram responsáveis por produzir 92% de toda a produção aquícola mundial em 2012. A Tabela 2 nos mostra o ranking dos doze países com a maior produção aquícola em nível mundial.

Tabela 2. Ranking dos países com maior produção aquícola do mundo.

País	Produção (ton.)
China	41.108,306
Índia	4.209.415
Vietnã	3.085.500
Indonésia	3.067.660
Bangladesh	1.726.066
Noruega	1.321.119
Tailândia	1.233.877
Chile	1.071.421
Egito	1.017.738
Mianmar	885.169
Filipinas	790.894
Brasil	707.461

Fonte: FAO (2014).

Quando comparamos o crescimento da aquicultura com outras fontes de produção de alimentos, vemos mais uma vez o quão importante é esta atividade. No período 2000/2012, a aquicultura cresceu 6,7% no mundo, enquanto no mesmo período o milho



cresceu 4,7%; as aves cresceram 3,3%; o trigo 1,4%; os bovinos e o arroz cresceram 1,2%; os suínos 1%; e a pesca decresceu 0,2%.

O Instituto *Earth Policy*, fundado e presidido por Lester R. Brown (segundo o *The Washington Post*, um dos mais influentes pensadores do mundo atual e considerado o guru do movimento ambiental mundial) cita que o ano de 2013 foi o primeiro ano em que o mundo comeu mais pescado de origem cultivada do que de origem de captura (pesca)².

Ainda segundo o *Earth Policy*, a produção de pescado cultivada em 2013 foi de 66 milhões de toneladas, enquanto a produção mundial de carne bovina foi de 63 milhões de toneladas; ou seja, já se produz mais pescado cultivado do que bovinos.

3.2. A Aquicultura no Brasil

De acordo com a ANA (2007), o Brasil tem posição privilegiada no mundo em relação à disponibilidade de recursos hídricos, com uma vazão média anual dos rios em território brasileiro de 180 mil m³/s. Esse valor corresponde a aproximadamente 12% da disponibilidade mundial de recursos hídricos. O Brasil possui ainda um extenso litoral, com 8.500 km de extensão, uma Zona Econômica Exclusiva de 200 milhas náuticas e segundo Ostrensky, Boeger e Chammas (2008) tem mais de 5,5 milhões de hectares de lâmina d'água represadas. De acordo com estes autores, o Brasil apresenta ainda clima preponderantemente tropical, é autossuficiente na produção de grãos, possui uma grande disponibilidade de estruturas qualificadas para a capacitação de pessoal e realização de pesquisa e desenvolvimento, além de indústrias instaladas para fornecer serviços, equipamentos e insumos para a aquicultura.

No Brasil, a última estatística oficial (IBGE, 2015) nos mostra uma produção de 1,5 milhão de toneladas de pescado, sendo 835 mil toneladas da pesca e 561 mil toneladas da aquicultura em 2014. Em relação à aquicultura, os dados oficiais passaram a ser de responsabilidade do IBGE desde o ano de 2013, que os informa ao MAPA. Desse total da produção aquícola, a aquicultura de água doce foi responsável por produzir 474 mil toneladas (84,5%) e a aquicultura marinha por 87 mil toneladas (15,5%).

Já de acordo com a Associação Brasileira de Piscicultura - Peixe BR (2016)³, somente a produção da piscicultura no Brasil em 2014 foi de 578.800 toneladas, uma produção de quase 22% a mais do que a relatada pelo IBGE no mesmo período. Esta mesma associação estima que em 2015 foram produzidas 638 mil toneladas de peixes em nosso país, um aumento de 10,38% em relação ao ano de 2014.

Ainda segundo estimativas da Peixe BR, a região Norte liderou a produção de peixe cultivado no Brasil em 2015, com 151 mil toneladas, seguida pela região Sul com 134

² Earth Policy Institute: Farmed Fish Production Overtakes Beef (2013). <http://ecologicalaquaculture.org/welcome/2013/06/23/1824/>

³ Earth Policy Institute: Farmed Fish Production Overtakes Beef (2013). <http://ecologicalaquaculture.org/welcome/2013/06/23/1824/>



mil toneladas, Centro-Oeste com 133 mil toneladas, Nordeste com 118 mil toneladas e Sudeste com 101 mil toneladas (Figura 5).

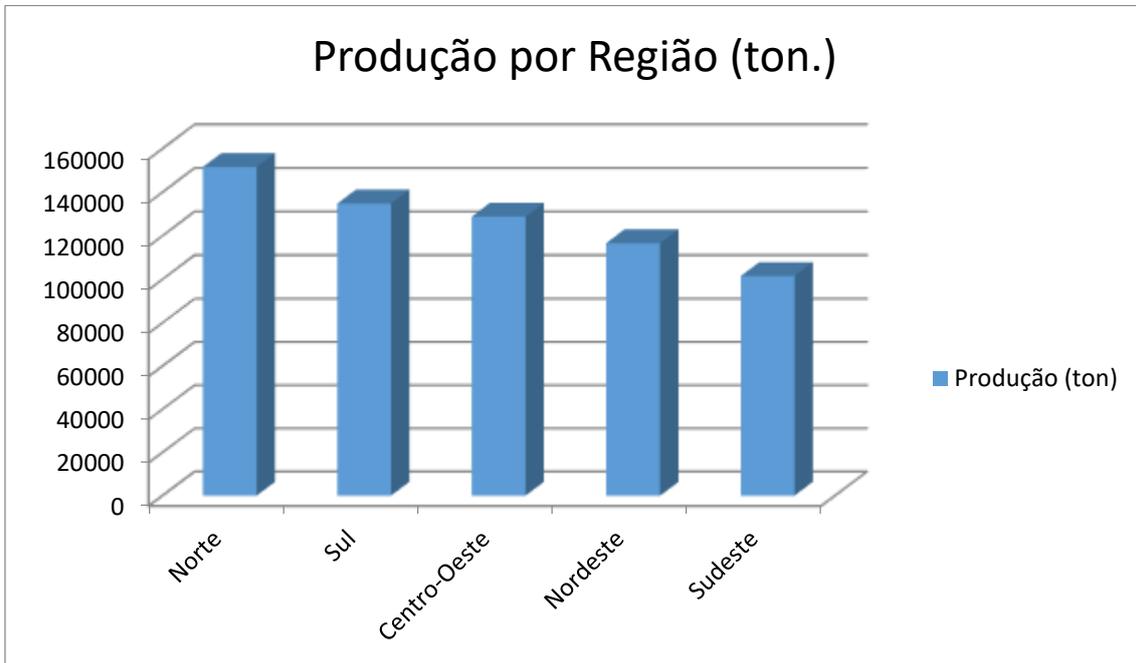


Figura 5. Produção de peixe cultivado por região no Brasil em 2015 (toneladas).

Já a Figura 6 apresenta os cinco estados com a maior produção de peixe cultivado em 2015: Paraná (80 mil toneladas), Mato Grosso (74 mil toneladas), Rondônia (65 mil toneladas), São Paulo (60 mil toneladas) e Santa Catarina (35 mil toneladas).

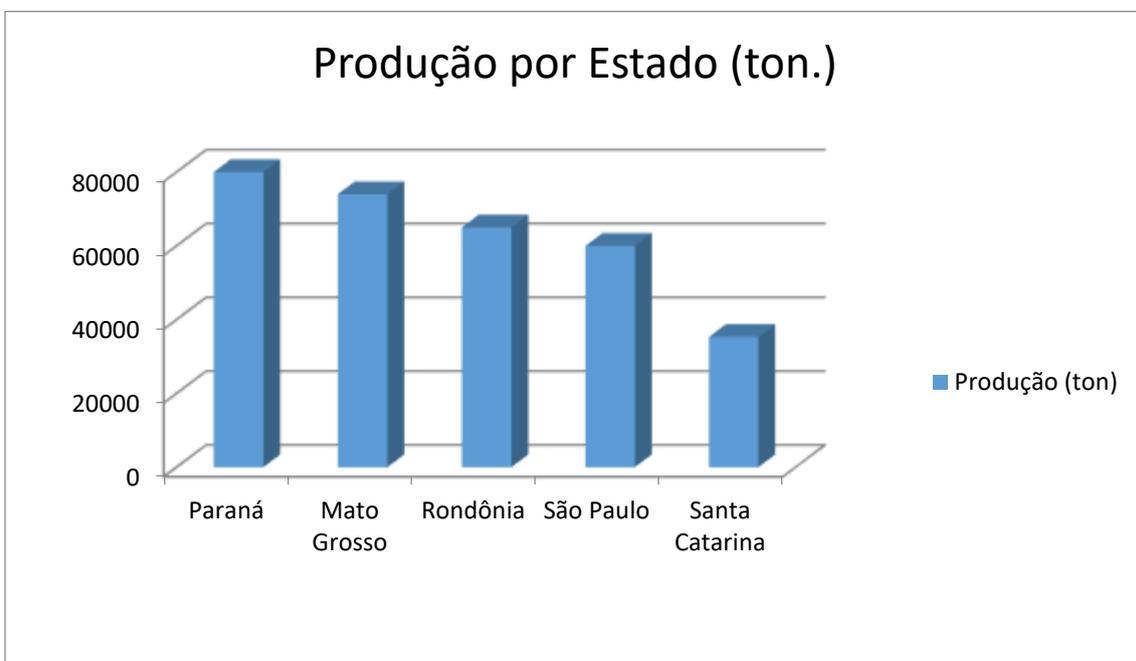


Figura 6. Produção de peixe cultivado no Brasil por estado em 2015.

A figura 7 apresenta a produção de peixe cultivado por estado do Nordeste brasileiro, estimada pela Peixe BR, indicando uma produção de peixes no estado de 13.000 toneladas em 2014 e estima que a produção piauiense em 2015 foi de 16.000 toneladas, um crescimento de mais de 23% em relação a 2014. Já de acordo com o IBGE (2015), a produção aquícola do Piauí foi de 11.357 toneladas em 2014.

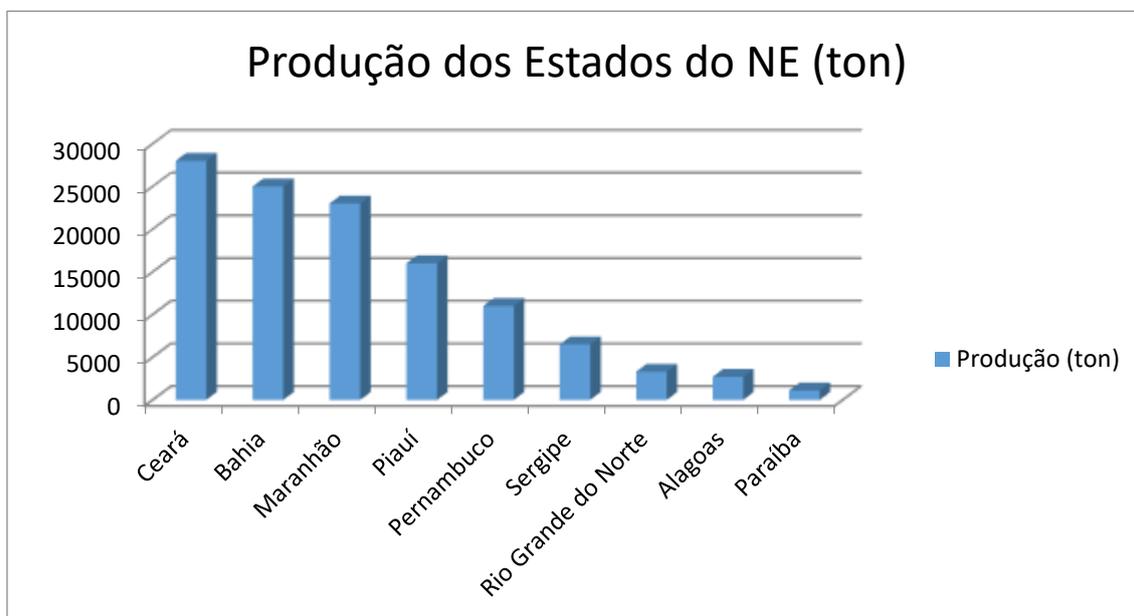


Figura 7. Produção de peixe cultivado nos estados do nordeste brasileiro em 2015.

4. CARACTERIZAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DA PISCICULTURA NO PIAUÍ

De acordo com Kubitz, Ono e Campos (2010), a piscicultura no Piauí começou na década de 1980, com a construção dos primeiros viveiros para cultivo de tambaquis, em áreas próximas à Teresina, no território de Entre Rios e nas regiões ao Norte do estado (território de Cocais e Planície Litorânea). Em geral, a piscicultura em viveiros no estado era feita em áreas de pequeno porte (< 2ha), envolvendo pequenos produtores rurais e pescadores associados e foram construídas sem o devido estudo e planejamento. Ainda segundo esses autores, a piscicultura em tanques-redes é bem mais recente (década de 2000), sendo realizadas nas barragens de maior porte do estado e, em sua maioria, são operadas por associações e/ou cooperativas, utilizando baixa tecnologia e gaiolas de pequeno volume.

Nos dados levantados a campo para a atualização do Diagnóstico da Piscicultura no Piauí, é possível observar diversas mudanças, como as relacionadas as espécies utilizadas, os modelos de comercialização nos ramais, o fortalecimento da criação em tanques-redes, a vinda de produtores de outros estados, especialmente do Ceará, trazendo tecnologias e experiências mais avançadas.

4.1. Insumos

Os insumos (alevinos, ração e produtos veterinários em geral) são responsáveis pelos maiores custos operacionais na cadeia produtiva da piscicultura. No estado do Piauí, os insumos têm alguns gargalos, tais como a dificuldade de oferta e de qualidade, no caso dos alevinos de algumas espécies, o alto preço das rações (inclusive quando comparados com os preços praticados em alguns estados vizinhos).

Com relação à produção de alevinos em todos os territórios visitados encontram-se laboratórios, sendo que as maiores concentrações desses empreendimentos estão no Território de Entre Rios e Território dos Cocais. E em relação às rações, todos os piscicultores entrevistados usam rações extrusadas para peixes. Não houve relato de dificuldade em se comprar qualquer marca de ração, mas sim quanto aos aumentos mensais de preço.

Além disso, há relatos de ausência ou insuficiência de fabricantes, distribuidores e/ou de representantes de produtos veterinários. Desta forma, esses produtos ou não são disponibilizados no estado ou chegam com preços muito altos, inviabilizando suas aquisições por parte da maioria dos produtores. Ressalte-se que também não há no estado, ou há em muita pouca escala, a existência de fornecedores (fabricantes, distribuidores e/ou representantes) de equipamentos e materiais voltados para a atividade aquícola, tais como aeradores, oxímetro, pHmetro, refratômetro, sopradores de ar, tubos, mangueiras, geomembranas, tanques-redes, telas, redes, flutuadores, estruturas de sustentação, passarelas, cordas, etc.

Tudo isso encarece e torna inviável a adoção de novas tecnologias e até mesmo de boas práticas de manejo que permitam uma melhor produtividade nas criações.

4.1.1. Ração

A ração é o insumo mais importante num sistema produtivo aquícola. Dessa forma, também é responsável pela maior parte do custo operacional, chegando a representar 50% a 70% dos custos de produção em alguns cultivos na Amazônia (Embrapa, 2002)⁴.

No Piauí, existe somente uma indústria de ração para peixes localizada na capital do estado, Teresina, a Fri-Ribe. Além desta fábrica, o estado é atendido por outras empresas localizadas fora do estado (Aquos–Total/Malta Cleyton, IRCA, Guabi, Presence, Pratingil, Socil, Supra, Integral Mix), o que torna as rações mais caras em relação a outros estados. No geral, as rações são adquiridas uma vez por mês e condicionadas em armazéns e observou-se que os pequenos piscicultores fazem suas compras em lojas nas cidades onde desenvolvem suas atividades, o que aumenta seus custos. Entretanto, constatou-se também que, as associações de piscicultores compram a ração diretamente da fábrica, conseguindo assim reduzir custos.

⁴ Nutrição e Manejo Alimentar na Piscicultura – Documentos 23, novembro de 2002.

Ressalte-se que o estado do Piauí já possui áreas destinadas ao cultivo de grãos (soja e milho) no sul do estado e que tem um enorme potencial para aumentar esses cultivos, que são ingredientes essenciais para a fabricação de rações para peixes.

A Figura 8 apresenta as marcas de ração utilizadas no estado do Piauí que foram identificadas nas entrevistas de campo realizadas pela equipe do Projeto Pacu.

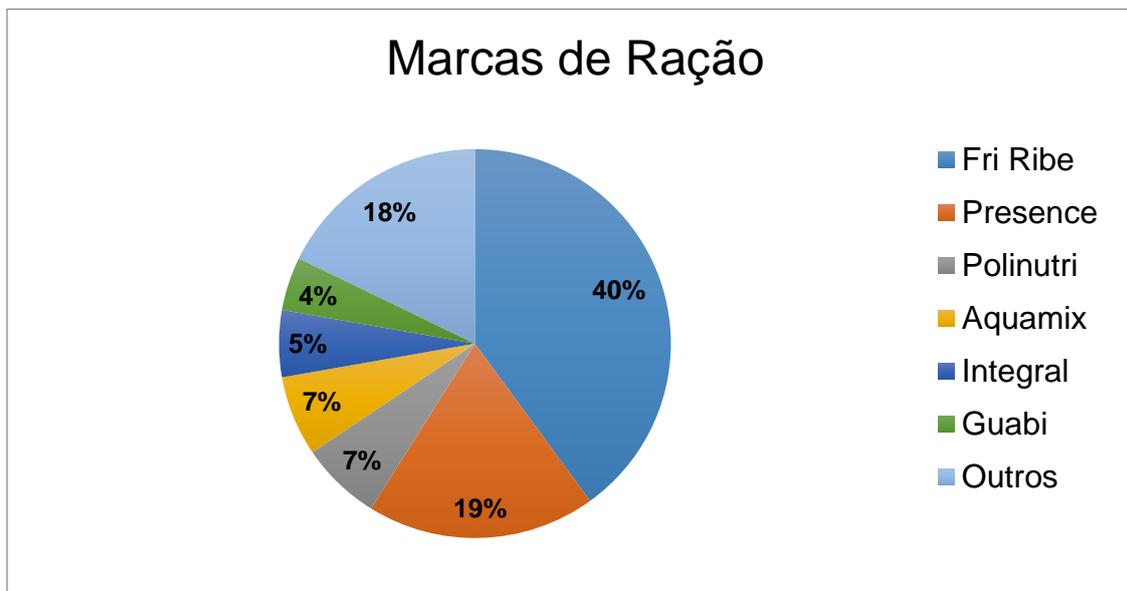


Figura 8. Principais marcas de ração utilizadas na piscicultura do Piauí.

4.1.2. Alevinos

Há um número razoável de produtores privados de alevinos no estado, entretanto a quantidade de alevinos ofertados não atende à demanda. Além dessas, há duas estações de alevinagem governamentais, sendo uma do governo federal (DNOCS-Estação do Caldeirão) e outra do Governo do Estado (Estação de Nazária).

Em todos os quatro territórios visitados foram identificados laboratórios que realizam a reprodução e alevinagem, sendo que as maiores concentrações desses empreendimentos estão no Território de Entre Rios e Território dos Cocais. Esse fato pode estar ligado ao maior número de piscicultores estarem fixados e produzindo nos citados territórios. Também foram identificados dois laboratórios que realizam a compra de pós-larvas e realizam a alevinagem. Vale ressaltar que apesar do grande número de laboratórios existentes no Estado, parece ser a AQUABEL que domina o mercado de vendas de alevinos de tilápias, pois em todas as cidades pesquisadas encontramos piscicultores comprando os alevinos da referida empresa Paranaense. Mesmo assim a demanda de algumas espécies não é suprida de forma contínua e de qualidade, o que ocasiona uma importação de alevinos de outros estados da Federação, encarecendo o preço (frete, intermediação, etc.) e proporcionando altas mortalidades devido ao transporte.





Figura 9. Procedência dos alevinos utilizados na piscicultura no Piauí.

Conforme a espécie, levantamos as seguintes informações:

- Produção de alevinos de tambaqui/tambatinga: Não foram relatados problemas na oferta de alevinos para esta espécie, nem de aspectos qualitativos e nem de aspectos quantitativos;

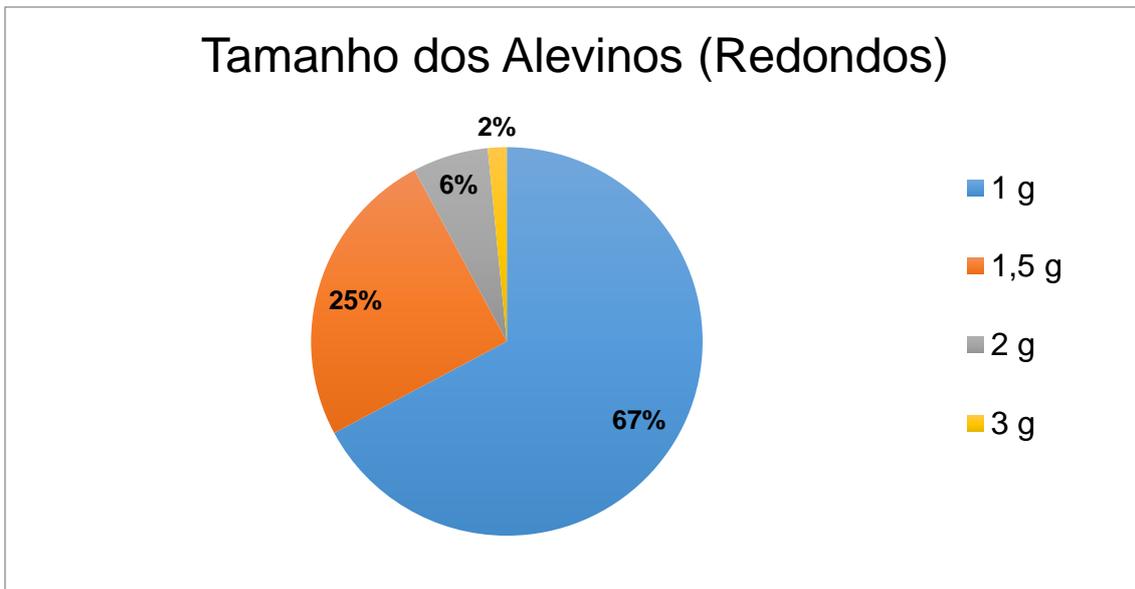


Figura 10: Tamanho de Alevinos de peixes redondos (tambaqui/ tambatinga)

- Produção de alevinos de tilápia: Para esta espécie foram relatados problemas de qualidade dos alevinos de alguns fornecedores, principalmente os estabelecidos no estado, possivelmente porque possuem reprodutores com um nível de endogamia muito grande e com baixo grau de melhoramento genético. Ficou evidente que entre os produtores havia uma preferência muito grande pela

Aquabel, visto que a qualidade de seus alevinos foi evidenciada em diversos relatos dos produtores.

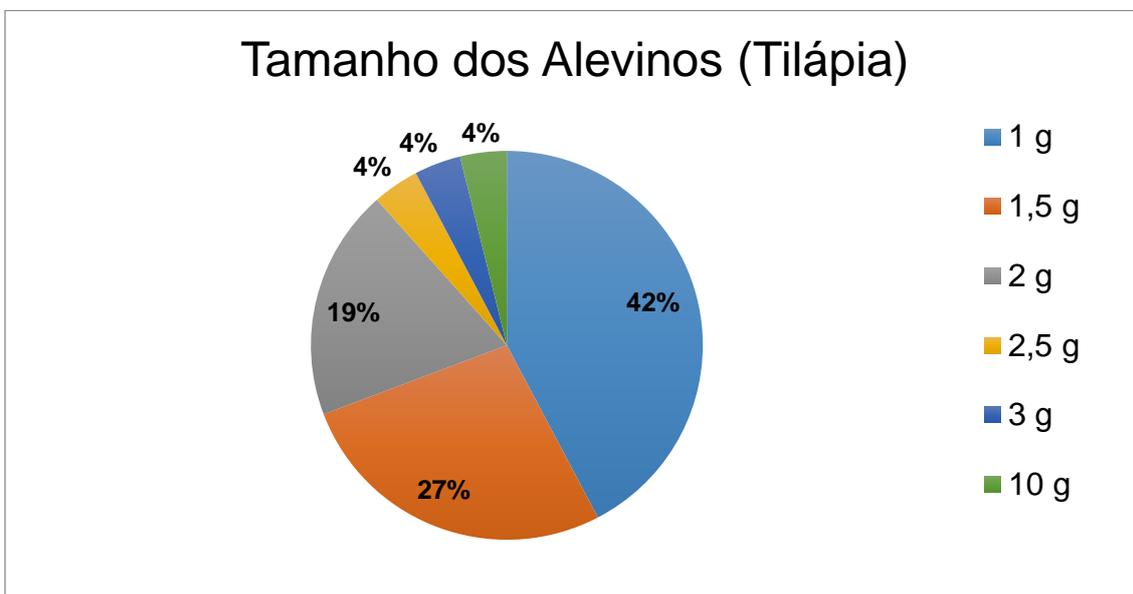


Figura 11: Tamanho dos Alevinos de Tilápia

- Produção de alevinos de surubim: Em relação à oferta de alevinos de surubim, o principal problema relatado foi a sazonalidade, ou seja; existem épocas que estão disponíveis e em outras épocas não existe esta disponibilidade, além do alto preço. Certamente este fator se deve à sazonalidade da reprodução, que geralmente ocorre nos estados no centro-oeste.
- Produção de alevinos de pirarucu: Não foi identificada uma oferta de alevinos de pirarucu de forma efetiva e confiável, por mais que se tenha uma percepção de ser um peixe com grande potencial de produção, mas ainda com problemas de comercialização, visto seu alto preço e desconhecimento de suas qualidades pelo consumidor.

Isso sugere algumas considerações relevantes:

1. Demanda maior do que a oferta, visto que não se consegue produzir alevinos maiores (alevinões), pois a pressão para a aquisição de alevinos é constante;
2. Ausência de tecnologia disponível para a produção de alevinos maiores;
3. Diminuição da competitividade na produção, pois as taxas de sobrevivência de alevinos pequenos são bem mais baixas do que quando utilizados alevinos maiores (alevinões).

4.1.3. Espécies

A piscicultura piauiense se concentra na tambatinga (híbrido de tambaqui + pirapitinga), no tambaqui – *Colosoma macropomum* e na tilápia do Nilo - *Oreochromis niloticus*. A Figura 12 apresenta a participação das principais espécies produzidas no estado.



Figura 12: Principais espécies cultivadas na piscicultura no Piauí.

Quando analisamos dados pretéritos nos diversos trabalhos realizados no estado do Piauí, deparamo-nos com informações de que o tambaqui era sempre a espécie utilizada neste estado, quase que de forma exclusiva. Assim, parece-nos claro, que houve uma alteração no perfil das espécies trabalhadas nos últimos anos, com a entrada da tambatinga (híbrido de tambaqui + pirapitinga) em substituição aos tambaquis e a forte entrada da tilápia no estado, principalmente nos cultivos em tanque-rede.

Identificamos claramente dois fatos relevantes:

1. A preferência pelo cultivo da tambatinga, que pode ser parcialmente explicado pelos melhores rendimentos dos cultivos de tambatinga em relação ao tambaqui, pelo fato da tambatinga ser bem mais resistente que o tambaqui e por uma preferência no mercado consumidor, pois a tambatinga não possui a mancha escura que o tambaqui apresenta em seu ventre, o que sugere ao consumidor final um peixe mais limpo e atrativo;
2. A entrada da produção de tilápias (hoje já em torno de 30%) no estado e a enorme perspectiva na criação em tanques-redes nas diversas barragens, açudes e lagos naturais do estado, especialmente na barragem de Boa Esperança, cuja capacidade de suporte estimada pela Agência Nacional das Águas (ANA)⁵ é de 24 mil toneladas por ano.

⁵ Capacidade de Suporte estimada pela Agência Nacional das Águas para o reservatório de Boa Esperança

4.1.4. Perfil dos produtores

Os piscicultores piauienses são essencialmente micro e pequenos produtores, que possuem pequenas áreas alagadas ou pequenos volumes de tanque-rede. Segundo o levantamento realizado pelo Projeto Pacu, os micros e pequenos produtores em viveiros (< 5 ha) representam 89% do total de piscicultores no estado. A Figura 13 mostra que 75% dos piscicultores possuem até 2 hectares de área alagada, 14% possuem de 2,1 a 5 hectares, 9% possuem entre 5,1 e 50 hectares e somente 2% possuem mais do que 50 hectares.

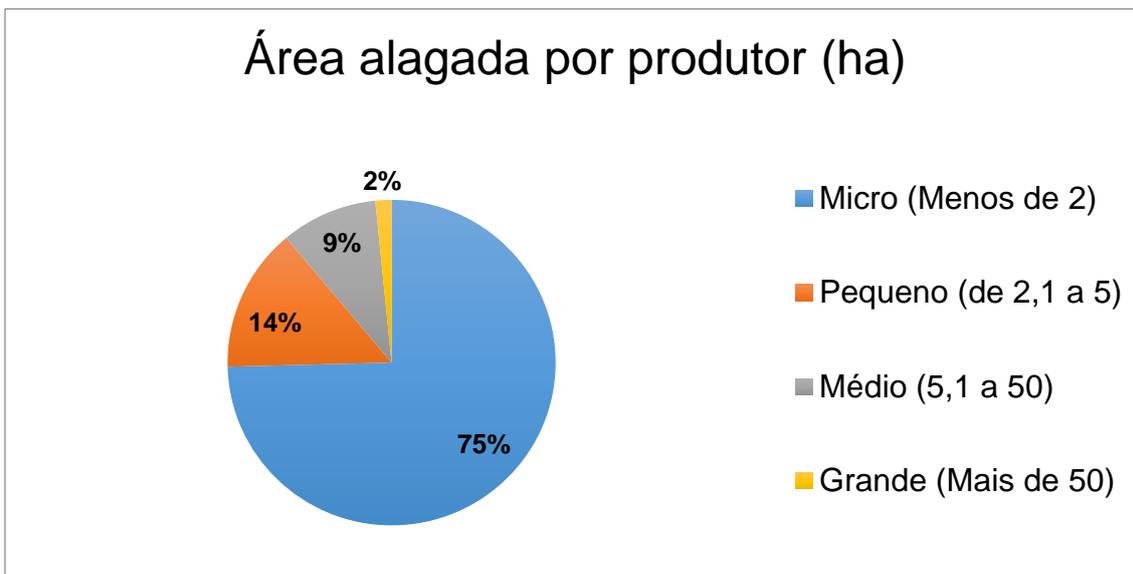


Figura 13. Tamanho das áreas alagadas por piscicultor no Piauí.

Já para os micros e pequenos produtores em tanques rede que foram entrevistados, 87% têm menos de 1.000 m³ de volume e 13% possuem entre 1.000 m³ e 5.000 m³; enquanto nenhum apresentou volume acima de 5.000 m³.

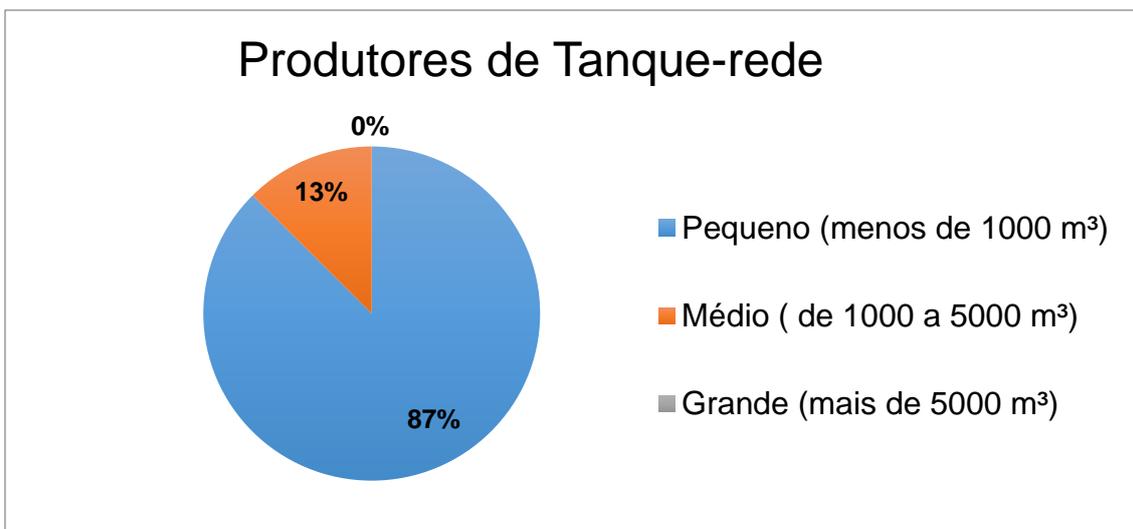


Figura 14. Volume de produção em tanque-rede por piscicultor no Piauí.



Estes dados, além de nos disponibilizar a informação sobre o tamanho das áreas e volumes em produção pela piscicultura no Piauí, podem nos ajudar na elaboração de critérios mais simples, objetivos, diretos e efetivos para a simplificação e agilização dos processos de licenciamento ambiental para a piscicultura do estado. Com um correto enquadramento quanto ao porte das pisciculturas, seria possível a recomendação de critérios que sejam adequados aos processos de licenciamento ambiental, fazendo diferenciação entre micros, pequenos, médios e grandes produtores, proporcionando um melhor e mais justo tratamento a cada um destes perfis.

4.1.5. Escolaridade

A escolaridade dos piscicultores do Piauí se apresentou bem superior ao que se esperava. A taxa de analfabetismo de pessoas com 15 anos ou mais no Piauí foi de 19,28% em 2011 (Fundação CEPRO, 2013); enquanto os que se declararam sem instrução neste diagnóstico foram somente 2%. A Figura 15 apresenta a escolaridade destes piscicultores, com destaque para os que têm ensino fundamental (38%), ensino médio (32%) e ensino superior (27%).

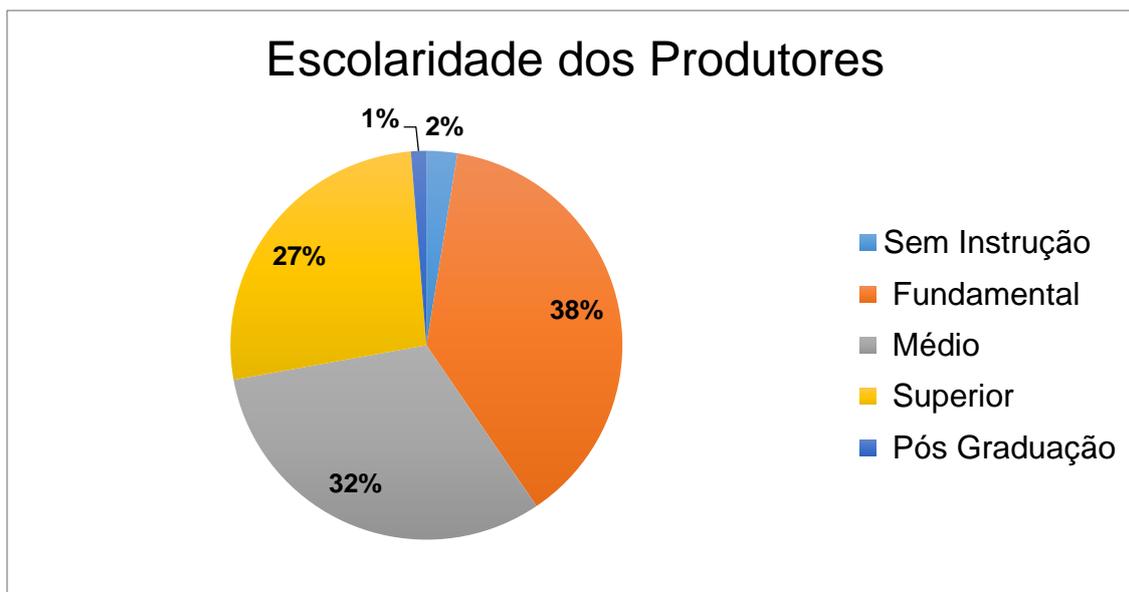


Figura 15. Escolaridade dos piscicultores no estado do Piauí.

Este fato pode ser parcialmente explicado pela escolha dos produtores a serem entrevistados ter sido feita direcionada aos mais representativos (conhecidos) em termos de produção em cada região. Certamente esta atividade é realizada, pode e deve ser incentivada exatamente nas comunidades mais carentes e de baixa escolaridade, por ter uma rentabilidade mais atrativa em relação a outras atividades agropecuárias e, ao mesmo tempo, não necessariamente exigir uma alta escolaridade dos produtores.

4.1.6. Número de trabalhadores nas pisciculturas

Neste tópico, vimos que existem dois tipos de relações relatadas:



1. A relação de atividade familiar, nas quais grande parte dos piscicultores diz se enquadrar;
2. A relação de trabalho e/ou emprego gerado em comunidades rurais, nas quais muito poucas alternativas são disponíveis, especialmente para populações de baixa escolaridade.

Na resposta aos questionários referentes ao número pessoas que trabalham nas pisciculturas piauienses, verificou-se que 44% dos produtores utilizavam mão de obra familiar, enquanto 47% empregam 1 a 5 pessoas; 4% empregam de 6 a 10 pessoas e 5% empregam mais de 10 pessoas (Figura 16).



Figura 16: Origem e Nº de trabalhadores nas pisciculturas do estado do Piauí.

Esses dados mostram a importância socioeconômica que a piscicultura tem nessas comunidades rurais. Nessas propriedades onde foram realizadas as pesquisas de campo, 75% da renda já é oriunda da piscicultura. De acordo com os relatos feitos durante as entrevistas com os produtores e com a experiência de campo e da piscicultura piauiense dos nossos consultores, chegamos à informação de um lucro médio de R\$ 1,00/kg na produção de tambaquis nos atuais sistemas de cultivo no estado.

Assim, considerando uma produtividade média de 8 toneladas/ha/ano e uma área alagada de até 2 hectares (76% dos produtores), se teria uma produção de 16 toneladas por ano. Essa produção geraria um lucro de R\$16.000,00 (dezesesseis mil reais) por ano, o que representaria um recebimento médio de R\$ 1.330,00 (hum mil trezentos e trinta reais) por mês para cada produtor.

Considerando ainda que o salário mínimo atualmente em vigor é de R\$ 880,00 (oitocentos e oitenta reais), o lucro gerado pela piscicultura para 76% dos piscicultores entrevistados proporcionaria, utilizando estes valores, uma renda de 1,5 (um e meio)



salário mínimo para cada família, o que dentro do perfil socioeconômico das populações rurais é altamente atrativo e fator de emancipação social. Esta situação, por mais hipotética que seja, parece bem razoável e justifica o resultado a seguir, de que a maioria dos piscicultores já sustentam suas famílias com a piscicultura, mesmo tendo outras atividades mais tradicionais nas propriedades.

4.1.7. Atividade Principal

Do total de piscicultores entrevistados neste trabalho, 67% informaram que a piscicultura já é a principal atividade da propriedade e que proporciona o sustento de suas famílias (Figura 17).

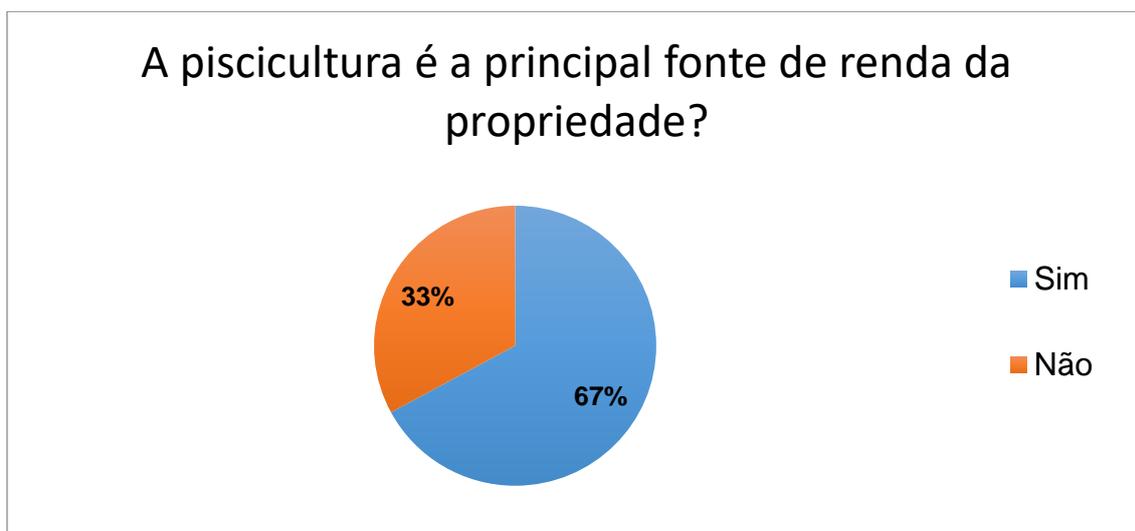


Figura 17. Porcentagem de produtores entrevistados que consideram a piscicultura como a principal fonte de renda da propriedade.

4.1.8. Tempo na Atividade

Quando analisamos o tempo em que estes piscicultores estão em atividade, vemos que 26% produzem entre 1 e 3 anos; 32% produzem entre 4 a 6 anos e 32% iniciaram sua produção entre 7 e 10 anos (Figura 18). Ou seja, 90% dos piscicultores estão na atividade há menos de 10 anos e 67% destes já sustentam suas famílias com a piscicultura. Novamente vemos a importância socioeconômica desta atividade nestas comunidades, pois uma atividade relativamente nova em relação às outras atividades bem mais tradicionais, já é a maior responsável pelo sustento das famílias.





Figura 18. Tempo que os piscicultores piauienses trabalham com piscicultura.

4.1.9. Origem dos Recursos

Outro dado bastante relevante é a origem dos recursos financeiros utilizados pelos piscicultores piauienses. A Figura 19 mostra que 97% desses produtores não tem acesso ao crédito bancário oriundo dos agentes financeiros tradicionais e, assim, têm que financiar suas atividades com capital próprio.



Figura 19. Porcentagem de piscicultores com acesso ao crédito no Piauí

Existe dinheiro disponível para o fomento da piscicultura, mas inexistem projetos que atendem a esta disponibilidade. Os pequenos produtores não conseguem atender as exigências formais das instituições ambientais, por falta de conhecimento e por

morosidade no trâmite dos processos internos das instituições responsáveis pelo licenciamento.

Por outro lado, em função das garantias exigidas, os bancos e agências de fomento também burocratizam os processos internos, dificultando com isso a liberação do microcrédito. Então, podemos concluir as seguintes informações:

1. Ausência de interesse dos agentes financeiros em financiar atividades de pequeno porte;
2. Falta de interesse dos piscicultores em adquirir financiamentos dentro das condições estipuladas (juros considerados elevados, burocracia em excesso, garantias elevadas, etc.);
3. Dificuldade na obtenção do licenciamento ambiental das pisciculturas.

Portanto, o fato de existirem linhas de crédito específicas para a aquicultura não tem sido condição suficiente para que os piscicultores consigam acessá-la e muitas vezes eles se desinteressam em buscar esse acesso em virtude dos problemas acima relacionados. Assim, os poucos recursos financeiros que poderiam ser direcionados para um maior bem-estar social, acabam tendo que ser direcionados ao financiamento da produção (capital de giro para comprar os insumos, principalmente a ração) ou até mesmo para os investimentos na construção de viveiros, compra de tanques-redes e equipamentos necessários à atividade.

Assim, é essencial criar um novo modelo de liberação de microcrédito para os pequenos produtores, assim como é fundamental um programa de treinamento em educação financeira e gerencial, de forma ampla e didática.

4.1.10. Licenciamento Ambiental

No Piauí, 78% dos piscicultores entrevistados não possuem a licença ambiental (Figura 20). Aqui está situada a fronteira do desenvolvimento da aquicultura no Brasil. Estados que possuem um processo de licenciamento ambiental simplificado, ágil e barato conseguem desenvolver esta atividade de forma bastante eficaz e com um retorno muito rápido. Por outro lado, nos estados que não tem um marco legal adequado à atividade aquícola, ou que não conseguem agilizar a implementação da legislação existente, ficam para trás e perdem os investimentos decorrentes desta atividade, que é grande geradora de trabalho, renda e emprego em comunidades que, muitas vezes, não têm outras oportunidades tão significativas.

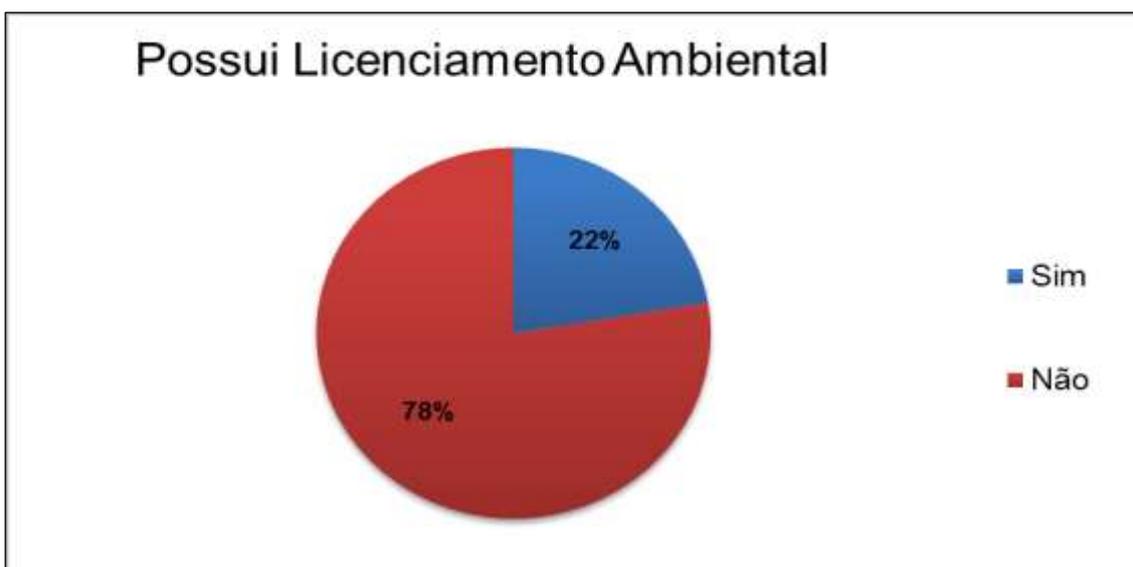


Figura 20. Existência do licenciamento ambiental nas pisciculturas do Piauí.

Assim, da mesma forma que na maioria dos estados brasileiros, o Piauí necessita um marco legal que proporcione o desenvolvimento da aquicultura e em especial da piscicultura no estado. Para isso, o PRODUTO 7 diz respeito exatamente a este tema e nele apresentamos toda a legislação ambiental brasileira voltada para a aquicultura, assim como propostas e sugestões para que o estado do Piauí consiga agilizar seus processos de licenciamento ambiental através de uma legislação estadual adequada às exigências às Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e ao recentemente aprovado novo Código Florestal Brasileiro.

Obviamente, ter uma legislação que permita agilidade nos processos de licenciamento ambiental não é uma condição suficiente. Será necessário rever procedimentos e prover o órgão responsável pelo licenciamento ambiental no estado (SEMARH) das condições mínimas de atender às demandas do setor aquícola.

Além de rever os procedimentos relativos ao licenciamento ambiental, também outras ações devem ser tomadas, tais como: a regularização da posse da terra (documento essencial para diversos fins); a assistência técnica para a elaboração dos formulários de solicitação de licenciamento ambiental; a assistência técnica que vise o acompanhamento destas solicitações junto à SEMARH, visto que na maior parte das vezes os retornos solicitados por esta secretaria aos produtores não são respondidos ou o são de forma não satisfatória; o apoio à SEMARH, no que diz respeito à disponibilização de profissionais especializados em aquicultura e a melhores condições de infraestrutura para esta secretaria e de trabalho para os agentes ambientais; a proposição de uma nova legislação ambiental que proporcione a agilização e a simplificação dos processos de licenciamento ambiental para a aquicultura; a proposição da dispensa de licenciamento ambiental e/ou licenciamento ambiental simplificado para os micros e pequenos aquicultores através de autodeclaração, etc.



4.1.11. Expectativas Futuras

Por fim, mesmo com todas as dificuldades encontradas, 83% dos piscicultores piauienses pretendem expandir suas atividades (Figura 21). Ora, se mesmo em meio a tantas dificuldades (78% não têm licença ambiental; 97% não tem acesso a crédito), esta atividade relativamente recente (90% produzem a menos de dez anos) já consegue ser a maior responsável (67%) pelo sustento dessas famílias, podemos imaginar o quanto esta atividade poderá ser relevante para o estado do Piauí com uma ação determinada e com vontade política de fazê-la acontecer de forma contínua e sustentável.

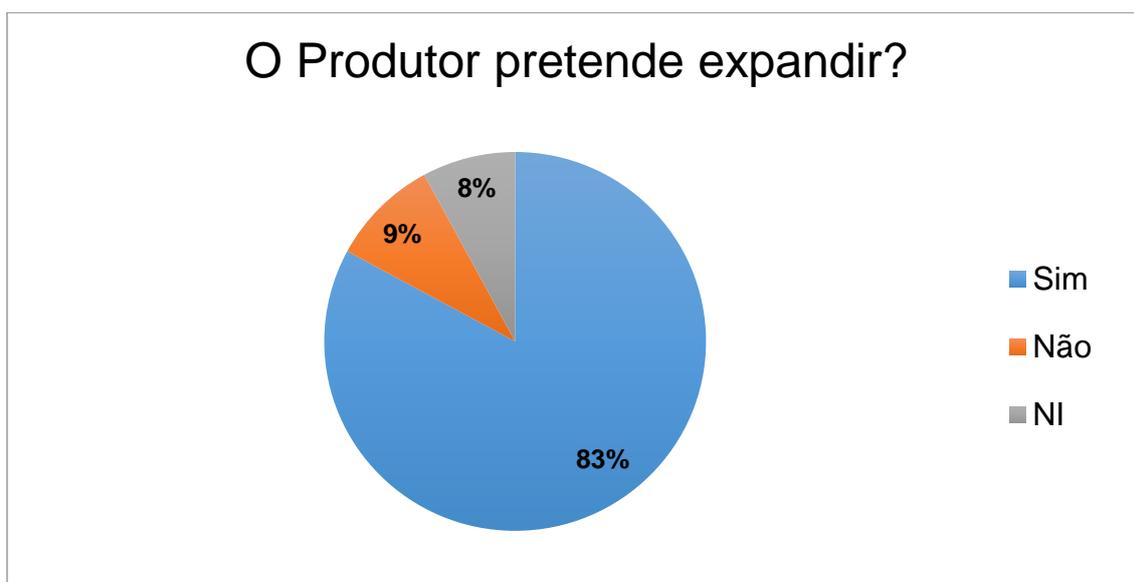


Figura 21. Piscicultores Piauienses que pretendem expandir seus cultivos.

A condição que os piscicultores citaram para a expansão de seus negócios foi que haja condições de comercialização deste pescado, o que será levado consideração no PRODUTO 3, que trata dos cenários de crescimento da atividade.

4.2. Sistema Produtivo

As respostas obtidas no levantamento deram uma clara noção dos cultivos atualmente utilizados na piscicultura piauiense, que são: cultivo de tambaquis e seus híbridos e outras espécies em viveiros escavados e cultivo de tilápias em tanques rede. Assim, consideramos importante destacar os aspectos relacionados ao uso dos recursos hídricos, energia elétrica e práticas de manejo.

4.2.1. Fonte de Recursos Hídricos

A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos: a água é um bem de domínio público; a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais; a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; a bacia hidrográfica é a unidade territorial



para implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. Assim, a atividade da piscicultura deve levar em consideração estes fundamentos, como também deve ser tratada como um importante usuário desses recursos finitos.

No estado do Piauí, com relação à fonte de água utilizada nos cultivos, temos que a maior parte é dos rios (37%), poços (29%) e barragens (12%), sendo ainda utilizados os açudes, lagoas e a água da chuva (Figura 22). Os rios e poços servem como fonte de abastecimento das pisciculturas em viveiros escavados (principalmente para os cultivos de tambaquis/ tambatinga) enquanto as barragens e açudes são utilizadas nos cultivos em tanque-rede (tilápias).

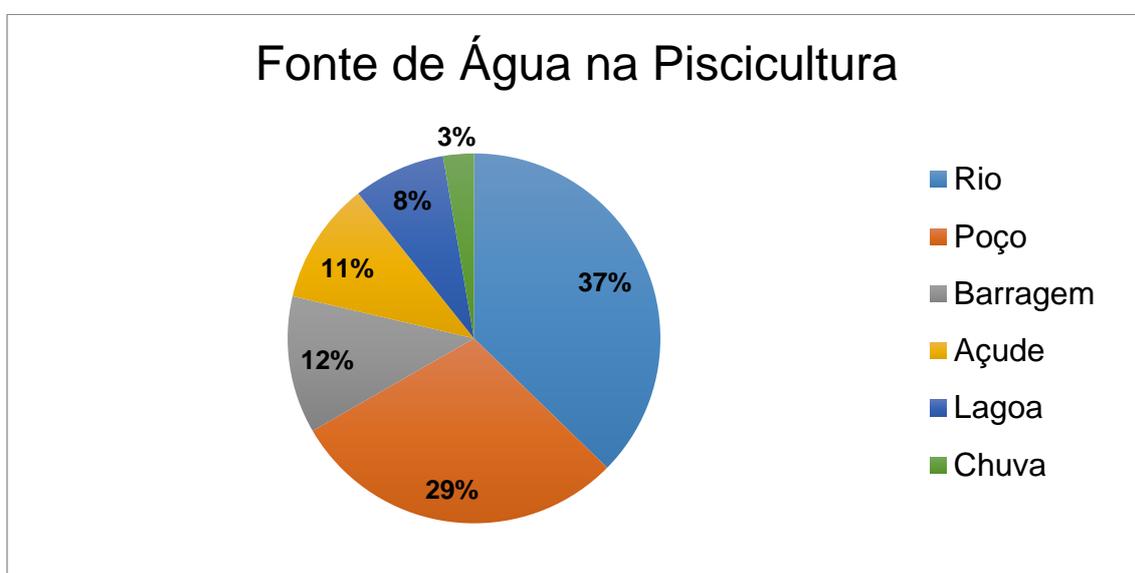


Figura 22. Principais fontes de água utilizadas nas pisciculturas no Piauí.

4.2.2. Cultivos em Viveiros

Neste trabalho, foi realizado um levantamento da atividade da piscicultura em toda a margem do rio Parnaíba e verificamos que o tambaqui/tambatinga é a principal espécie cultivada, com produtividade em torno de 8 toneladas/hectare/ano, tamanho de comercialização situado entre 1,2 kg e 2,5 kg, em ciclo de produção de 7-8 meses. De acordo com Faria *et al* (2014), o sistema de produção pode ser enquadrado como semi-intensivo (8.000 a 10.000 kg/ha/ano), porém com baixo nível tecnológico em virtude da não utilização de algumas práticas de manejo simples, que apesar de simples, poderiam aumentar em muito as atuais taxas de produtividade e de rentabilidade dos cultivos no Piauí. As Figuras 23 e 24 apresentam viveiros de produção de tambaquis/ tambatinga no Piauí, sendo estimado pelos produtores um lucro médio de R\$ 1,00 (um real) por kg de peixe neste sistema.





Figuras 23-24. Viveiros de produção de tabaquis no Piauí.

4.2.3. Cultivo em Tanque-rede

A produção de tilápias em tanque-rede (Figuras 25 e 26) no estado do Piauí é ainda mais recente do que a própria piscicultura no estado, chegando a nem ser relatada em alguns diagnósticos anteriores de forma efetiva ou foram citadas muito superficialmente. O atual sistema de produção é realizado em tanque-rede de 2 m x 2 m x 1,3 m = 4 m³, com uma produção média de 200 kg/tanque-rede. O tamanho comercial desta tilápia se situa entre 600 g e 800 g, em ciclos de 6 meses, possibilitando dois ciclos de produção por ano se tiver disponibilidade de alevinos. Estimamos o lucro médio de R\$ 1,50 (um real e cinquenta centavos) por kg de peixe neste sistema.



Figuras 25-26. Tanque-rede para cultivo de tilápia no Piauí.

4.3. Monitoramento de Qualidade da Água

Após a análise das respostas dadas aos questionários aplicados, ficou claro o baixo nível tecnológico dos produtores nos atuais sistemas de cultivo de peixes empregados no estado do Piauí. Isso pode ser facilmente expressado quando apresentamos a não adoção de boas práticas de manejo, aqui exemplificadas pelo monitoramento da qualidade da água destes cultivos. Somente 17% dos piscicultores piauienses realizam o monitoramento da qualidade da água (Figura 27), 25% ainda não realizam troca de água (Figura 28) e 16% realizam sequer a reposição da água perdida pela evapotranspiração (Figura 29). Vale frisar que o problema não está no sistema de cultivo utilizado, que no caso é o semi-intensiva, mas sim no nível de controle que os produtores possuem sobre esses sistemas. Mesmo com uma boa produtividade em viveiros (8 t/ha/ano), há relatos de produtores com problemas quanto à qualidade de água no final do cultivo, quando o uso de ração por área aumenta consideravelmente, o que é

esperado em qualquer criação semi-intensiva de peixes. Estes problemas poderiam ser minimizados se as boas práticas de produção (alimentação adequada, nutricionalmente completa, em condições de qualidade de água que permitam seu pleno uso pelo peixe) fossem empregadas, sempre tendo por base um adequado monitoramento e controle da qualidade da água dos viveiros.

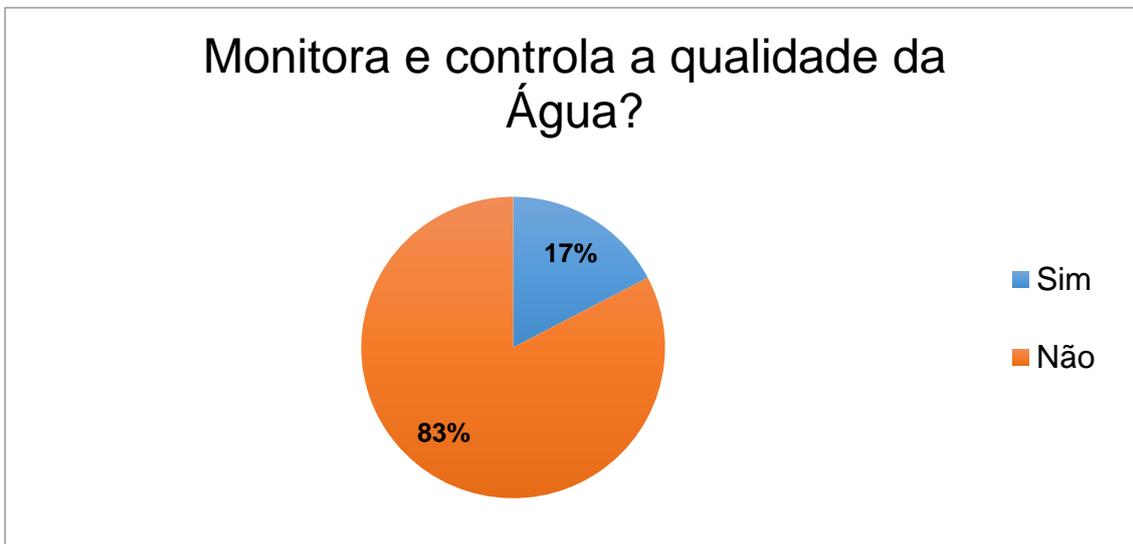


Figura 27. Porcentagem dos piscicultores que realizam monitoramento da água no Piauí.

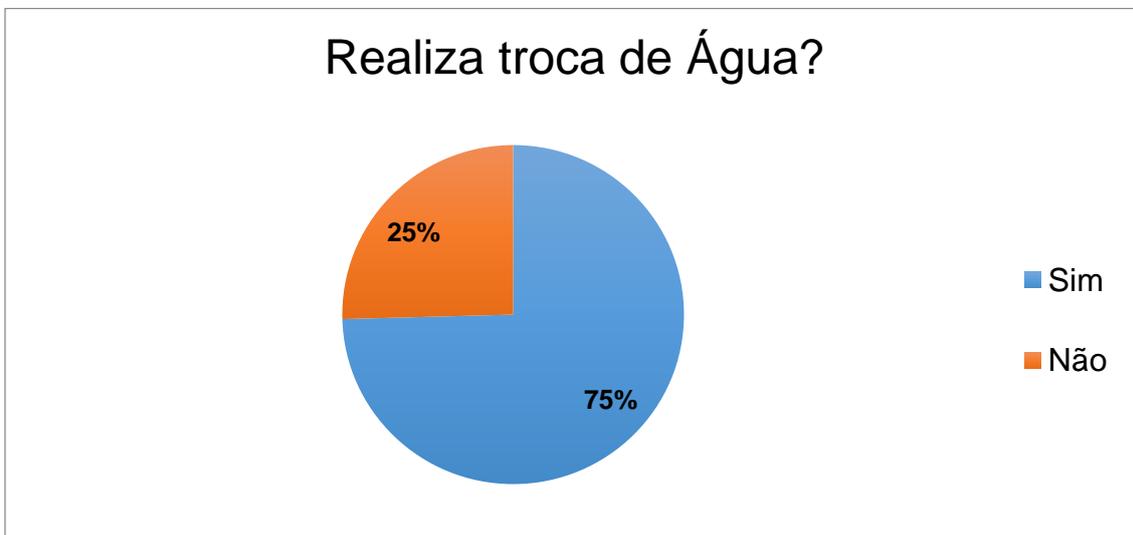


Figura 28. Porcentagem dos piscicultores que realizam troca de água no Piauí.

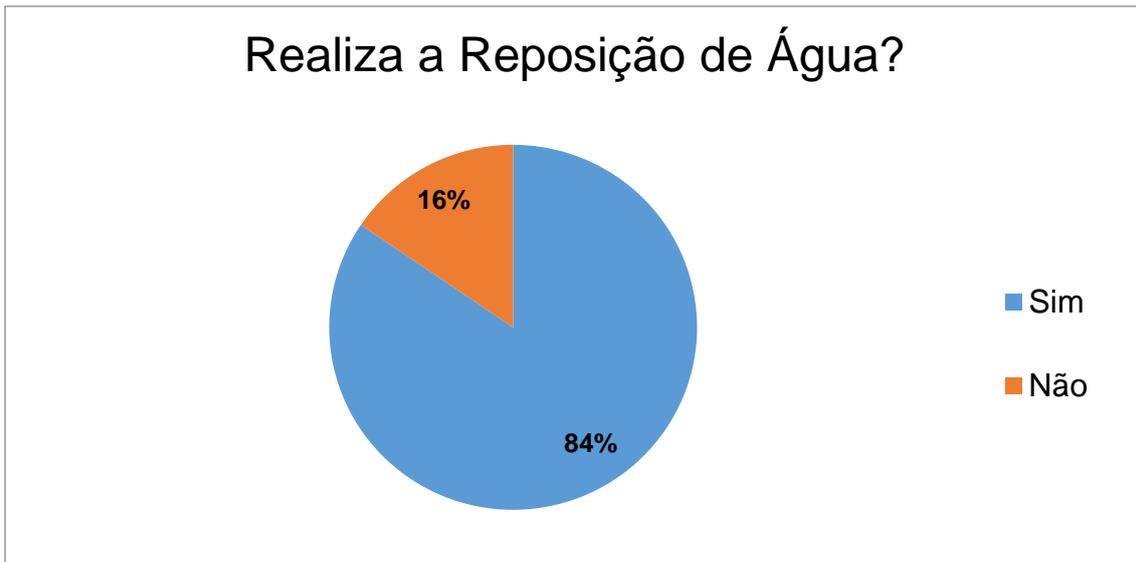


Figura 29. Porcentagem dos piscicultores que realizam reposição de água no Piauí.

4.4. Energia Elétrica

Em relação à energia elétrica a Figura 30 mostra que somente 12% têm subsídio federal para a produção, 38% têm subsídio estadual e 50% não possuem qualquer espécie de subsídios, o que demonstra a ausência de conhecimento sobre esses benefícios, ou desconhecimento sobre como ter acesso a eles, visto que o custo de energia é bem representativo na atividade aquícola e a diminuição deste, certamente implicaria numa melhor rentabilidade dos cultivos. A constante falta e/ou oscilação de energia foi um dos problemas bastante relatados pelos piscicultores nos questionários aplicados pela nossa equipe de consultores.



Figura 30. Piscicultores que possuem subsídios de energia no Piauí.

4.5. Logística

Os principais modais de transporte existentes no estado do Piauí e que são ou podem vir a ser utilizados na cadeia produtiva da piscicultura no estado estão apresentados a seguir:

4.5.1. Modal Rodoviário

O modal rodoviário é o mais importante na cadeia produtiva da piscicultura do estado do Piauí. As rodovias do Piauí têm boas condições, apresentando sinalização horizontal e vertical adequadas, que se interligam às rodovias dos estados do Ceará, Maranhão, Bahia, Pernambuco e Tocantins. Além de rodovias federais que atravessam o estado de norte a sul (1.400 km) e de leste a oeste (mais de 600 km), uma nova malha rodoviária estadual interliga todos os Municípios às principais artérias. O transporte de insumos (ração, alevinos, etc.) e a comercialização do pescado são realizados principalmente por via terrestre. E de acordo com a pesquisa de campo aplicada por nossos consultores, em geral as estradas federais, estaduais e vicinais estão em bom estado de conservação e não causam problemas relevantes para a cadeia⁶. No Piauí existe uma forma peculiar de transporte de pescado no modal rodoviário, que são os motoqueiros, que transportam o peixe inteiro comprado diretamente dos produtores e os carregam até às casas de seus clientes, consumidores finais (Figura 31).



Figura 31. Motocicleta que transporta o peixe comprado dos piscicultores na zona rural do Piauí.

4.5.2. Modal Hidroviário

Parnaíba, Poti, Canindé, Piauí, São Nicolau e Gurguéia são os principais rios do Piauí, com destaque para os rios Parnaíba e Poti. A Bacia do Parnaíba é uma das doze regiões

⁶ Disponível em <<http://www.cri.pi.gov.br/conheca.php>>.

hidrográficas do território brasileiro, tendo o rio Parnaíba como o principal da região, com aproximadamente 1.400 km de extensão onde se localiza o Delta do Parnaíba, formado por mais de 70 ilhas. É o único que deságua em mar aberto nas Américas, com uma extensão de mais de 2.700 km². No caso da cadeia produtiva da piscicultura, este modal poderia ser utilizado no transporte de insumos (milho e/ou soja) para a fabricação de ração, o que certamente tornaria este item mais barato para a indústria e conseqüentemente para os piscicultores.

4.5.3. Modal Aéreo

O Aeroporto de Teresina Senador Petrônio Portela opera voos regionais e nacionais e tem capacidade para receber aviões de médio e grande porte. Situado a 4 km do Centro de Teresina, oferece boas condições operacionais. O Aeroporto de São Raimundo Nonato opera voos regionais, nacionais e internacionais. Situado na cidade de São Raimundo Nonato, tem capacidade para receber aviões de médio e grande porte. O Aeroporto Internacional Prefeito Dr. João Silva Filho fica localizado em Parnaíba a 350 km de Teresina e opera voos regionais e nacionais, além de receber voos internacionais da Europa. No que diz respeito à cadeia produtiva da piscicultura, este modal poderá ter importância no futuro, quando da possibilidade de exportação de pescado.

4.6. Formas de Agregação de Valor

O peixe cultivado no estado do Piauí é vendido, na sua maioria, inteiro e fresco aos motoqueiros intermediários. Porém, já há produtores vendendo o peixe fresco e/ou inteiro eviscerado, especialmente as tilápias produzidas em tanques rede. Mas na verdade, a grande forma de agregação de valor da cadeia produtiva da piscicultura do estado do Piauí não é no produto, mas sim no serviço. A questão dos motoqueiros que compram os peixes diretamente dos piscicultores e os levam para as casas dos consumidores finais em dias e locais específicos, a chamada “linha do peixe”; não deixa de ser uma forma peculiar e interessante de agregação de valor “no serviço”, visto que proporciona uma enorme comodidade aos consumidores finais, que já sabem que naquele dia terão à sua disposição o pescado, sem precisar, em muitos casos, nem sair de casa para comprar.

5. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

De posse dos dados coletados no campo por nossa equipe de consultoria, foi possível apresentarmos um pouco de como está distribuída geograficamente a cadeia produtiva da piscicultura no estado do Piauí.

5.1. Alevinagem



A estação pública de Nazária, pertencente à Secretaria do Desenvolvimento Rural do governo do estado do Piauí, é a principal fonte de origem dos alevinos produzidos no estado e vendidos aos piscicultores piauienses, com 20% do total.

Em seguida há uma distribuição uniforme da origem dos alevinos nos municípios de Bocaina, Buriti dos Lopes, Esperantina, Madeiro, Morro do Chapéu, Picos e Piripiri, com 11% cada um (Figura 32).

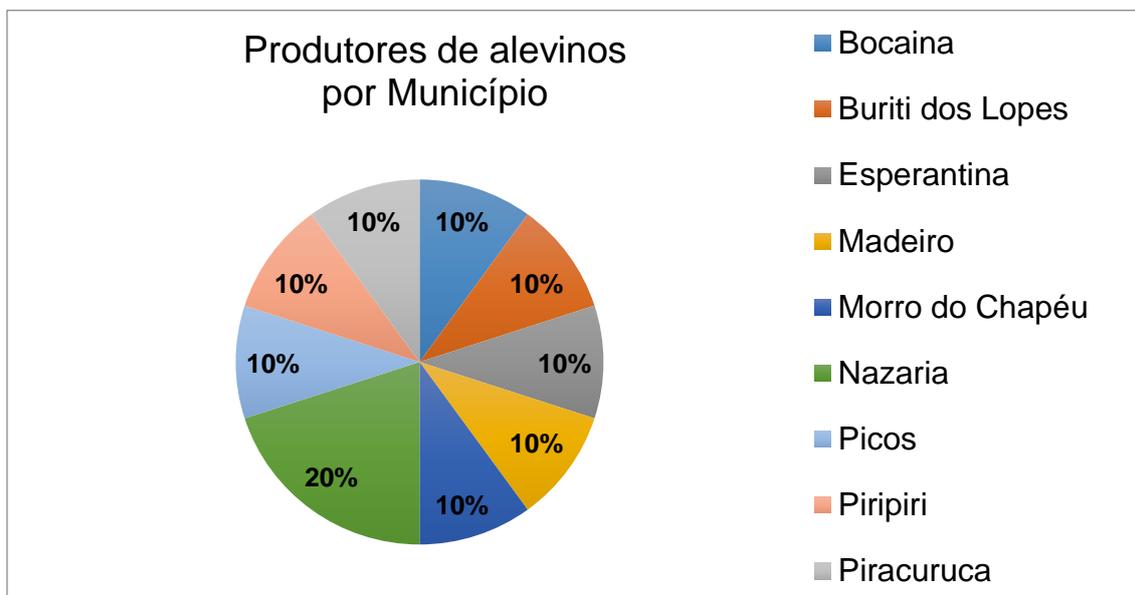


Figura 32. Distribuição por município dos produtores de alevinos do Piauí.

Importante ressaltar que os principais fornecedores de alevinos de tilápias, pintados e pirarucus para os produtores piauienses são de fora do estado (Ceará, Mato Grosso do Sul, dentre outros). Assim, não são relatados problemas relevantes na oferta de alevinos de tambaquis/ tambatinga. No caso de outros peixes, porém, há dificuldades relatadas, especialmente na sazonalidade desta oferta (surubins e pirarucus) e na qualidade (tilápias).

Desta forma, investimentos em unidades produtoras de alevinos são essenciais para a disponibilização contínua destas espécies, em quantidade e qualidade, visto que são muito adequadas para a criação na região e que ajudarão no desenvolvimento da cadeia produtiva da piscicultura no estado.

5.2. Engorda

Em relação aos piscicultores que realizam a engorda de peixes, temos que o principal município nesta atividade é Nazária (20%), seguido por Esperantina (19%), Madeiro (16%), Piracuruca (8%) e Guadalupe (8%). A Figura 33 apresenta os municípios onde se encontram os piscicultores de engorda.



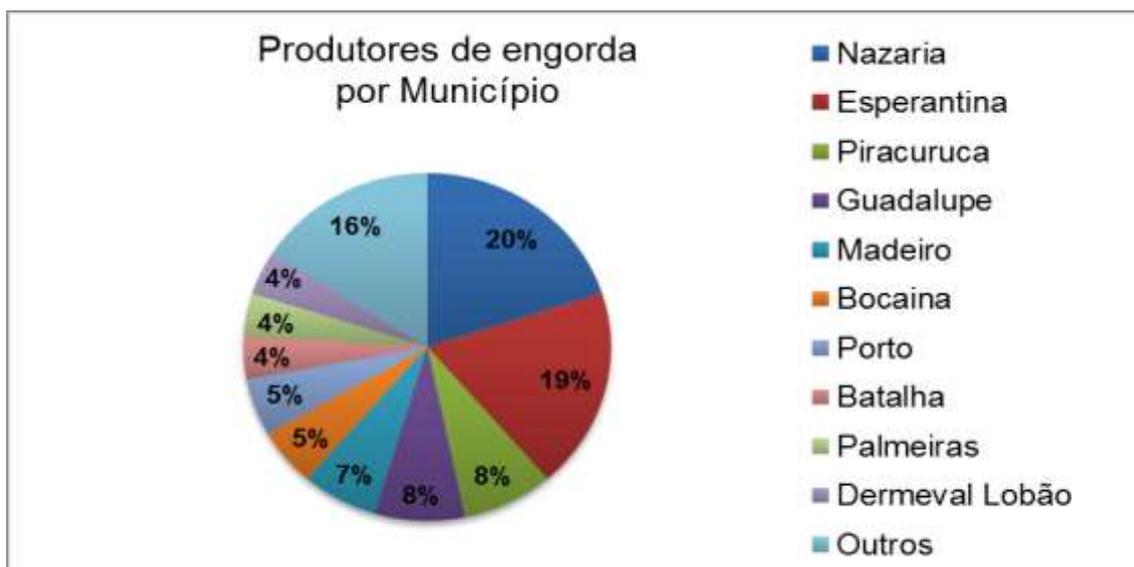


Figura 33. Distribuição por município dos piscicultores de engorda no Piauí.

Importante ressaltar a importância que o município de Guadalupe tem para o futuro da atividade no estado, em virtude do reservatório de Boa Esperança, no qual há uma capacidade de suporte calculada pela Agência Nacional das Águas (ANA) de 24.000 toneladas por ano, o que vai tornar este município no maior ou em um dos maiores produtores de peixe do país.

Com relação à produção em tanque-rede, com exceção da barragem de Boa Esperança em Guadalupe, onde atualmente existe dois Gaúchos e cinco Cearenses produzindo, em todas os outros corpos de água a produção é feita na grande maioria por associações que produzem peixes em tanques-redes, sendo menos sujeitos à problemas de qualidade de água e conseguem produzir médias relativamente boas, da ordem de 80 kg/m³. É importante mencionar que estas associações normalmente têm tido apoio técnico da CODEVASF, SEBRAE e Secretaria de Desenvolvimento Rural do estado (SDR), o que contribui para bons resultados zootécnicos e econômicos.

Há de se ressaltar ainda, a participação efetiva de apenas dez municípios piauienses na atividade de engorda com uma produção se mostra representativa. Se levarmos em conta que o estado do Piauí possui 224 municípios, muitos deles com um enorme potencial para a atividade da piscicultura e que ainda não a utilizam ou utilizam muito pouco, podemos ter ideia do quão importante esta atividade pode vir a tornar-se neste estado, transformando-se numa ferramenta importante de geração de trabalho, renda e redução da pobreza na zona rural.

5.3. Ração

Há uma única fábrica de produção de ração para peixes no Piauí, a Fri-Ribe, que fica localizada na capital do estado, Teresina. Este item, até por ser o insumo mais caro da cadeia produtiva da piscicultura, tem uma importância prioritária. Se, por um lado, não há relatos de problemas relacionados à disponibilização de ração; por outro lado, há

muitas reclamações em relação à qualidade de algumas e ao constante aumento do preço de todas as rações ofertadas.

Estes problemas só poderão ser minimizados com a atração de novas unidades industriais de fabricação de ração, o que pode se tornar plenamente possível devido às condições necessárias para a atração deste tipo de empreendimento:

- Sob o ponto de vista da demanda: O enorme potencial para o aumento da produção de peixe cultivado no estado; seja através da produção de tilápias em tanque-rede, seja na produção de peixes redondos em viveiros, proporcionaria uma demanda suficiente e constante aos novos entrantes (novos piscicultores). Sob o ponto de vista da produção de rações: o estado do Piauí possui enormes áreas propícias para o cultivo de soja e milho, dois dos macro ingredientes mais importantes na formulação de rações para peixe, o que baratearia os custos de produção de uma fábrica de ração no estado.

Assim, há de se tomar ações necessárias que proporcione a transformação deste potencial em realidade, fazendo com que o estado do Piauí esteja em condições de competitividade para a atração destes investimentos.

5.4. Processamento

Da mesma forma, há somente uma única unidade de processamento de peixes no estado e que também está localizada na capital, Teresina. Porém, com o aumento da produção de peixe cultivado esperada para os próximos anos no Piauí, esta realidade deve se transformar.

Os mercados locais e regionais ainda não exigem um produto processado, porém pequenas ações de processamento (como a evisceração) devem começar a ser demandadas.

Além disso, em médio e/ou longo prazo, o aumento da produção em escala deverá provocar uma necessidade de maior industrialização deste pescado, em virtude de proporcionar maiores canais de venda aos produtores e maior variedade na oferta de produtos a serem disponibilizados aos consumidores.

Por fim, com a oportunidade de se atingir o mercado externo, necessariamente o foco será de pescado processado, na forma de filés e outros produtos com valor agregado.

6. COMERCIALIZAÇÃO

A comercialização pelo produtor do peixe cultivado no Piauí é realizada principalmente para os atravessadores (90%) e em menor parte (10%) aos consumidores finais (Figura 34).

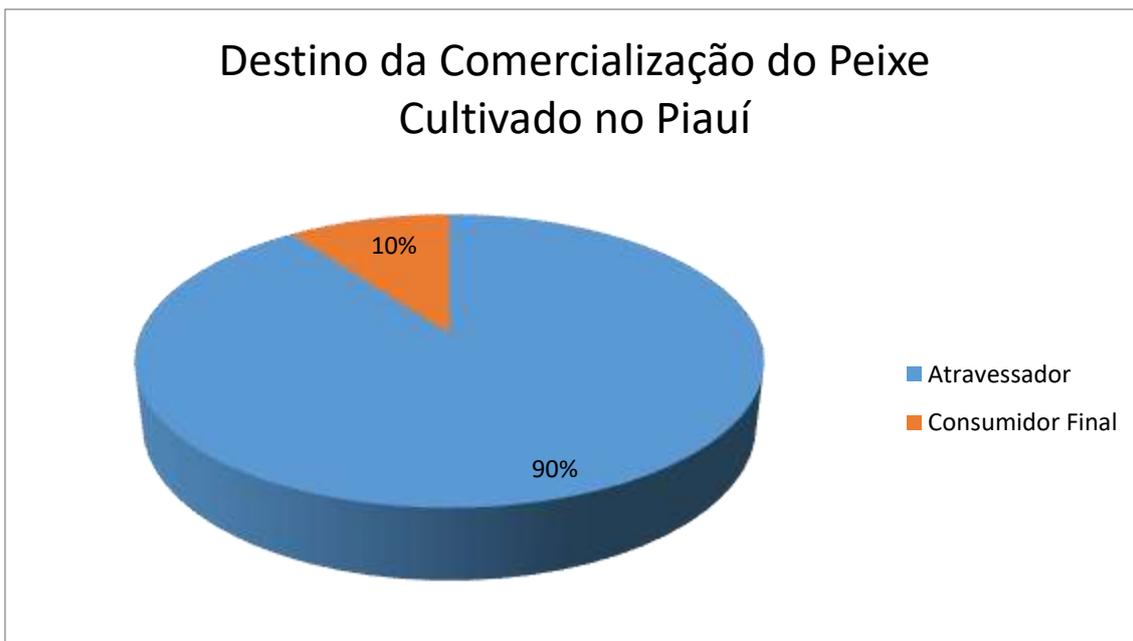


Figura 34. Destino primário do peixe cultivado produzido no Piauí.

O peixe produzido é comercializado quase que totalmente dentro do estado, sendo exportado nas regiões de fronteira ou perto dela, para o Maranhão e Ceará. É importante notar a presença de um grande número de motoqueiros (atravessadores) que movimentam o mercado do peixe, principalmente no Território dos Cocais e Entre Rios. Esses atravessadores compram o peixe nas fazendas e revendem nos interiores em rotas que variam de 30 a 50 km, cada moto carrega 50 quilos de peixe em caixas de isopor.

Também existe uma modalidade de venda para os piscicultores que possuem DAPI, que é o programa compra direta da CONAB e SDR, que embora limitado atualmente em 630 kg por produtor, pagam um valor de R\$ 9,47/kg, bem acima do praticado no mercado local. Dessa forma, os pequenos produtores recebem esse incentivo através dessa modalidade de venda, o que melhora os rendimentos da atividade.

Os preços estavam estáveis até janeiro/2016, em torno de R\$ 5,50/kg do peixe fresco sem processamento algum. Como os últimos anos foram secos, de pouco inverno, e nos últimos meses a ração vem subindo de preços sem parar, nota-se que de janeiro até o corrente mês de março o peixe teve um bom aumento, para R\$7,00/kg (aumento de 27%) e em alguns lugares até R \$7,50 (aumento de 36%).

Podem-se citar os principais canais de escoamento da produção como sendo:

- Dentro das unidades de produção os motoqueiros que são fieis a cada piscicultor;
- Peixarias que geralmente são do próprio piscicultor na cidade onde tem sua piscicultura e nas cidades vizinhas;
- Venda a atravessadores/atacadistas da região de Teresina;



- Venda a atravessadores/atacadistas do Ceará, no caso da Tilápia produzida em alguns empreendimentos de tanques-rede (Bocaina e Guadalupe);
- Venda direta ao Estado (SDR e CONAB).

A principal forma de comercialização (Figura 35) é de peixe inteiro fresco (90%), porém, 10% da produção já é comercializada na forma de peixe inteiro eviscerado. Esta última forma é realizada especialmente pelos produtores de tilápias do município de Guadalupe e em projetos apoiados pela CODEVASF.

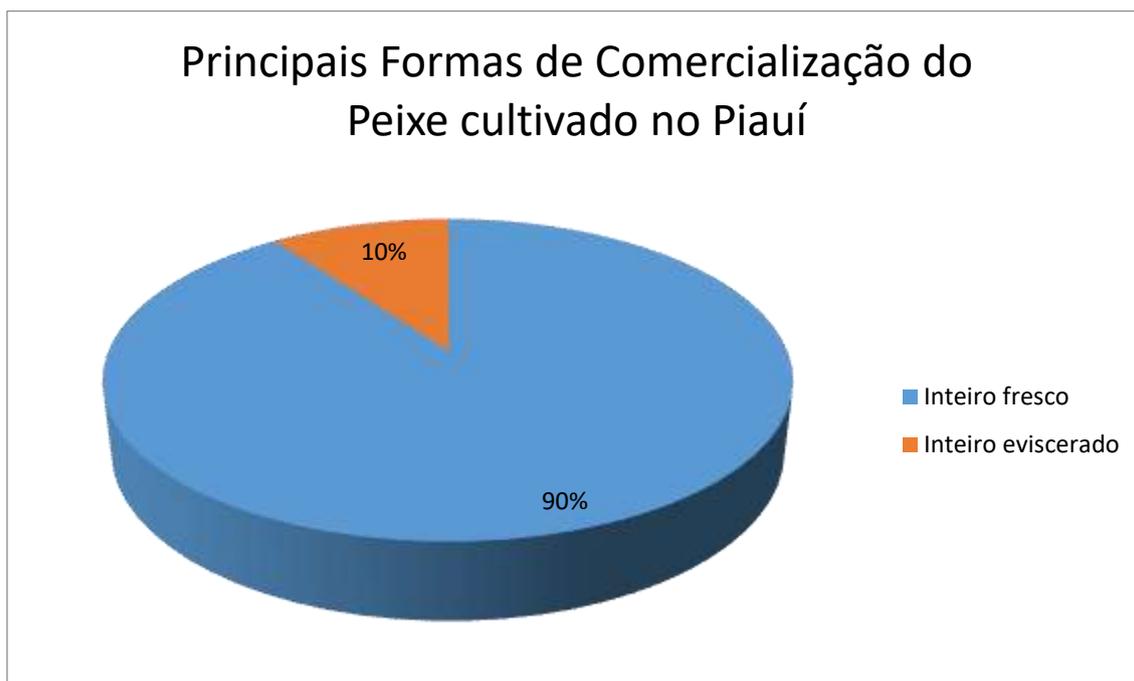


Figura 35. Principais formas de comercialização do peixe cultivado no Piauí.

Outro fator importante, desta vez na cadeia de pescado como um todo é a pouca diversidade na oferta de produtos pesqueiros no estado. Essa reclamação é feita tanto pela única indústria processadora (Empório Pescados) que possui Sistema de inspeção estadual (SIE) e Sistema de inspeção federal (SIF), quanto pelos supermercados, peixarias e restaurantes. Já os supermercados reclamam do alto preço de compra, o que compromete suas vendas ao consumidor final. Por sua vez, estes supermercados têm uma restrita cadeia de frios, o que compromete o armazenamento. Nos restaurantes normalmente são comercializados os seguintes tipos de peixe: pescada amarela (pesca), salmão (importado), tilápia e tambaquis.

As Figuras 36 e 37 apresentam os principais atravessadores de pescado no estado do Piauí, os motoqueiros. Eles compram a produção dos piscicultores e a vendem diretamente nas casas dos consumidores finais.





Figura 36. Motoqueiros realizando o transporte do peixe para a venda nos ramais da zona rural do estado do Piauí.



Figura 37. Pesagem do peixe durante a venda no interior do estado do Piauí.

7. CONTEXTO INSTITUCIONAL

Este item foi dividido nos aspectos relacionados à regulação, pesquisa, assistência técnica, associativismo/cooperativismo e fornecimento de insumos e equipamentos, com uma apresentação das respectivas entidades e aspectos referentes a cada uma dessas áreas.



7.1. Agências reguladoras

A produção de alimentos na perspectiva de desenvolvimento sustentável vem se tornando um dos maiores desafios para as nações no século XXI. A segurança alimentar, em termos de produção, distribuição e direitos de acesso da população a alimentos de qualidade, associada à eficiência econômica dos sistemas de produção e os potenciais impactos ambientais da agricultura, pecuária e aquicultura, tornam urgente o desenvolvimento de políticas integradas que assegurem uma produção aquícola sustentável (BARROSO *et al.*, 2007).

Nas zonas específicas, os empreendimentos aquícolas são incentivados e protegidos por medidas legais, que traçam diretrizes para o desenvolvimento de potenciais empreendimentos, bem como visam o planejamento e ordenamento das atividades aquícolas já implementadas (CHUA, 1997; GESAMP, 2001). Os entraves encontrados para o avanço da aquicultura no país são de cunho ambiental, de estruturação da cadeia produtiva, de linhas de crédito e a elevada carga tributária (OSTRENSKY *et al.*, 2008). Diante das perspectivas para o setor, a aquicultura brasileira vem ganhando contornos de grande importância no cenário nacional, porém, questões jurídicas devem ser consideradas em busca do seu melhor desempenho.

No estado do Piauí apesar da aquicultura ainda ser uma atividade economicamente embrionária, caracterizada por projetos de pequeno porte, individuais ou comunitários, que ainda operam de maneira independente entre si e que, na maioria das vezes, a atividade vem beneficiando pequenos produtores rurais e pescadores, apesar de não representar a principal fonte de renda na região (KUBITZA e CAMPOS, 2010). E como visto anteriormente, em algumas regiões a aquicultura já é a principal atividade da propriedade, o que demonstra uma mudança nos últimos anos.

Neste sentido, considerando o potencial do Estado para o desenvolvimento da atividade aquícola como atividade promissora para a geração de emprego e renda, iniciativas vem sendo desenvolvidas por entes federativos como forma de incentivo à pesquisa, novas tecnologias, assistência técnica e extensão rural, entre outras, que permitirão o incremento na produção e de toda cadeia produtiva, equilibrando a produção, o desenvolvimento socioeconômico e o meio ambiente, principalmente voltadas à regularização ambiental, sanitária e legal da aquicultura.

As agências reguladoras em geral precisam de recursos humanos para atender a todos os pontos de produção e comercialização existentes no estado, que é muito grande. As autuações são pontuais e em geral infrutíferas, pois são aplicadas em uma cadeia produtiva desestruturada. Na época da semana santa há uma intensificação nas atividades de fiscalização da ADAPI, MAPA e SDR- prefeitura (que recebeu recentemente da GEVISA a atribuição de fiscalizar os pontos de comercialização). Está havendo um movimento coordenado pela Câmara Setorial da Pesca e Piscicultura de implantar pequenos centros de beneficiamento para atender as exigências de certificação de origem do produtor ao ponto de comercialização. É necessário estruturar a cadeia produtiva para que a legislação possa ser aplicada, principalmente frentes aos pequenos produtores.



Assim, realizamos uma compilação e avaliação sistêmica de todas as normativas vinculadas à atividade aquícola no estado do Piauí, principalmente quanto aos aspectos ambientais, tributários e sanitários; e um levantamento das legislações vigentes em outros estados que obtiveram avanços nos procedimentos de licenciamento ambiental para a aquicultura. Com isso, nos foi possível encaminhar proposta de ações que visem avanços jurídicos permitindo um crescimento equilibrado da atividade no Estado, tais como:

- Propor Minuta de Projeto de Lei a ser encaminhado à Assembleia Legislativa do Estado do Piauí, que contemple as alterações propostas, visando subsidiar o Órgão Estadual de Meio Ambiente do estado do Piauí à edição de legislações direcionadas especificamente à atividade aquícola, com base na Resolução do CONAMA nº 413/2009, no novo Código Florestal e em outras normativas federais pertinentes.
- Recomendações de condicionantes que flexibilizem o licenciamento ambiental da atividade, tais como mitigação, compensação, termo de ajuste de conduta, entre outros.
- Possibilidade de revisão de impostos e tributos e estabelecimento de incentivos fiscais, levando em conta as isenções atuais e o que está sendo proposto em outros Estados.
- Possibilidade da criação de um Fundo de Desenvolvimento da Aquicultura, considerando a perspectiva de aumento na contribuição da atividade na economia do Estado.
- Possibilidade de criação de departamento específico na Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural para a atividade da aquicultura. Proposição da estrutura administrativa para a melhor implantação das alterações propostas na legislação.
- Proposta de oficinas e audiências públicas no Estado, visando a construção participativa, levantando a demanda da atividade junto aos atores envolvidos, tanto do setor como de diferentes esferas de governo.

7.2. Pesquisa

Há um curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Piauí, localizado em Parnaíba e um curso de zootécnica com atuação em aquicultura localizado na capital, Teresina, os quais realizam pesquisas na área aquícola. Também em Parnaíba, está localizada a EMBRAPA Meio Norte, que possui um grupo de pesquisadores especialistas em aquicultura que poderiam trabalhar conjuntamente com outras instituições e junto à iniciativa privada, caso haja uma articulação institucional para isso. Porém, segundo relatos dos piscicultores, muito poucas ações têm sido realizadas de forma contínua e efetiva



7.3. Assistência Técnica

Faltam recursos humanos especializados para fazer frente à atual demanda da piscicultura. No processo de desenvolvimento da cadeia produtiva tal fato tenderá ao agravamento. As instituições do governo precisam ser efetivamente apoiadas, pois estão sucateadas e à beira da falência, apesar da grande importância no contexto desenvolvimentista e capacidade de capilarizar na condução da tecnologia, como é o caso da EMATER.

O SENAR é uma instituição que também atua além de sua capacidade e propósito de contribuição social. Embora tenha apoio de material didático vindos de Brasília, faltam recursos humanos suficientes para atender a demanda por orientação técnica, principalmente nas comunidades carentes.

O SEBRAE realiza um grande trabalho, cobrindo várias dimensões que envolvem a cadeia do negócio, indo do projeto do empreendimento até o consumidor final através da gastronomia. Mas tem limitações estratégicas no escopo de seu atendimento ao mercado. Existem restrições se os projetos não forem apoiados de forma integral em todas as suas fases.

A CODEVASF, com vários projetos em tanques-redes, e a EMPLANTA, empresa grande de consultoria em extensão rural no estado, utilizam o apoio do SEBRAE, fazendo uso de seus consultores e materiais técnicos. Tanto a CODEVASF como o SEBRAE possuem inúmeras publicações disponíveis na internet que podem ser diretamente utilizadas pelos produtores e técnicos em piscicultura, podendo ajudar a melhorar o nível tecnológico dos piscicultores.

A UFPI parece ficar circunscrita a uma atuação periférica e centrada no setor acadêmico, com poucos projetos práticos e de abrangência impactante para com os empreendimentos dos pequenos. Parece que o campus de Parnaíba está mais integrado ao setor em função do Curso de Engenharia de Pesca. No entanto, para as ações de ambos os campi, faltam recursos humanos e financeiros, como também, uma maior integração com a comunidade empresarial.

A EMBRAPA, apesar de um corpo técnico do mais alto nível, sofre continuamente com cortes orçamentários, de forma que projetos e pesquisas importantes para o setor estão sendo postergados. Entretanto, também disponibiliza em seu site inúmeras publicações que podem ser diretamente utilizadas pelos produtores e técnicos em piscicultura, podendo ajudar a melhorar o nível tecnológico dos piscicultores.

Os consultores independentes e preparados, apesar de verem um aumento da demanda pelo apoio técnico, concorrem entre si reduzindo os preços das consultorias cobradas. Tal ação sugere mais que uma tentativa de sobrevivência no mercado, mas, principalmente, uma ação para reduzir a penetração daqueles técnicos menos capacitados que apareceram no mercado de consultoria. Mas no âmbito geral, o cenário é muito propício ao trabalho do consultor, principalmente pela carência do poder público em atender as demandas atuais.

Apesar da grande diversidade de atores atuando no apoio técnico do setor, suas ações são setoriais, pulverizadas e pontuais. Talvez com o início do PLANO DE



DESENVOLVIMENTO DA CADEIA PRODUTIVA DA PISCICULTURA no estado, seja importante a criação de uma câmara técnica para uniformizar a linguagem dos materiais disponibilizados, conteúdo didático e estratégias de abordagem, visando com isso atender o mais rápido e efetivamente possível o cliente alvo do PLANO: pequenos produtores e comunidades carentes. É necessária uma integração de todos os atores técnicos e suas respectivas instituições, maximizando assim suas aptidões vocacionais e pontos fortes com vistas à educação do piscicultor.

7.4. Associações e Cooperativas

Os pequenos produtores carecem de representatividade mais ampla e efetiva. As associações existentes precisam ser fortalecidas com apoio do poder público, sob a ótica dos aspectos legais, técnicos, gerenciais e socioeconômicos.

A Câmara Setorial da Pesca e Piscicultura, um grande passo que agregou em torno de si temas importantes do setor, ainda carece de apoio e estratégias mais pragmáticas para representar de forma efetiva a cadeia de suprimentos como um todo. Um elo importante da cadeia, que são os atravessadores/atacadistas, está marginalizado desta representatividade e apoio público. Isto cria uma distorção funcional, com regras próprias e que geralmente influenciam a harmonização dos preços entre os elos da cadeia de suprimentos. O produtor sofre pressão de preços de forma bilateral: pela indústria de insumos e pelos atravessadores/atacadistas, que desempenham um papel importante na irrigação da oferta, fazendo chegar ao mercado os produtos que de outra forma seria inexequível ao pequeno produtor.

Portanto, é necessário estruturar as associações para que os pequenos produtores possam se fazer representar diante do cenário do setor da piscicultura. É necessário estruturar os outros elos da cadeia de suprimentos para tentar de alguma forma democratizar os lucros, distribuindo-os de forma equânimes por toda a cadeia.

7.5. Fornecedores

Há uma clara deficiência em relação à rede de fornecedores (em geral) para a cadeia produtiva da piscicultura no estado do Piauí. Talvez pelo fato da atividade ainda não ter uma importância relativa; tanto em relação aos atores estaduais, quanto para as próprias empresas fornecedoras. Porém, certamente isto tende a mudar nos próximos anos e os fornecedores que compreenderem essas mudanças de forma mais objetiva e concreta, tenderão a investir mais no estado e a ter maiores retornos.

A predisposição em aumentar os investimentos em fábricas de ração, unidades de processamento de pescado, fábricas, distribuidores e representantes de produtos agropecuários virá quando essas empresas (1) compreenderem que o estado do Piauí apoia e age pelo desenvolvimento da cadeia produtiva da piscicultura e (2) sentirem segurança para investir de acordo com as ações e decisões tomadas neste estado. Assim, aliados a este apoio, virão os investimentos que suprirão estes importantes elos desta cadeia produtiva.



7.6. Bancos e Agências de Fomento

Existe dinheiro disponível para o fomento da piscicultura, mas inexitem projetos que atendem a esta disponibilidade. Os pequenos produtores não conseguem atender as exigências formais das instituições ambientais, por falta de conhecimento e por morosidade no trâmite dos processos internos das instituições responsáveis pelo licenciamento.

Dos cinco milhões de reais que a Secretaria de Desenvolvimento e Tecnologia do Estado dispunha em 2015, somente um milhão foi utilizado. O Banco do Brasil, embora disponibilize recursos para financiar a piscicultura, afirma que a demanda ainda é extremamente pequena. O Piauí Fomento, órgão do estado que fomenta as atividades da agricultura familiar, também afirma que as dificuldades esbarram no atendimento das formalidades exigidas, sejam elas legais ou de garantias.

O consenso das agências é de que existem recursos por parte dos bancos particulares e estaduais, o que falta na essência é preparar o mercado alvo para absorvê-los. Por outro lado, em função das garantias exigidas, os bancos e agências de fomento também burocratizam os processos internos, dificultando com isso a liberação do microcrédito.

É essencial criar um novo modelo de liberação de microcrédito para os pequenos produtores e comunidades excluídas que serão alvo desta parceria Público-Privada Comunitária. É fundamental também um programa de treinamento em educação financeira e gerencial, de forma ampla e didática.

8. CADEIA PRODUTIVA DA PISCICULTURA

Com os levantamentos feitos a campo, se pode desenhar de forma básica a estrutura da cadeia produtiva da piscicultura no estado do Piauí, que pode ser vista na Figura 38. Esta estrutura tenta mostrar as relações entre os elos da cadeia e seus atores, deixando claro o imbricado relacionamento entre eles, principalmente depois da saída do peixe do produtor, ou seja, “depois da porteira”, evidenciando como as questões mercadológicas influenciam a cadeia de valor e a remuneração dos elos a montante.



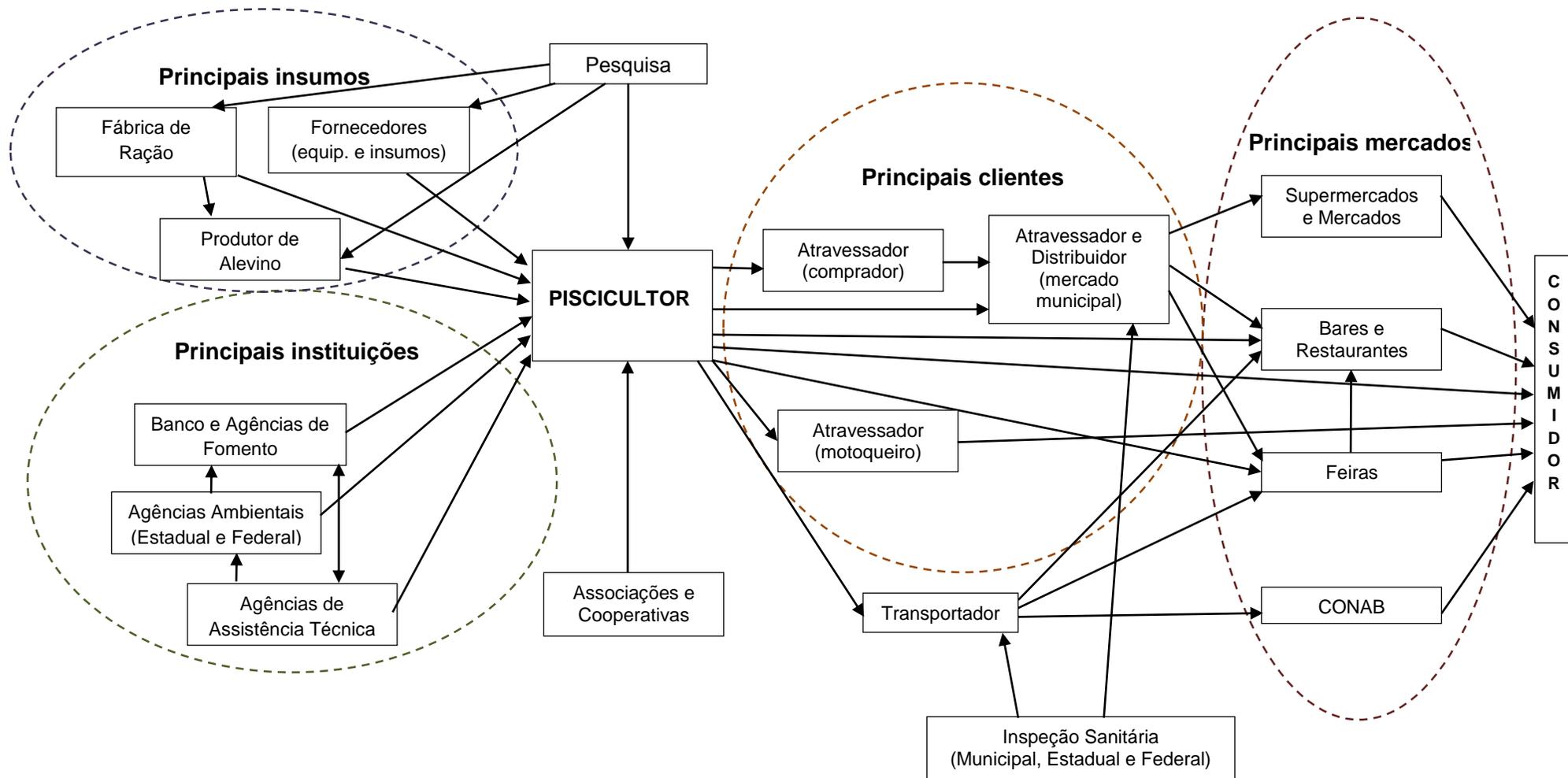


Figura 38. Estrutura básica da cadeia produtiva da piscicultura com seus principais atores e elos no estado do Piauí.

9. POTENCIAL DE PRODUÇÃO PARA A AQUICULTURA NO PIAUÍ

Para se visualizar minimamente o potencial produtivo do estado, é apresentada uma breve descrição de estimativas futuras para a produção de peixe cultivado no Piauí. Porém, com o macrozoneamento elaborado no PRODUTO 4 será possível estimar a área apta à produção de, conseqüentemente, o potencial da piscicultura para todo o estado.

9.1. Tanques-rede

Há vários reservatórios de águas de domínio da União e de domínio estadual no estado do Piauí. Porém, para se utilizar as águas destes reservatórios para fins de aquicultura com responsabilidade é necessário se calcular as respectivas capacidades de suporte. No caso de águas de domínio da União, a Agência Nacional das Águas (ANA) faz esse cálculo mediante a metodologia de Dillon e Riggler (1974). No caso dos reservatórios estaduais, o estado deveria efetuar esses cálculos.

De acordo com a Agência Nacional das Águas (ANA), instituição responsável por realizar o cálculo das capacidades de suporte e emitir as outorgas em águas de domínio da União, somente no reservatório de Boa Esperança há uma capacidade de suporte calculada de 24.000 toneladas de pescado cultivado por ano. Há inúmeros corpos de água de domínio do estado do Piauí e da União que não tem sua capacidade de suporte estimada, ou que possuem pouca expressão, como pode ser visto na Tabela 3, mas que certamente possuem um potencial muito grande de produção e que irão contribuir para o desenvolvimento da piscicultura no estado.

Assim, seria necessária uma articulação institucional entre o governo do estado, através da Secretaria de Desenvolvimento Rural – SDR e a Agência Nacional das Águas - ANA, com o objetivo de se realizar os estudos que permitam o cálculo das capacidades de suporte dos reservatórios localizados no estado do Piauí, independentemente da dominialidade dos mesmos; pois assim seria possível calcular de forma efetiva o potencial de produção em tanque-rede neste estado.

No diagnóstico realizado pela Fishtec Consultores Associados no ano 2000, esta empresa estimou uma capacidade de produção de 258 mil toneladas nos corpos d'água do estado do Piauí, considerando uma produtividade média de 200 kg/m³/ano e com a área recomendada para este cultivo em relação à área total do reservatório não ultrapassando 0,3%, para não deflagrar processos de eutrofização.

A Tabela 3 apresenta as barragens e reservatórios do estado do Piauí, de acordo com o DNOCS/CONDEPI (2002), com uma capacidade de armazenamento de água em torno de 7 bilhões de metros cúbicos de água.

Tabela 3. Barragens e reservatórios no estado do Piauí (DNOCS/ CONDEPI, 2002).

Nº	Nome	Município	Mesorregião/ (dist. da Capital)	Bacia Hidrográfica	Capacidade	Área (ha)	Responsável
1	Algodões I	Cocal	Norte / 268 km	Rio Piraji	51.000.000	288	COMDEPI/DNOCS
2	Anajás	Piripiri	Norte / 183 km	Rio Longá	1.282.600	SI	DNOCS
3	Caldeirão	Piripiri	Norte / 183 km	Rio Longá	54.600.000	1.000	DNOCS
4	Pé de Serra	Piripiri	Norte / 183 km	Rio Longá	54.000	SI	DNOCS
5	Piracuruca	Piracuruca	Norte / 196 km	Rio Longá	250.000.000	4.159	COMDEPI
6	Beneditinos	Beneditinos	Centro-Norte/ 91 km	Rio Poti	4.290.080	SI	DNOCS
7	Bezerro	José de Freitas	Centro-Norte/ 48 km	Baixo Parnaíba	10.000.000	457	COMDEPI
8	Corredores	Campo Maior	Centro-Norte/ 82 km	Rio Longá	63.300.000	850	COMDEPI
9	Campo Maior	Campo Maior	Centro-Norte/ 82 km	Rio Longá	600.000	SI	DNOCS
10	Joana	Pedro II	Centro-Norte/ 195 km	Rio Longá	10.670.000	124	DNOCS
11	Mesa de Pedra	Valença do Piauí	Centro-Norte/ 210 km	Rio Poti	55.648.300	1.150	COMDEPI
12	Aldeias	São Raimundo Nonato	Sudoeste/ 510 km	Rio Canindé	7.235.250	281	DNOCS
13	Bonfim	Bonfim do Piauí	Sudoeste/ 547 km	Rio Canindé	3.821.250	132	DNOCS
14	Caracol	Caracol	Sudoeste/ 605 km	Rio Canindé	585.000	SI	DNOCS
15	Nonato	Dom Inocêncio	Sudoeste/ 615 km	Rio Canindé	9.021.250	SI	DNOCS
16	Petrônio Portela	São Raimundo Nonato	Sudoeste/ 510 km	Rio Canindé	181.248.100	2.350	DNOCS
17	Salinas	São Francisco do Piauí	Sudoeste/ 317 km	Rio Canindé	387.407.413	5.048	COMDEPI/DNOCS
18	Boa Esperança	Guadalupe	Sudoeste/ 345 km	Bacias Difusas	5.000.000.000	SI	SI
19	Poços	Itaueiras	Sudoeste/ 344 km	Rio Itaueira	43.000.000	SI	SI
20	Barreiras	Fronteiras	Sudeste/ 400 km	Rio Canindé	52.800.000	447	DNOCS
21	Bocaina	Bocaina	Sudeste/ 324 km	Rio Canindé	106.000.000	1.100	DNOCS
22	Cajazeiras	Pio IX	Sudeste/434 km	Rio Canindé	240.702.000	496	DNOCS
23	Ingazeiras	Paulistana	Sudeste/ 452 km	Rio Canindé	25.719.750	459	DNOCS
24	Jenipapo	São João do Piauí	Sudeste/ 486 km	Rio Canindé	248.000.000	2.100	DNOCS
25	Pedra Redonda	Conceição do Piauí	Sudeste/ 459 km	Rio Canindé	216.000.000	2.440	COMDEPI/DNOCS
26	Dos Poços	Simplicio Mendes	Sudeste/ 416 km	Rio Canindé	911.400	SI	DNOCS
27	Cajueiro	Jaicós	Sudeste/ 352 km	Rio Canindé	15.000.000	SI	SI
28	Soisão	Oeiras	Sudeste/ 313 km	Rio Canindé	8.000.000	SI	SI

29	Pimenteiras	Pimenteiras	Centro-Norte/ 252 km	Rio Poti	SI	SI	SI
----	-------------	-------------	----------------------	----------	----	----	----

9.2. Viveiros Escavados

Certamente existem diversas áreas no estado com grande potencial de produção de peixes e que poderão ser visualizados no macrozoneamento da piscicultura para o estado (PRODUTO 4). Como exemplo, somente na área do MATOPIBA (acrônimo para a área que compreende algumas partes dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), o Piauí está presente com 33 municípios em quatro microrregiões (Alto Parnaíba Piauiense, Bertolínia, Alto Médio Gurguéia, Chapadas do extremo Sul Piauiense), perfazendo um total de aproximadamente 8,2 milhões de hectares, os quais são muito adequados para a agropecuária e possuem grande potencial para piscicultura. Como a produtividade verificada no estado está na faixa de 7 a 8 t/ha (sem nenhum incremento tecnológico), se apenas 0,05% ou 4.100 hectares dessa área fosse destinada para a piscicultura, haveria um potencial de produção da ordem de 30 mil toneladas/ano, o dobro da atual produção do estado. A Figura 39 apresenta a delimitação territorial proposta para o MATOPIBA pelo Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA (2015).

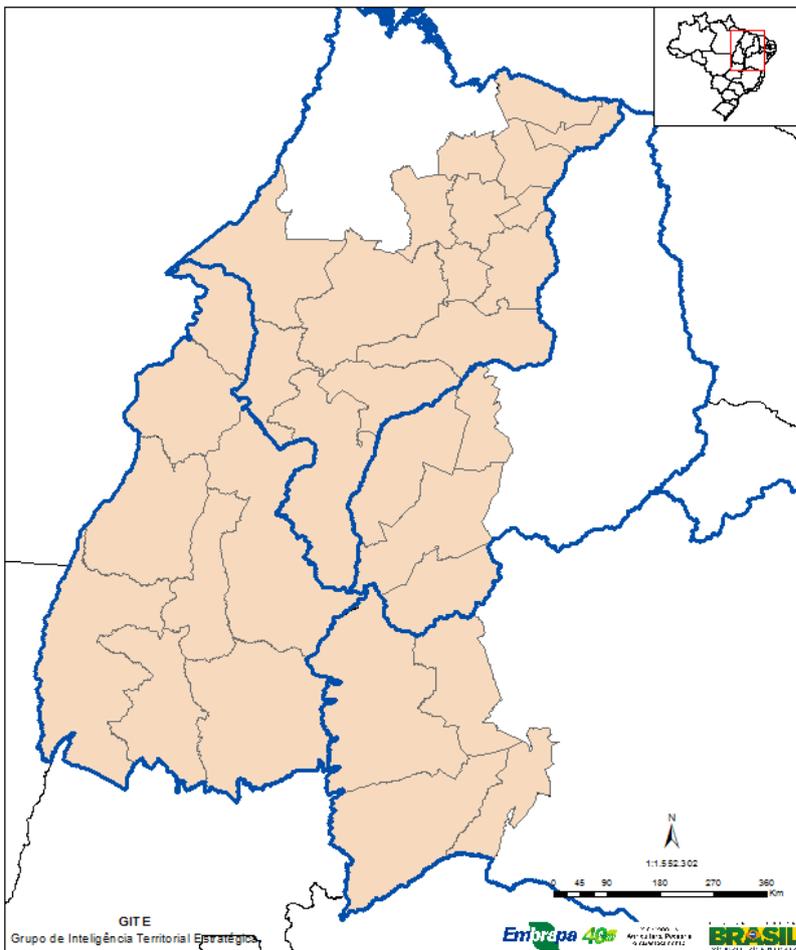


Figura 39. Delimitação territorial do MATOPIBA e suas regiões.

9.3. Zoneamento

A identificação de zonas aptas para o franco desenvolvimento da aquicultura é uma ação de extrema importância para o planejamento do crescimento da mesma. Uma série de situações, incluindo as mudanças climáticas (que podem afetar o estado, tornando-o possivelmente mais sujeito a períodos de estiagens prolongadas, bem como mudanças na disponibilidade de água de aquíferos podem ser incorporadas), econômicas e políticas também devem ser previstas para o delineamento deste potencial e crescimento e serão abordadas no estudo dos cenários da piscicultura (PRODUTO 3).

Em corpos d'água de domínio da União já foram realizados estudos de zoneamento em diversas represas hidrelétricas e reservatórios, mostrando o empenho e grande preocupação da Agência Nacional das Águas (ANA) e do antigo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), que tomou medidas para garantir que a atividade possa ser desenvolvida em bases sustentáveis e de forma ordenada, levando em conta a capacidade do meio ambiente em absorver os impactos gerados pela atividade sem prejuízos para os serviços ambientais ou para outros atores envolvidos e compartilhando os recursos aquáticos.

Uma consideração sobre este estudo é a importância desta iniciativa para o estado do Piauí, deficitário em aporte de água, principalmente de chuvas e coberto por extensas áreas de semiárido. Some-se a isto o fato de ser o estado costeiro com menor extensão litorânea da União, sendo reduzido seu acesso aos recursos marinhos. Portanto, a boa gestão dos recursos hídricos do estado é necessária e fundamental para o bem-estar de sua população.

O principal objetivo do trabalho apresentado no PRODUTO 4, com a elaboração do macrozoneamento da piscicultura continental, é produzir um mapa final de aptidão e com este uma proposta de zoneamento para aquicultura no Estado do Piauí: Este mapa será produzido com o melhor conhecimento disponível atualmente no estado, contando com informações georreferenciadas de vários tipos, incluindo derivada de tabelas e mapas originais ou em formato digital. Essa gama diversa de arquivos-base tem a característica de obrigar a uma normalização e com efeito de afetar a resolução espacial final pela limitação dos arquivos de menor resolução que compõem a base de dados. Portanto, embora haja informações com precisão métrica, como localização exata de empreendimentos aquícolas, ou pontos específicos de infraestrutura, obtidos com aparelho GPS, outros arquivos como relativos à fisiografia, qualidade de solos, e fatores ambientais, por vezes tem uma resolução bastante inferior (por isso denominado macrozoneamento).

Não obstante, a reunião da coleção de cartas, mapas e informações espaciais reunidas e tratadas pela equipe técnica do Projeto Pacu permitirá propor o macrozoneamento da atividade em questão de modo que análises mais aprofundadas possam ser identificadas para regiões específicas. Estas, poderão ser reestudadas futuramente, com a inserção de informações com maior resolução, obviamente implicando em um

aumento da precisão dos resultados, fato que pode gerar interesse ao estado, otimizando o planejamento a atividade e seu retorno social e econômico.

10. ESTRATÉGIAS DE INOVAÇÃO

Atualmente há o entendimento do governo do Estado de tornar a piscicultura uma prioridade de estado, com políticas definidas e de longo prazo para seu desenvolvimento. O desejo do governo do estado, juntamente com o de produtores e entidades piauienses, em aumentar a produção de pescado no estado do Piauí via aquicultura pode ser realizado basicamente de duas formas:

1. Aumento das áreas de cultivo: Proporcionar condições para que os atuais produtores aumentem suas áreas de cultivo e/ou atrair investidores interessados em investir em novas áreas de cultivo. Aqui há a necessidade de se ter vantagens competitivas capazes de atrair esses investidores, principalmente uma legislação ambiental ágil, desburocratizada e acessível. Neste item, o estado do Piauí tem condições de ampliar muito sua produção através dos cultivos em tanques-rede em águas de domínio da União (reservatório de Boa Esperança), nos reservatórios de águas e lagoas de domínio estaduais, que também podem ser utilizadas para este sistema de criação. Além disto, há um enorme potencial em diversas áreas de terra que possuem todas as condições para se implantar novos empreendimentos de piscicultura em tanques escavados e que estão mapeados no zoneamento aquícola realizado no produto 4 desta consultoria, no qual estão presentes informações sobre as regiões de maior aptidão para a aquicultura no estado do Piauí, levando-se em consideração fatores físicos/ ambientais e de infraestrutura.
2. Aumento da produtividade: Há uma extrema necessidade em aumentar a produtividade dos atuais sistemas de cultivo (viveiros e tanques-redes) em produção no Piauí, nos moldes do que há de mais moderno na aquicultura em nível mundial: intensificação dos cultivos, uso de aeração, ração de alta digestibilidade, utilização de bioflocos, cultivos com pouco uso de água, recirculação de água, etc. Além dessas novas tecnologias, a simples adoção de certas práticas de manejo, tais como: uso de alimentadores mecânicos, uso de probióticos, uso de aeradores de emergência, análises de qualidade de água e uso cultivos multifásicos, entre outros, permitiriam um aumento de produtividade com o uso da mesma área alagada.

10.1. Matriz GUT e Matriz SWOT

Para possibilitar o aumento da produção no estado, tanto em produtividade como em área, se torna imprescindível o melhor entendimento dos gargalos que enfraquecem a atividade, como também o potencial que esta possui, deixando claro para os empreendedores, tanto pequenos produtores quanto empresários rurais, as perspectivas desta atividade. Assim, o uso de ferramentas de gestão que permitam visualizar estas características é imprescindível. Para tanto, foram utilizadas a Matriz

GUT e a Matriz SWOT para o levantamento dos principais problemas da cadeia produtiva piauiense e para a identificação das Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças (Ambiente Interno e Ambiente Externo) que envolvem esta cadeia.

10.1.1. Elaboração da Matriz GUT – Gravidade/ Urgência/ Tendências

Os principais problemas que atravancam o desenvolvimento da cadeia produtiva da aquicultura no estado do Piauí foram identificados visitas de campo, por meio de questionários que foram aplicados aos diversos *stakeholders* (atores locais) dos diferentes elos da cadeia produtiva da piscicultura no estado do Piauí. A identificação destes problemas serviu de base para a elaboração da Matriz GUT. Uma vez levantados os principais problemas, a Matriz GUT preenchida e calculada a ordem de prioridade dos principais problemas e gargalos que atravancam o desenvolvimento da aquicultura no estado do Piauí, evitando a dispersão de ações e perda de efetividade na resolução destes problemas.

10.1.2. Principais Problemas

Os principais problemas levantados foram:

- Dificuldade de se obter o Licenciamento Ambiental;
- Deficiência na oferta de insumos (ração, energia e alevinos);
- Deficiência na Assistência Técnica;
- Dificuldade de acesso ao crédito;
- Morosidade nos processos de cessão de uso de espaços físicos em águas de domínio da União no Piauí para fins de aquicultura;
- Receio de problemas na comercialização devido à nova política sanitária;

A partir da listagem dos problemas apresentados, foi possível a elaboração da Matriz GUT (Gravidade X Urgência X Tendência), que permite a priorização destes problemas por ordem de importância. E esta ordem de importância foi dada de acordo com as respectivas pontuações recebidas por cada problema relatado em cada variável.

Como não poderia deixar de ser diferente em qualquer trabalho referente à aquicultura no Brasil, o processo de licenciamento ambiental ficou situado em primeiro lugar e deve ser priorizado de forma inicial. Para isto, o PRODUTO 7 desta consultoria sugere ajustes na legislação ambiental para a piscicultura e apresenta uma minuta de legislação ambiental que venha agilizar o processo de licenciamento ambiental no estado do Piauí.

A deficiência na oferta de insumos (qualidade e preço das rações; qualidade de disponibilidade de alevinos de algumas espécies e fornecimento de energia de forma inconstante e com oscilações) ficou evidente. Neste ponto, o PRODUTO 5 desta consultoria contempla o dimensionamento das estruturas industriais e produtivas para a cadeia produtiva da piscicultura no estado do Piauí, de forma que permitam o planejamento da atividade e seu pleno desenvolvimento dentro de um novo modelo de negócios, articulado conjuntamente entre o setor público e privado.

Tabela 4. Matriz GUT dos Principais Problemas da cadeia da piscicultura do Piauí.

Problema	G	U	T	GUT
Dificuldade no Licenciamento Ambiental	5	5	5	125
Deficiência da oferta de insumos (ração, energia e alevinos)	5	4	5	100
Deficiência na ATER	4	4	4	64
Dificuldade de acesso ao crédito	5	3	3	45
Morosidade nos processos de cessão de uso de águas da União	3	3	3	27
Receio de problemas na comercialização devido à nova política sanitária	3	1	3	9

Outro ponto considerado prioritário demanda uma ação firme por parte do governo do estado do Piauí, com o intuito de fortalecer sua estrutura de assistência técnica voltada para a aquicultura. A ATER aquícola não é relevante somente nos aspectos relacionados à produção e comercialização, mas também na elaboração e acompanhamento dos processos de licenciamento ambiental e de regularização fundiária. O difícil acesso ao crédito também foi um problema bastante relatado e tem uma estreita relação com o primeiro, visto que na maior parte das vezes os recursos destinados ao financiamento para o setor agropecuário existem; porém são de difícil acesso por não ter a licença ambiental.

A questão dos processos de cessão de uso de espaços físicos em águas de domínio da união para fins de aquicultura deve ser trabalhada de forma articulada, especialmente com o Ministério da Agricultura e Pecuária e com a ANA (cálculos de capacidade de suporte e emissão das outorgas).

Há também um receio dos piscicultores de que a política de sanidade a ser implantada pelo governo do estado venha a prejudicá-los, especialmente no que diz respeito à forma de comercialização do pescado cultivado, visto que 90% desta produção é vendida vendidos aos atravessadores/ motoqueiros; o que pressupões um diálogo entre os produtores, a SDR e a ADAPI antes de qualquer medida ser tomada.

10.2. Elaboração da Matriz SWOT DA CADEIA DA PISCICULTURA

A análise SWOT nos permite conhecer o ambiente do negócio (no caso, da cadeia produtiva da piscicultura do estado do Piauí), seus pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças. Uma análise de ambiente bem executada proporciona uma boa compreensão sobre as necessidades deste negócio, representado aqui pela cadeia produtiva da piscicultura.

Tabela 5. Matriz SWOT da cadeia da piscicultura no Piauí.

Forças	Oportunidades
Política de Governo	Transferência de Tecnologia
Potencial de Cultivo	Força Política
Fatores Ambientais	Acesso a Novas Tecnologias
Fatores Físicos	Novos Investidores
Câmara Setorial	Exportação
Fraquezas	Ameaças
Dificuldade no Licenciamento ambiental	Cenário político
Deficiência na oferta de insumos (ração, energia e alevinos)	Cenário econômico
Ausência de uma Política Sanitária	Ambientalismo
Baixa Tecnologia no Setor	Importação
Deficiência na ATER	Política Sanitária

Nesta cadeia temos claramente as principais forças identificadas como o apoio do governo do estado e da Câmara Setorial da Pesca e Piscicultura, aliados ao enorme potencial de aumento do cultivo de pescado. Como maiores, oportunidades, temos a possibilidade de aquisição e disponibilização de novas tecnologias e o uso das áreas com potencial produtivo. Se por um lado temos o apoio do governo do estado e a interação da Câmara Setorial; por outro temos um estado com enormes potencialidades para esta cadeia produtiva. Resta realizar ações que transformem esse potencial em realidade através de uma ação conjunta entre o setor produtivo e o governo.

As fraquezas são explicitadas por uma legislação ambiental ineficiente, uma deficiência na oferta quali-quantitativa de insumos, a baixa tecnologia utilizada e uma deficiência de ATER; enquanto as ameaças são representadas pelos cenários políticos e econômicos, o ambientalismo e a possibilidade de abertura do a importação de pescado cultivado de outros países.

Os processos de licenciamento ambiental têm sido entraves ao desenvolvimento do setor aquícola no estado do Piauí, portanto requer ações para minimizar esta dificuldade, seja através de uma nova legislação estadual para a aquicultura, seja com outras medidas que permitam que estes processos sejam agilizados e deixem de ser gargalos para o desenvolvimento da atividade, sem prescindir da responsabilidade ambiental.

10.2.1. Análise SWOT Cruzada

A análise SWOT cruzada consiste em relacionar as informações dos quatro quadrantes, de forma a obter uma moldura que permita delinear estratégias importantes para o futuro da atividade. Para tanto é preciso primeiro fazer uma análise clara do ambiente, ou seja, pesquisar as forças e fraquezas e saber identificar as oportunidades e ameaças. Para cada cruzamento é importante saber criar objetivos/estratégias que possam potencializar ou minimizar as consequências dessas relações. São quatro as possibilidades:

- Pontos fortes x Oportunidades = estratégia ofensiva com o desenvolvimento das vantagens competitivas;
- Pontos fortes x Ameaças = estratégia de confronto para modificação do ambiente a favor da empresa;
- Pontos fracos x Oportunidades = estratégia de reforço para poder aproveitar melhor as oportunidades;
- Pontos fracos x Ameaças = estratégia defensiva com possíveis modificações profundas para proteger a empresa.

10.2.1.1. Forças X Oportunidades (Ofensiva)

Estratégias ofensivas são geradas quando se analisa o quanto uma força ajuda a possibilidade de uma oportunidade acontecer. Em geral, trata-se de uma estratégia para o crescimento e desenvolvimento de um fator positivo do negócio.

Nesta cadeia produtiva temos grandes forças como o estabelecimento de uma política de governo e o enorme potencial de aumento dos cultivos. Por outro lado, temos as oportunidades de contar com a experiência e tecnologia desenvolvida pela iniciativa privada na criação de peixes e ordenamento das estruturas produtivas e o apoio do governo estadual.

O desafio então é conciliar estas forças com as oportunidades, com o intuito de proporcionar o desenvolvimento da cadeia produtiva da piscicultura do estado do Piauí.

Assim, o governo do estado do Piauí deve tomar decisões concretas de apoio ao desenvolvimento da cadeia produtiva da piscicultura que permitam ao setor produtivo investir nesta cadeia.

10.2.1.2. Forças X Ameaças (Confronto)

O cruzamento dos pontos fortes com as ameaças faz as estratégias de enfrentamento emergirem. Deve-se verificar como as forças podem minimizar a possibilidade de que as ameaças ocorram.

Nesta cadeia, as forças, representadas pelo apoio do governo estadual e do enorme potencial de aumento dos cultivos de peixes, devem ser convertidas em realidade; para evitar que as ameaças representadas pelas mudanças nos cenários políticos e econômicos, o ambientalismo e a liberação das importações de pescado venham

preponderar sobre os pontos fortes, prejudicando o desenvolvimento da cadeia produtiva da piscicultura do estado do Piauí.

Há medidas e decisões tomadas pelo setor público que possibilitam o enfrentamento destas ameaças, tais como o apoio dado às instituições responsáveis pela ATER Aquícola, órgão ambiental (SEMARH) e sanitário (ADAPI) do estado, etc.

10.2.1.3. Fraquezas X Oportunidades (Reforço)

A estratégia de reforço surge sempre que se precisa pensar em como diminuir os impactos que uma fraqueza do seu negócio tem diminuindo a chance de uma oportunidade ocorrer. Ou em como as fraquezas podem ser minimizadas pelas enormes oportunidades existentes. As ações adotadas devem maximizar as oportunidades para que as fraquezas não atrapalhem o ambiente externo.

Nesta cadeia, as oportunidades representadas pelo apoio do governo e pela transferência de tecnologia reduzirão o impacto das fraquezas representadas pelas mudanças nos cenários políticos e econômicos, o ambientalismo e a liberação das importações de pescado e fortalecerão as ações necessárias para o desenvolvimento da cadeia produtiva da piscicultura do estado do Piauí.

E isto se dará através da sinalização de que há uma determinação de apoio a esta cadeia produtiva que se fortalecerá através dos resultados positivos alcançados na produção de peixe cultivado no estado nos últimos anos, no reconhecimento desta atividade como geradora de emprego e renda para as populações rurais das diversas regiões do estado, assim como no alcance do potencial produtivo da cadeia como um todo.

10.2.1.4. Fraquezas X Ameaças (Defesa)

Por fim, o último tipo de estratégia é a defensiva, que busca prever onde se pretende estar no cenário mais crítico e tem como objetivo minimizar as perdas e os efeitos negativos que as fraquezas e as ameaças podem ter no negócio. A ideia aqui é pensar como minimizar a chance de uma fraqueza fazer com que uma ameaça se transforme em realidade.

Para tanto, esta cadeia produtiva tem que ser trabalhada nas estratégias que minimizem ou eliminem as fraquezas identificadas (representados pela legislação ambiental, disponibilidade de insumos, ATER, baixa tecnologia do setor) para que estas não proporcionem que as ameaças representadas pelos cenários políticos e econômicos, ambientalismo e importação se tornem reais.

Ações que permitam a agilização dos processos de licenciamento ambiental, a adoção de boas práticas de manejo e de novas tecnologias por parte dos piscicultores, a elaboração do zoneamento aquícola e os investimentos em ATER Aquícola são exemplos de estratégias que permitirão a atração de investidores e o desenvolvimento da cadeia produtiva da piscicultura no estado.

11. DISCUSSÃO

O estado do Piauí tem realizado, de forma sistemática, diagnósticos e trabalhos relativos ao levantamento de informações sobre a atividade aquícola. Desta forma, uma das ferramentas que utilizamos neste trabalho foi exatamente o levantamento destes dados secundários. Assim, nos foi possível fazer um comparativo entre as situações anteriormente encontradas e a situação atual, descrita pela nossa própria pesquisa de campo, na qual coletamos dados diretamente de cerca de 80 (oitenta) piscicultores piauienses, os quais foram responsáveis por produzir aproximadamente 5.000 toneladas de pescado cultivado em 2015, ou cerca de 30% da atual produção do estado.

Obviamente as condições edafo-climáticas e/ou físico-químicas do estado não mudam de forma acentuada, mesmo com o tempo. Porém muita coisa apresentou mudança substancial nos últimos dez anos. Se por um lado constatou-se que os atuais sistemas de cultivo ainda apresentam níveis tecnológicos bastante baixos, por outro lado observou-se a inserção de novas espécies de cultivo, especialmente a tilápia (cultivadas em tanque-rede) e o híbrido tambatinga (cultivados em viveiros). Da mesma forma, houve avanços em relação à disponibilização de insumos (ração, alevinos), porém ainda é uma variável causadora de problemas para a atividade.

Em relação à produção de peixe cultivado houve um crescimento impressionante, já que segundo a FISHTEC (2001), o Piauí produziu apenas 160 toneladas no ano 2000 e atualmente, de acordo com a Associação Brasileira de piscicultura – Peixe BR, a produção piauiense atingiu 16.000 toneladas em 2015 (Peixe BR, 2016). Alguns gargalos ainda persistem desde os levantamentos realizados pela CODEVASF (2010) e Acqua Imagem (2009), tais como a legalização ambiental dos empreendimentos, a falta ou insuficiência de Assistência Técnica Aquícola, a falta de acesso ao crédito, etc. Esses e outros fatores apareciam nos estudos anteriores e ainda persistem nos dias de hoje. Isso é uma clara demonstração de que pouco foi feito para destravar esses gargalos e o crescimento da atividade em nível estadual pode ser creditado muito mais à persistência e o empreendedorismo dos piscicultores, assim como à atratividade econômica e social da piscicultura.

Desta forma, esse trabalho de planejamento da cadeia produtiva da piscicultura, não se resume a apenas um diagnóstico, mas que é dividido em duas fases e possui sete diferentes produtos que visam agregar novos elementos e ações, que se efetivados proporcionarão um desenvolvimento mais organizado da cadeia produtiva do estado do Piauí. Dentre essas ações, temos:

1. A realização do macrozoneamento da piscicultura para o estado;
2. A elaboração de cenários de desenvolvimento desta cadeia produtiva;
3. A elaboração de minuta de legislação ambiental que agilize e simplifique os procedimentos para a obtenção da licença ambiental, considerada pelos piscicultores como o problema mais prioritário;
4. O dimensionamento das estruturas de produção de alevinos, de engorda, de ração e de processamento de pescado e

5. A escolha de uma estrutura de gestão destas estruturas de produção calcada em modelos de negócios inclusivos, que proporcionarão a inserção social dos micros e pequenos produtores dentro de uma visão e gestão empresarial de mercado.

Acreditamos que só agindo de uma forma diferente teremos resultados diferentes e que assim poderemos ajudar a tornar a cadeia produtiva da piscicultura do estado do Piauí em uma das mais relevantes e inclusivas atividades produtivas deste estado nos próximos anos.

12. CONCLUSÕES

Apresentamos então, as principais conclusões referentes a este diagnóstico:

- O piscicultor piauiense atua em pequenas áreas (92% possuem menos do que 10 hectares de área inundada; ou no caso dos tanques rede, 90% tem menos de 1.000 m³ de volume em produção);
- Há uma prevalência nos cultivos de tambaquis e seu híbrido tambatinga, com 60% da produção total em 2015, porém já apresenta uma produção de tilápias em torno de 30%; enquanto os 10% restantes são de outras espécies (pintado, curimatã, pacu, piau, pirarucu);
- A Piscicultura no Piauí é uma atividade relativamente recente, visto que 90% dos piscicultores estão na atividade há menos de 10 anos;
- A piscicultura, a pesar de ser uma atividade relativamente jovem no estado, já é a responsável pelo sustento de 67% das famílias dos entrevistados;
- Os piscicultores piauienses não têm acesso ao crédito (97%), não possuem licenciamento ambiental (78%) e mesmo assim 83% destes piscicultores pretendem expandir sua atividade;
- Há um baixo nível tecnológico nos atuais sistemas de cultivo, nos quais 83% não realizam monitoramento da qualidade da água, 25% ainda não realizam a troca de água e 16% sequer realizam a reposição das perdas de evapotranspiração;
- O principal modal de transporte de importância para a piscicultura é o rodoviário, assim como nos demais estados do país;
- Há um importante sistema de comercialização da produção de peixe cultivado no Piauí, que é o atravessador que atua em motocicletas comprando o pescado diretamente dos piscicultores e vendendo diretamente aos consumidores finais;
- A principal forma de comercialização é o peixe inteiro fresco, porém cerca de 10% já trabalha com peixe inteiro eviscerado;
- Existem basicamente duas formas de aumento das produtividades dos atuais sistemas de cultivo, que são a adoção de boas práticas de manejo nos atuais modelos de produção e a adoção de novas tecnologias;

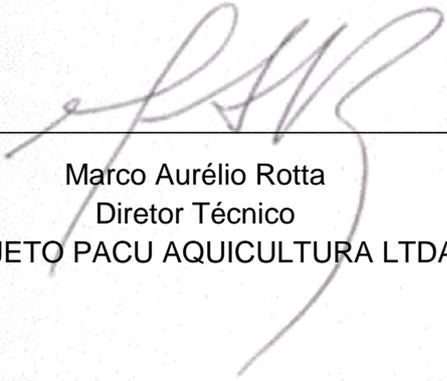
- As instituições que prestam assistência técnica ao produtor possuem trabalhos relevantes, mas insuficientes e não conseguem fazer chegar ao produtor as necessárias boas práticas de manejo e novas tecnologias de produção;
- Os principais problemas detectados que atravancam o desenvolvimento da piscicultura no estado do Piauí foram: licenciamento ambiental lento, burocrático e caro; deficiência na oferta de insumos, ATER Aquícola deficiente e insuficiente, dificuldade de acesso ao crédito, processos de cessão de uso de espaços físicos em águas de domínio da União para fins de aquicultura são lentos e burocráticos e o receio em relação à política sanitária em elaboração.
- As principais forças envolvidas no PLANO foram identificadas como: vontade política, potencial de cultivo, fatores ambientais, fatores físicos, existência da Câmara Setorial;
- As principais oportunidades envolvidas no Projeto foram identificadas como: transferência de tecnologia, força política, disponibilização de novas tecnologias, novos investidores e exportação;
- As principais fraquezas envolvidas no PLANO foram identificadas como: legislação ambiental ineficiente, deficiência na oferta de insumos, ausência de uma política sanitária, baixa tecnologia, assistência técnica deficiente;
- As principais ameaças envolvidas no Projeto foram identificadas como: cenário político, cenário econômico, ambientalismo, importação e política sanitária.

13. RECOMENDAÇÕES

A seguir, apresentamos as principais recomendações de ações à Secretaria de Desenvolvimento Rural do governo do estado, com vistas ao desenvolvimento da cadeia produtiva da piscicultura no Piauí:

- Articulação de uma força tarefa entre os órgãos e agências estaduais envolvidos nos processos de licenciamento ambiental (SEMARH, SDR, EMATER), que permita a obtenção da licença ambiental de forma mais rápida.
- Articulação institucional junto ao Ministério da Agricultura e Pecuária – MAPA, com o intuito de agilizar os processos de cessão de uso de águas de domínio da União para fins de aquicultura;
- Articulação institucional junto à Agência Nacional das Águas (ANA), com o intuito de calcular a capacidade de suporte dos reservatórios de domínio da União e de domínio estadual no Piauí;
- Seleção e Estruturação dos micros e pequenos piscicultores que farão parte do PLANO;
- Articulação Institucional com vistas à obtenção de recursos para a implantação do PLANO;

- Definição da estrutura de gestão do PLANO;
- Desenvolvimento de uma política estadual de controle sanitário do pescado, levando em conta a prevalência dos micros e pequenos piscicultores;
- Estabelecimento de um melhor acesso ao crédito para a piscicultura;
- Estruturação de uma estratégia que possibilite diversificar a forma de comercialização do pescado dentro e fora do estado;
- Articulação interinstitucional que proporcione uma maior integração das entidades de ensino, pesquisa e extensão ao setor produtivo;
- Disponibilização de alternativas de geração e difusão de boas práticas de manejo e de novas tecnologias;
- Articulação institucional que proporcione a obtenção dos títulos de posse da terra aos produtores
- Articulação institucional junto à secretaria da fazenda estadual, com o intuito de gerar competitividade tributária em relação aos estados vizinhos;
- Divulgação dos benefícios do consumo de pescado, com vistas ao aumento de consumo interno;
- Articulação institucional junto ao governo do estado, com o intuito de fortalecer os órgãos e entidades que atuam junto ao setor aquícola no Piauí (EMATER, Secretaria de Meio Ambiente, Agência de Defesa Sanitária, Agência de Desenvolvimento do Piauí, etc.);
- Interação e Integração do governo do estado com a Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da e Piscicultura, no intuito de que as políticas públicas sejam discutidas no âmbito desta câmara, antes de serem tomadas as decisões.



Marco Aurélio Rotta
Diretor Técnico
PROJETO PACU AQUICULTURA LTDA.

BIBLIOGRAFIA

- AAKER, D.; KUMAR, V.; DAY, G. Marketing research. New York: John Wiley & Sons, 1995.
- ACQUA IMAGEM. Diagnóstico da Piscicultura no Estado do Piauí - Jundiá, São Paulo, 2010.
- ACQUA IMAGEM. Diagnóstico da Piscicultura no Estado do Piauí - Relatório Parcial: Levantamento de Campo e Visitas Técnicas. Jundiá, São Paulo, 2009.
- ANA, 2007. GEO BRASIL: Recursos Hídricos: Resumo Executivo. Ministério do Meio Ambiente; Agência Nacional das Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília: MMA; ANA, 2007.
- BARROSO, G. F. et al. 2007. Premissas para a Sustentabilidade da Aquicultura Costeira. In: BARROSO, G. F.; POERSCH, L. H. S.; CAVALLI, R. O. (org.) Sistemas de Cultivos Aquícolas na Zona Costeira do Brasil: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e sócio-econômicos. Projeto RECOS: Uso e Apropriação de Recursos Costeiros. Grupo Temático: Maricultura Sustentável. Institutos do Milênio. Rio de Janeiro, 2007.
- CARVALHO, D. E. D., SUTTER, M. B., POLO, E. F., & WRIGHT, J. T. C. (2011). Construção de Cenários: apreciação de métodos mais utilizados na Administração Estratégica. Paper presented at the XXXV EnANPAD, Rio de Janeiro.
- CHUA, T. E. 1997. Sustainable aquaculture and integrated coastal management. In: Bardach, H.E (ed.). Sustainable Aquaculture. New York, John Wiley & Sons. 1997.
- CODEVASF/GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ – SDR, 2010. Diagnóstico do Perfil Socioeconômico dos Piscicultores da área de ação da Cooperativa Aquícola Regional de Picos – COAP. Teresina, Piauí, 143p.
- COSTA, F. das C. B.; SOUSA, R. J. C.; BARROS, D. K.; SILVA, M. V. F. e MOURA, J. I. B. de; Perfil Sócio Econômico dos Piscicultores da Área de Ação da Cooperativa Aquícola Regional de Picos. 2010.
- DILLON, P.J. & RIGLER, F.H. A test of a simple nutrient budget model predicting the phosphorous concentration in a lake water. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, v. 31, n. 11, p. 1771-1778, 1974.
- FAO. The State of Fisheries and Aquaculture 2014. FAO, Roma, 2014.
- FISHTEC CONSULTORES ASSOCIADOS. Estudo para o Diagnóstico do Potencial Piauiense para a Implantação de Empreendimentos Integrados de Aquicultura. Etapa I, Brasília, 2001.
- FISHTEC CONSULTORES ASSOCIADOS. Estudo para o Diagnóstico do Potencial Piauiense para a Implantação de Empreendimentos Integrados de Aquicultura. Etapa II, Brasília, 2001.

FISHTEC CONSULTORES ASSOCIADOS. Estudo para o Diagnóstico do Potencial Piauiense para a Implantação de Empreendimentos Integrados de Aquicultura. Etapa III, Brasília, 2001.

FISHTEC. Estudo para o diagnóstico do Potencial Piauiense para a Implantação de Empreendimentos Integrados de Aquicultura. Teresina: Fishtec, 2001.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 5.ed. São Paulo: Atlas, v. 1, 2006.

IBGE. Produção da Pecuária Municipal, Rio de Janeiro, 2015.

MATTAR, F. Pesquisa de marketing. São Paulo: Atlas, 1996.

OLIVEIRA, T. M. V. de. Amostragem não Probabilística: Adequação de Situações para uso e Limitações de amostras por Conveniência, Julgamento e Quotas. Administração On Line: Prática - Pesquisa - Ensino, v. 2, n. 3, 2001. Disponível em: <http://www.fecap.br/adm_online/art23/tania2.htm>. Acesso em: 14 jan. 2016.

OSTRENSKY, A.; BOEGER, W.A.; CHAMMAS, M. Potencial Para o Desenvolvimento da Aquicultura no Brasil. In: Aquicultura no Brasil – O Desafio é Crescer. Págs. 159-182. Brasília, 2008. 276p.

PEDROZA FILHO, M. X.; BARROSO, R. M.; FLORES, R. M. V. Diagnóstico da cadeia produtiva da piscicultura no estado de Tocantins. Palmas: Embrapa, 2014.

PORTER, M. E. (1989). Vantagem competitiva (E. M. d. P. Braga, Trans. 21 ed.). Rio de Janeiro: Campus.

ROTTA, M. A. Diagnóstico da Piscicultura na Bacia do Alto Taquari - MS. In: GALDINO, S., VIEIRA, L. M. e PELLEGRIN, L. A. (Ed.). Impactos Ambientais e Socioeconômicos na Bacia do Rio Taquari - Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2006. p. 87-103.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. Metodologia de pesquisa. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

SANT'ANA DE FARIA, R.H.; MORAIS, M.; DE SOUZA SORANNA, M.R.G.; SALLUM, W.B. manual de Criação de Peixes em Viveiros. Brasília: Codevasf, 2013.

SILVEIRA, P.; Diagnóstico Preliminar da Piscicultura nos Municípios Atendidos Pela Unidade Regional do Sebrae/Pi em Piriipiri. Teresina: Sebrae, 2013.

MACROZONEAMENTO

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	77
1.1.	Objetivo Específico – Etapa 1/Produto 4.....	77
2.	Equipe de Trabalho	77
2.1.	Autores	77
2.2.	Colaboradores	77
2.3.	Colaboradores técnicos da SDR.....	78
3.	JUSTIFICATIVA	78
4.	A IMPORTÂNCIA DO ZONEAMENTO NA AQUICULTURA	78
4.1.	Âmbito, Perspectivas e Limitações	79
4.2.	Premissas Básicas para a Aquicultura em Geral	79
4.3.	A Piscicultura no Contexto Estadual	80
4.4.	Instalações para criação.....	81
4.5.	Clima e Fontes de Água	82
4.6.	Espécies.....	83
4.7.	Apoio Institucional.....	83
5.	METODOLOGIA	84
5.1.	Definição de Critérios	84
5.2.	Critérios de Aptidão	85
5.3.	Fatores Produtivos 'Facilitadores' da Piscicultura	85
5.4.	Software Utilizado.....	86
5.5.	Desenvolvimento de Camadas de Aptidão	88
5.6.	Escolha pelo Processo Determinístico.....	88
5.7.	Avaliação Multicritério.....	89
6.	CARTAS TEMÁTICAS-SÍNTESE GERADAS NO SIG IDRISI	89
7.	APTIDÃO PARA PISCICULTURA	90
7.1.	Aptidão Ambiental.....	90



7.1.1.	Clima	91
7.1.2.	Biomass	99
7.1.3.	Água ou Disponibilidade Hídrica	101
7.1.4.	Relevo	110
7.1.5.	Altitude	111
7.1.6.	Declividade	112
7.1.7.	Solos	114
7.2.	Aptidão Infraestrutura	116
7.2.1.	Alevinos	117
7.2.2.	Ração	118
7.2.3.	Capacidade Frigorífica	119
7.2.4.	Malha Viária	120
7.2.5.	Vias férreas	120
7.2.6.	Energia Elétrica	122
7.2.7.	Energia elétrica – Rede de alta tensão	122
7.2.7.1.	Aeroportos	123
7.3.	Aptidão Socioeconômica	124
7.3.1.1.	Mercados em todos povoadamentos	125
7.3.2.	Projetos de pisciculturas já existentes	125
7.3.3.	Recursos Humanos	126
7.3.4.	Associativismo e Cooperativismo	127
8.	RESULTADOS	130
8.1.	Aptidão conforme o submodelo ‘Ambiental’	130
8.2.	Aptidão conforme o submodelo ‘Infraestrutura’	130
8.3.	Aptidão conforme o submodelo ‘Socioeconomia’	131
9.	INTEGRAÇÃO DOS SUBMODELOS	131
10.	REGIÕES APTAS PARA PISCICULTURA NO PIAUÍ	131
10.1.	Zonas de Aptidão para Piscicultura Continental no Piauí	133
11.	ZONAS DE APTIDÃO PARA DESENVOLVIMENTO DA PISCICULTURA CONTINENTAL NO ESTADO DO PIAUÍ	134
12.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	134
	BIBLIOGRAFIA	137

FONTES DE CONSULTA NA INTERNET 138

ANEXOS 140

Anexo I - Unidades de Conservação no Estado do Piauí	140
Anexo II - Camada de todas restrições utilizada neste estudo	141
Anexo III - Unidades de Conservação do Meio Ambiente do Estado do Piauí.....	142
Anexo IV – Estudo de Caso	145

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Submodelos, fatores de produção, e camadas temáticas.	87
Tabela 2. Critério de aptidão para a piscicultura continental conforme regime climático.	92
Tabela 3. Critérios de aptidão para regime climático segundo Köppen-Geiger.....	94
Tabela 4. Critérios de aptidão conforme precipitação anual.	96
Tabela 5. Critérios de aptidão conforme evaporação anual (mm).....	97
Tabela 6. Critérios de aptidão da piscicultura continental para os biomas no Estado do Piauí.	100
Tabela 7. Critérios de aptidão da piscicultura continental relacionada à distância de fontes de água no Estado do Piauí.	102
Tabela 8. Açudes do DNOCS no Estado do Piauí.	106
Tabela 9. UHES atuais e planejadas no Estado do Piauí.	108
Tabela 10. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme relevo de terreno.	111
Tabela 11. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme altitude (m)....	112
Tabela 12. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme declividade do terreno.	113
Tabela 13. Áreas aptas conforme declividade do terreno.	114
Tabela 14. Critérios de aptidão da piscicultura continental segundo os tipos de solos.	115
Tabela 15. Localização de fornecedores de alevinos no Estado do Piauí.....	117
Tabela 16. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme distância de produtores de alevinos.....	118
Tabela 17. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme disponibilidade de ração.	119
Tabela 18. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme distância de frigoríficos e abatedouros.	119
Tabela 19. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme distância das estradas pavimentadas.....	120
Tabela 20. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme distância da malha ferroviária.....	121
Tabela 21. Unidades Hidrelétricas do Estado do Piauí.	122

Tabela 22. Aptidão da piscicultura continental conforme a distância da rede de alta tensão.....	123
Tabela 23. Principais aeroportos do Estado do Piauí e sua localização.	123
Tabela 24. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme distância dos três principais aeroportos do Estado do Piauí.....	124
Tabela 25. Critérios de aptidão da piscicultura continental para mercados potenciais.	125
Tabela 26. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme distância de pisciculturas instaladas no Estado do Piauí.	126
Tabela 27. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme distância de recursos humanos.	127
Tabela 28. Entidades associativistas lidando com piscicultores no Estado do Piauí.	127
Tabela 29. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme distância de cooperativas do Estado do Piauí.	129
Tabela 30. Resumo geral das aptidões para piscicultura no Estado do Piauí.	134
Tabela 31. Custos aproximados de imagens orbitais.....	147



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo geral para determinação da aptidão do Estado para piscicultura continental.	90
Figura 2. Integração das camadas temáticas no submodelo ambiental.....	91
Figura 3. Piauí - regiões climáticas.	92
Figura 4. Aptidão conforme clima no Estado do Piauí.	93
Figura 5. Clima do Estado do Piauí segundo classificação Köppen-Geiger.	94
Figura 6. Aptidão do clima do Estado do Piauí conforme Köppen Geiger.	95
Figura 7. Precipitação média anual do Estado do Piauí (Fonte: INMET).	96
Figura 8. Aptidão conforme precipitação anual do Estado do Piauí.....	97
Figura 9. Piauí - Evaporação total anual.	98
Figura 10. Aptidão conforme evaporação total anual.	98
Figura 11. Saldo hídrico do Estado do Piauí (Precipitação menos Evaporação).	99
Figura 12. Biomas do Piauí (Fonte MMA).	100
Figura 13. Aptidão conforme biomas no Estado do Piauí.....	101
Figura 14. Principais bacias do Estado do Piauí.	104
Figura 15. Malha hidrográfica com rios intermitentes do Estado do Piauí.	105
Figura 16. Aptidão hidrografia do Estado do Piauí.	105
Figura 17. Localização de Açudes DNOCS.....	108
Figura 18. Localização 6 UHEs do Estado do Piauí.	109
Figura 19. Aptidão conforme distância de reservatórios DNOCS do Estado do Piauí.	109
Figura 20. Aptidão conforme distância da UHE Boa Esperança.....	110
Figura 21. Relevo do Estado do Piauí.....	111
Figura 22. Aptidão conforme tipos de relevo do Estado do Piauí.	111
Figura 23. Piauí - Aptidão conforme declividade do terreno.	112
Figura 24. Piauí - Altitude (m) conforme interpretação satélite SRTM.	112
Figura 25. Piauí - Aptidão conforme altitude.	112
Figura 26. Piauí - Solos - principais grupos (Fonte: Embrapa Solos).	113
Figura 27. Piauí - Aptidão – Solos.....	113
Figura 28. Submodelo Infraestrutura.....	117

Figura 29. Produtores de alevinos no Estado do Piauí.....	118
Figura 30. Aptidão da piscicultura continental conforme distância de fornecedores de alevinos no estado do Piauí.....	118
Figura 31. Fábricas de ração para peixes no estado do Piauí.....	119
Figura 32. Aptidão conforme distância de fábricas de ração.....	119
Figura 33. Aptidão para piscicultura em função de frigoríficos.....	120
Figura 34. Malha rodoviária estadual do Piauí (Fonte DNIT).....	120
Figura 35. Piauí - Aptidão conforme distancia da malha viária pavimentada (Fonte DNIT).....	120
Figura 36. Malha ferroviária do Estado do Piauí. (Fonte DNIT).....	121
Figura 37. Aptidão em função de malha ferroviária estadual.....	121
Figura 38. UHEs do Estado do Piauí.....	122
Figura 39. Rede de alta tensão (AT) no Estado do Piauí.....	123
Figura 40. Piauí - Aptidão segundo distância da rede de Alta Tensão.....	123
Figura 41. Aptidão conforme distância de aeroportos do Estado do Piauí.....	124
Figura 42. Submodelo Aptidão Socioeconômica.....	124
Figura 43. Aptidão conforme distância de centros populacionais/ mercados potenciais do Estado do Piauí.....	125
Figura 44. Localização dos Piscicultores do Estado do Piauí cadastrados na SDR em 2016.....	126
Figura 45. Piauí - Aptidão conforme distância de produtores cadastrados.....	126
Figura 46. Aptidão conforme distância de recursos humanos no Estado do Piauí.....	127
Figura 47. Localização de associações, cooperativas e outras relacionadas à piscicultura no Piauí.....	130
Figura 48. Aptidão para piscicultura continental conforme distância de associações e cooperativas de produtores no Estado do Piauí.....	130
Figura 49. Piauí - Aptidão para piscicultura continental conforme submodelo Ambiental.....	130
Figura 50. Piauí - Aptidão para piscicultura continental conforme submodelo Infraestrutura.....	130
Figura 51. Piauí - Aptidão para piscicultura continental conforme submodelo Socioeconômico.....	131
Figura 52. Modelo de Aptidão para Zoneamento da Piscicultura no Piauí.....	131
Figura 53. Regiões e aptidão para a piscicultura continental no Estado do Piauí.....	132

Figura 54. Integração de restrições ao desenvolvimento da piscicultura continental do Estado do Piauí.	133
Figura 55. Aptidão final para a piscicultura continental no Estado do Piauí.	134
Figura 56. Unidades de Conservação no Estado do Piauí.	140
Figura 57. Áreas disponíveis para piscicultura continental no estado do Piauí.	141
Figura 58. Imagem Google Earth - Açude Caldeirão, Piauí (7,38 km ²).	146
Figura 59. Área do Açude Caldeirão, Piauí (7,38 km ²).	146
Figura 60. Imagem Quickbird - Lagoa Rodrigo de Freitas - Rio de Janeiro.	147



1. INTRODUÇÃO

Com a finalidade de transformar a piscicultura em uma atividade efetiva na agroindústria do Estado do Piauí e atender as premissas básicas para as ações governamentais do Estado, dentre elas a participação do pequeno produtor no desenvolvimento rural e o estabelecimento de uma alternativa de renda para os produtores da região, foram executadas as duas primeiras etapas do planejamento da atividade previstas no Plano de Trabalho derivado do CONTRATO Nº 008-2015, que trata da ESTRUTURAÇÃO DO PLANO DE DESENVOLVIMENTO DA CADEIA PRODUTIVA DA PISCICULTURA NO ESTADO DO PIAUÍ.

1.1. Objetivo Específico – Etapa 1/Produto 4

Tendo como base o Objetivo Geral do contrato, que prima pela realização dos estudos preliminares e levantamentos necessários para dar suporte à implantação do PLANO DE DESENVOLVIMENTO DA CADEIA PRODUTIVA DA PISCICULTURA CONTINENTAL DO ESTADO DO PIAUÍ, o objetivo específico a ser atendido pelo PRODUTO 4 é:

- Elaborar o macrozoneamento do potencial da piscicultura continental no Estado.

2. Equipe de Trabalho

Além de contar com a colaboração dos gestores e técnicos da SDR, os trabalhos foram conduzidos e realizados pela equipe de especialistas e consultores do Projeto Pacu, composta pelos seguintes profissionais:

2.1. Autores

- Phillip Conrad Scott;
- Marco Aurélio Rotta;
- Martin Richard Halverson;
- Jaime André Brum.

2.2. Colaboradores

- João Felipe Nogueira Matias;
- Joaquim Patrócollo Andrade da Silveira;
- Pery Moreira de Carvalho Junior;
- Alex Villafranca Fernandes;
- Rafael Rodrigues Xavier.

2.3. Colaboradores técnicos da SDR

- Luciano Sousa de Brito;
- Ananias Alves da Silva.

3. JUSTIFICATIVA

Esta Proposta de Macrozoneamento da Piscicultura Continental para o Estado do Piauí tem por finalidade dispor à Secretaria de Desenvolvimento Rural (SDR) informações relevantes ao potencial e melhor posicionamento de áreas aptas para o desenvolvimento da atividade. Estudos similares, que dão suporte a este produto, incluem os realizados pela FAO, Kapetsky Ghana, Estado do Rio de Janeiro (SCOTT ET AL., 2002), Uganda e Estado do Acre. A análise feita neste estudo contempla informações disponíveis em diversas escalas, desde 1:50.000 até 1: 250:000 ou mesmo 1:1.000.000 e, portanto, os resultados são para orientação geral suficientes para tomadas de decisão em nível estadual, por isso a denominação de macrozoneamento. Para análises mais focalizadas em áreas menores, por exemplo em nível municipal, é aconselhado rever este estudo, incorporando ao máximo camadas temáticas com maior resolução, de preferência > 1:50.000, que então poderia ser denominado zoneamento.

Inicialmente é apresentada a importância do zoneamento para o desenvolvimento e planejamento estruturado da piscicultura continental e, posteriormente, são descritos os procedimentos utilizados para a estruturação do Sistema de Informação Geográfica (SIG) que oferecem suporte e contém as informações específicas da geografia do Estado, com a finalidade de propor o macrozoneamento territorial.

No macrozoneamento se enfatiza o uso potencial das áreas para a atividade, levando em conta principalmente questões de âmbito técnico, como a presença de infraestrutura geral para apoiar a atividade, bem como especificidades da geografia e clima, importantes na escolha de áreas favoráveis para as espécies de peixes a serem criadas. Aspectos da socioeconomia, incluindo localização de mercados, são o principal foco. Não obstante, prioridades como o atendimento às populações-alvo a serem beneficiadas pelo desenvolvimento da atividade podem ser incorporados de maneira ponderada na análise final em cenários alternativos. Para dar suporte a este produto, foram analisados diversos documentos indicados no final deste trabalho.

4. A IMPORTÂNCIA DO ZONEAMENTO NA AQUICULTURA

A identificação de zonas aptas para o franco desenvolvimento da aquicultura é uma ação de extrema importância para o planejamento do crescimento da mesma. Uma série de situações, incluindo as mudanças climáticas tornando o Estado possivelmente mais sujeito a períodos de estiagens prolongadas, bem como mudanças na disponibilidade de água de aquíferos, podem ser incorporadas ao modelo aqui proposto de SIG.

Na piscicultura em corpos d'água da União já foram realizados estudos de zoneamento em diversas represas hidrelétricas e reservatórios, mostrando o empenho e grande

preocupação da Agência Nacional das Águas (ANA) e do antigo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), que tomou medidas para garantir que a atividade possa ser desenvolvida em bases sustentáveis e de forma ordenada, levando em conta a capacidade do meio ambiente em absorver os impactos gerados pela atividade sem prejuízos para os serviços ambientais ou para outros atores envolvidos e compartilhando os recursos aquáticos.

Uma consideração sobre este estudo é a importância desta iniciativa tendo em vista que o Estado do Piauí é provavelmente o estado da federação mais deficitário em aportes de água, principalmente de chuvas, sendo coberto por extensas áreas de semiárido. Some-se a isto o fato de ser o estado costeiro com menor extensão litorânea da União, sendo reduzido seu acesso aos recursos marinhos. Portanto, a boa gestão dos recursos hídricos do Estado é necessária e fundamental para o bem-estar de sua população.

4.1. Âmbito, Perspectivas e Limitações

O principal objetivo deste trabalho é produzir um mapa final de aptidão e com este uma proposta de macrozoneamento para piscicultura continental para o Estado do Piauí: Este mapa foi produzido com o melhor conhecimento disponível neste momento, contando com informações georreferenciadas de vários tipos, incluindo derivada de tabelas e mapas originais ou em formato digital. Essa gama diversa de arquivos-base tem a característica de obrigar a uma normalização, de forma a afetar a resolução espacial final pela limitação dos arquivos de menor resolução que compõem a base de dados. Portanto, embora haja informações com precisão métrica, como localização exata de empreendimentos aquícolas, ou pontos específicos de infraestrutura, obtidos com aparelho GPS, outros arquivos como relativos à fisiografia, qualidade de solos e fatores ambientais, por vezes, tem uma resolução bastante inferior.

Não obstante, a reunião da coleção de cartas, mapas e informações espaciais reunidas e tratadas pelos especialistas colaboradores é suficiente para propor o macrozoneamento da atividade em questão de modo que análises mais aprofundadas possam ser identificadas para regiões específicas. Estas, poderão ser reestudadas futuramente com maior resolução, obviamente implicando em maiores custos caso o interesse de planejamento e retorno econômico previsto justifiquem.

Como legado, a SDR ficará com uma sólida base de dados georreferenciada e uma estratégia de análise espacial integrada com fatores ambientais, econômicos e sociais desenvolvida especificamente para piscicultura continental, mas que poderá ser reutilizada com ajustes para outros possíveis desfechos, como por exemplo outros tipos zoneamento específicos para a criação animal ou cultura vegetal.

4.2. Premissas Básicas para a Aquicultura em Geral

A aquicultura, como atividade de produção de organismos aquáticos, é similar a outras atividades agropecuárias. Seu objeto final inclui principalmente a produção de peixes (piscicultura). Nos sistemas de produção conhecidos como semi-intensivo e intensivo, são utilizados diversos insumos, principalmente alimentos industrializados na forma de

ração para peixes. A criação ocorre ao longo de um ciclo de produção que abrange diversos meses, sendo o produto final disponibilizado com características de peso e comprimento compatíveis com as exigências dos mercados. Durante o período de criação são necessários diversos cuidados com o plantel, incluindo a verificação de taxas de crescimento dos alevinos e juvenis, ou manipulações e intervenções para garantir a boa sobrevivência e crescimento, além de exames de sanidade animal. Estas intervenções são de ordem técnica e normalmente realizadas por diversos profissionais especificamente treinados, que podem ser veterinários, zootecnistas, biólogos, engenheiros agrônomos, engenheiros de pesca, engenheiros aquícolas e técnicos agropecuários/aquícolas de nível médio.

A aquicultura não pode ser desenvolvida em qualquer lugar. Por força de sua natureza, necessita de substanciais quantidades de água estocada e/ou corrente, podendo esta ser repostada ou mesmo tratada e reutilizada na tecnologia conhecida como 'sistemas de recirculação' RAS (*Recirculating Aquaculture Systems*). Dos pressupostos iniciais, a água deve ser de boa qualidade, seja ela de fontes naturais ou tratadas. O Manejo dos parâmetros limnológicos da água utilizada para a piscicultura continental devem manter os teores de dureza e alcalinidade médios e semelhantes, a transparência boa, os teores de fósforo dissolvido e total baixos, ausência de metais pesados, notadamente zinco, cobre, chumbo e mercúrio, e a ausência de pesticidas e/ou agrotóxicos em geral. Peixes mantidos em cativeiro, assim como outros animais domesticados, necessitam de um meio ambiente favorável, não apenas para a simples sobrevivência, mas para a expressão do seu potencial de desenvolvimento e crescimento. Este potencial as vezes é referido como potencial zootécnico. Desta forma, sob condições 'ótimas', poderão atingir o "peso de abate/tamanho de mercado" no menor prazo possível, favorecendo o empreendedor quanto ao rendimento econômico que a exploração da sua atividade permite. Assim sendo, o local para a criação deve compreender um conjunto de condições ambientais e econômicas mínimas, de modo que o empreendimento seja de fato financeiramente sustentável.

É de conhecimento geral e acordado entre países diversos que o desenvolvimento de criações deve seguir um código de respeito ao meio ambiente, causando o menor impacto possível aos recursos naturais, bem como utilizar preferencialmente espécies autóctones, nativas ou de longa data estabelecidas na bacia hidrográfica, de modo a não causar efeitos negativos sobre o ecossistema e biodiversidade local.

4.3. A Piscicultura no Contexto Estadual

A piscicultura é criação racional de peixes e pode ser desenvolvida em diversas condições e sistemas. Os PRODUTOS 2 e 3 desta série descrevem a situação atual encontrada para a atividade piscicultura no estado. Para a finalidade deste estudo, foi considerado que a atividade será desenvolvida no cenário de paisagem natural do Estado do Piauí sob algumas condicionantes locais, sendo as principais componentes o clima, inclusive disponibilidade de água, fatores físicos, como a pedologia e o relevo, e os diversos aspectos de infraestrutura. A minimização de eventuais imposições ambientais, buscando sempre alterar o mínimo possível a situação atual dominante em

seus biomas (Caatinga e Cerrado), é uma regra de conduta de respeito importante. As premissas básicas deste tipo de iniciativa, são conhecidas como “Abordagem Ecológica da Aquicultura” e estão sintetizadas em documentos recentes publicados pela FAO (FAO, 2010). Estudos prévios do potencial e diagnósticos da atividade para o Estado do Piauí, realizados por FISHTEC Consultores (2001a, 2001b, 2001c) e ACQUAIMAGEM (2009, 2010), foram considerados e dados úteis utilizados.

4.4. Instalações para criação.

Grosso modo, podemos diferenciar quatro tipos de ‘tecnologias de criação’ de organismos aquáticos amplamente utilizados, inclusive no Piauí:

- **Tanques-redes** – Os tanques-redes se compõem de uma estrutura flutuante geralmente feita com boias ou tambores de metal ou plástico, estrutura esta que pode conter ou não passarela para facilitar acesso e operações de amostragem, despesca ou alimentação, e uma parte composta de uma rede suspensa de nylon ‘seda’ de pesca ou de metal, com malhas de espaço variável entre nós conforme o tamanho do peixe a ser retido. Os tanques-redes ou gaiolas flutuantes são geralmente usados em grandes corpos d’água, podendo ou não ser ancorados ao fundo. Tipicamente medem 2 x 2 x 1,5 m de profundidade, mas diversos tamanhos e formas são utilizadas. No Piauí, podem ser encontrados em diversos açudes construídos pelo DNOCS e no reservatório da UHE Boa Esperança. Por vezes, tanques-redes são utilizados dentro de grandes viveiros de terra escavada, para facilitar os trabalhos de separação de reprodutores ou juvenis, ou como apoio na etapa de pré-vendas ou estocagem em outros tanques-redes de recria ou engorda. Tamanhos menores também podem ser usados. Quando de malha bastante reduzida (< 3 mm) para criação de larvas e alevinos, são chamados de ‘hapas’. Entre as vantagens desta tecnologia está a utilização de grandes áreas e volumes de água já existentes, como represas de barragens hidrelétricas, ou reservatórios para estocagem de água para animais. Nestes grandes volumes o oxigênio dissolvido necessário para a respiração dos peixes circula bem e há a facilidade da dissolução e carreamento dos produtos finais da piscicultura, como excrementos de peixes e restos de ração não consumida. Para cada corpo de água usado é importante realizar o cálculo de capacidade de suporte, que permite determinar a biomassa de peixes possível de introduzir no corpo d’água de modo a respeitar o meio ambiente e não incorrer em problemas diversos durante a criação.
- **Viveiros escavados** – A opção de utilizar a topografia favorável (ligeiro declive ao longo de uma extensão de terreno) e o acesso a um curso d’água próximo pode ser feita especialmente se a qualidade do solo é boa, tendendo ao argiloso. Este tipo de solo desfavorece a percolação excessiva e perdas d’água no terreno por infiltração. O custo de terraplenagem precisa ser considerado. Os viveiros escavados devem possuir canal de abastecimento à montante de modo que cada viveiro seja abastecido independentemente dos outros. Além, precisam possuir sistema de regulação da altura e possibilidade de escoamento total e independente para fins

de despesca (colheita) e trabalhos de renovação, desinfecção e eliminação de parasitas, comumente conhecido como 'monge'.

- **Tanques** - Em concreto lona ou chapa metálica revestida ou similar, onde a qualidade dos solos não permite a escavação de viveiros em terra e os custos de construção não forem exagerados. Uma opção é utilização de tanques em concreto armado ou revestidos de cimento ou lona plástica/emborrachada. Similarmente, é importante que tenham um sistema que permita trabalhos de renovação, desinfecção e eliminação de parasitas. Comumente, este sistema está associado a sistemas de circulação fechada ou semiaberta, reaproveitando água em regiões com pouca disponibilidade deste recurso.
- **Larviculturas** - As larviculturas podem integrar as tecnologias citadas acima como tanques de concreto ou lona plástica, viveiros escavados em terra e mesmo tanques-redes para diferentes necessidades no processo de reprodução assistida dos peixes. Adicionalmente, podem contar com infraestrutura de laboratórios contendo recipientes especiais como incubadoras de ovos e larvas. Essas estruturas são cobertas e dependem de sobremaneira de aportes de água tratada, desinfetada e filtrada, e de energia elétrica segura para operar uma série de equipamentos, incluindo bombas d'água, equipamento de refrigeração, entre outros. O objetivo da larvicultura é produzir quantidade e qualidade de pós-larvas e alevinos para os piscicultores. Assim, os técnicos que trabalham em larvicultura e alevinagem devem ter um alto grau de especialização e saber bem manipular equipamentos por vezes sofisticados e caros.

Neste trabalho, o macrozoneamento proposto é baseado nos dois modelos principais, à saber a) criação intensiva em tanques-redes instalados nos reservatórios de hidrelétricas, açudes DNOCS e corpos similares de água; b) em viveiros de terra escavados também para a engorda intensiva. A tecnologia de larvicultura será comum aos dois modelos, pois os alevinos podem ser usados em ambos tipos de criação. Não será feito um modelo específico para criação de peixes em tanques de concreto ou similar. Em termos gerais, as condições climáticas favoráveis são as mesmas para as quatro modalidades de tecnologia de cultivo.

A seguir, são descritos os principais fatores importantes para a piscicultura no Estado, considerando os dois modelos – em tanques-redes e em viveiros de terra escavados.

4.5. Clima e Fontes de Água

No Piauí predomina o clima tropical e semiárido. A pluviosidade anual varia consideravelmente de 600 a 1.600 mm. Dois terços do Estado apresentam pluviosidade anual inferior a 1.000 mm, nas áreas centro-sul onde predominam climas secos e a Caatinga. A temperatura do ar também varia pouco, sendo a média anual de 27 C°. A piscicultura tropical tende a ser favorável neste tipo de clima, porém em diagnóstico realizado anteriormente aponta-se que temperaturas superiores a 32 C° foram observadas em águas superficiais de alguns açudes visitados e considerados como podendo levar a menor produtividade na criação de peixes (ACQUAIMAGEM, 2010).

Para este estudo foram considerados as espécies tilápia do Nilo e tambaqui, já amplamente cultivadas com sucesso no Estado. As condições ambientais consideradas satisfatórias para estas espécies podem ser estendidas para outras espécies tropicais existentes na região como bagres, tambaqui e pirapitinga e seus híbridos, pirarucu e curimatã. Assim, o modelo utilizado para o macrozoneamento levará em consideração as condições climáticas ideais para o melhor desenvolvimento da tilápia e do tambaqui. As fontes de água a serem utilizadas incluem os rios e os corpos d'água disponíveis na forma de açudes, lagos e lagoas naturais da paisagem, abarcando aqueles feitos pelo homem, como represas com finalidade de fornecimento de energia elétrica, barragens para irrigação ou para aguada de animais. Os rios e as fontes represadas poderão suprir os viveiros em terra com água para recompor o nível quando da ocorrência de perdas diversas (evaporação e percolação). A manutenção da água represada nos açudes e nos viveiros contará essencialmente com o regime pluviométrico favorável da região ou alternativamente de projetos de irrigação. Esta situação é importante, pois naturalmente há perdas d'água que precisam ser compensadas por uma fonte segura de água. Este modelo de piscicultura prevê o uso mínimo de água, apenas o necessário para a o enchimento e manutenção do nível dos tanques, sem renovação constante.

4.6. Espécies

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a principal opção considerada para este modelo. Leva-se em conta que todo o processo tecnológico desenvolvido mundialmente para esta espécie durante os últimos 50 anos, resultando em linhagens altamente produtivas com processo bem conhecido, incluindo domínio sobre a reprodução controlada e necessidades nutricionais bem estabelecidas. Embora seja uma espécie exótica ao país, sua presença em todo território nacional é um fato, inclusive na Bacia hidrográfica do Parnaíba. Pode-se dizer quase o mesmo do tambaqui (*Colossoma macropomum*), espécie alóctona à bacia, mas amplamente utilizada na piscicultura do Estado, principalmente sua forma híbrida a tambatinga (tambaqui x pirapitinga). Mesmo assim, a piscicultura no Piauí não está restrita a utilizar apenas estas duas espécies, mas também pode considerar espécies como o pintado (*Pseudoplatystoma* sp.) e o pirarucu (*Arapaima gigas*).

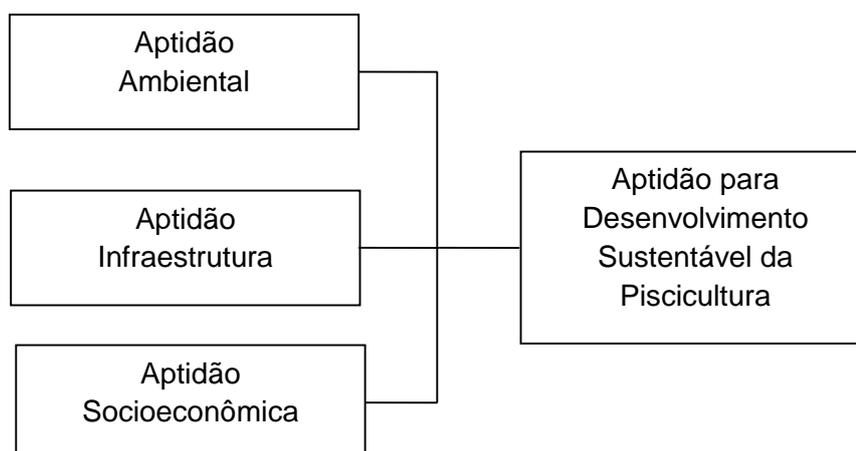
4.7. Apoio Institucional

O Estado conta com várias instituições fortes de apoio às atividades da piscicultura. Estas incluem a CODEVASF, que tem atuado fortemente no Estado no sentido de promover a integração da piscicultura em seus projetos. O DNOCS conta com uma série de açudes no Estado e tem interesse em otimizar a utilização destes para a piscicultura em tanques-redes. Outras ainda envolvidas no processo incluem a Embrapa Meio Norte, a SDR, e a Universidade Federal do Piauí, além da EMATER.

5. METODOLOGIA

Neste trabalho, o macrozoneamento proposto é baseado nos dois tipos principais de tecnologia de piscicultura, à saber: 1) criação de peixes em tanques-redes instalados nos reservatórios de hidrelétricas, açudes DNOCS e corpos similares de água; 2) criação em viveiros de terra escavada para esta finalidade. A tecnologia de larviculturas (larviculturas e produção de alevinos) é comum aos dois modelos, pois os alevinos podem ser usados em ambos tipos de criação. Não foi considerado um modelo específico para criação de peixes em tanques de concreto ou similar, uma vez que estes tipos de tecnologias não são amplamente utilizados no Estado.

Em seguida foram identificados todos os critérios mais importantes, também referidos aqui como 'fatores de produção' para o bom desenvolvimento da piscicultura. Estes foram separados por afinidade dentro de três temas gerais: 1. Meio ambiente/ fatores físicos ou biofísicos (Aptidão ambiental); 2. Infraestrutura e 3. Socioeconômica. Cada tema se constitui em um submodelo dentro do escopo geral cuja meta é ilustrar a Aptidão para Desenvolvimento Sustentável da Piscicultura no Estado do Piauí e que será descrito detalhadamente a seguir.



5.1. Definição de Critérios

Critérios utilizados para verificar a aptidão para desenvolvimento sustentável da piscicultura podem ser de dois tipos, fatores e restrições, conforme descrito abaixo:

- Fatores - são, de modo geral, contínuos em sua natureza (tal como a declividade de um terreno, ou a proximidade à uma estrada, a temperatura superficial de um corpo d'água e mesmo precipitação); são úteis para indicar a aptidão relativa de certas áreas;
- Restrições - são, por outro lado, critérios Booleanos em sua natureza (como por exemplo Unidades de Conservação, Zonas industriais, ou de uso específico); servem para excluir certas áreas de consideração.

Fatores e restrições podem ser combinados numa análise multicriterial usando diferentes níveis de controle.

5.2. Critérios de Aptidão

A fim de sistematizar todas as camadas de informações do modelo geral desenvolvido, foi realizado a normalização das diferentes escalas de valores para uma escala única segundo o grau de aptidão do critério. Esta escala varia de 1 a 4. A aptidão final da área geográfica foi considerada em função de todos critérios usados para cada 'Fator de Produção' considerado, de acordo com o melhor conhecimento disponível no momento dos levantamentos. Neste estudo, a terminologia utilizada para classificar a aptidão da área para todos os fatores de produção considerados importante para o desenvolvimento da piscicultura segue aquela utilizada pela Embrapa em seu mapa de aptidão de solos, ou seja, quatro Classes de Aptidão conforme descrito abaixo:

- **Aptidão Excelente (4):** Áreas com as melhores condições e localização para a atividade quanto aos meios de produção serviços, infraestrutura geral, fontes de insumos diversos, fatores ambientais favoráveis, como clima favorável e qualidade de solos, e proximidade a fatores socioeconômicos importantes, como produtores de alevinos e mercados para absorver a produção de pescados, inclusive núcleos urbanos importantes com consumidores.
- **Aptidão Boa (3):** Áreas com a presença de condições ambientais favoráveis para a atividade, com menores distâncias entre os meios de produção e os recursos necessários incluindo mão-de-obra, insumos equipamentos e serviços;
- **Aptidão Regular (2):** Áreas em princípio favoráveis para a atividade, mesmo que com alguma dificuldade de acesso por conta da distância aos meios de produção e dos recursos necessários, inclusive o conjunto de parâmetros biofísicos e ambientais;
- **Aptidão Restrita (1):** Áreas não restringidas pela legislação, mas de menor potencial geral para a atividade, por conta do maior grau de dificuldade de acesso a serviços, insumos e população ou fatores ambientais;

5.3. Fatores Produtivos 'Facilitadores' da Piscicultura

A base da modelagem utilizada neste estudo se apoia fortemente em 'Fatores Produtivos', que são aqueles fatores que de uma maneira ou outra facilitam ou mesmo promovem a atividade. São diversos os fatores produtivos tradicionalmente conhecidos e estão identificados e resumidos na Tabela 6. Estes fatores foram incluídos e agrupados por semelhança e função em submodelos próprios. O objetivo maior é de identificar os melhores locais/áreas e regiões para implantação da piscicultura continental. As possibilidades de integração dos fatores são diversas e dependem diretamente de informações disponíveis para serem inseridas na base de dados do SIG.

- **Fatores Ambientais ou Biofísicos** – são aqueles ligados ao meio ambiente que favorecem a atividade, tais como a presença de cursos de água, o regime de chuvas e precipitação anual favoráveis, as taxas de evapotranspiração razoáveis, altitudes menores, terrenos de pouca declividade e a boa qualidade de solos, que permitam a construção de viveiros de terra escavados. Também podem mais diretamente

acelerar o crescimento dos peixes, como por exemplo: temperatura ambiente mais elevada, boa qualidade da água e solos férteis;

- **Fatores de Infraestrutura** – são aqueles que facilitam todas as etapas técnicas, em especial a proximidade à rede de energia elétrica (alta tensão), bem como a facilidade de acesso a meios de transporte para obtenção dos insumos diversos e escoamento da produção através de uma malha viária de qualidade. A presença de instalações apropriadas para processamento da produção como frigoríficos, fábricas de gelo, plantas processadoras de pescados, bem como a proximidade e facilidade de utilização de equipamentos e maquinário diversos. Proximidade de serviços como consultas agrônomicas e veterinárias, zootécnicas e centros de ensino, pesquisa e extensão, a presença de cooperativas e associações de produtores rurais, fábricas de ração para peixes ou insumos permitindo a sua fabricação. Incluímos a rede de telefonia celular e acesso a internet como potencializadores de comunicação e realização de negócios.
- **Fatores Socioeconômicos** – são aqueles como a presença e o interesse humano, o potencial de produção, consumo e colaboração entre produtores vizinhos e/ou em diferentes partes do processo produtivo, organização entre produtores em associações ou cooperativas.

5.4. Software Utilizado

O principal software utilizado neste trabalho foi o Sistema de Informação Geográfica TERRSET cujo módulo principal é o 'IDRISI', desenvolvido pela Clark University, EUA. É um software proprietário utilizado por muitos profissionais e pesquisadores no meio acadêmico visto seu custo acessível e grande gama de módulos facilitadores de análises estatísticas e espaciais, como a criação de novas camadas e ferramentas de modelagem com interface gráfica amigável. Permite com facilidade a incorporação de imagens raster, tipicamente usadas por satélites como Landsat e SRTM, usadas nesse estudo. Seu funcionamento é semelhante ao software SPRING, livre e desenvolvido pelo INPE do Brasil, também baseado em raster. Seu formato de saída é compatível com o software ESRI usado pela maioria de agências de planejamento espacial.

Tabela 6. Submodelos, fatores de produção, e camadas temáticas.

Submodelo	Fator de Produção	Camada temática base utilizada
Ambiental/ Biofísico	Água	Malha hidrográfica estadual Rede de açudes e barragens
	Clima	Clima (geral) Clima indicado por Biomas Clima sugerido Köppen-Geiger
	Relevo	Relevo Declividade
	Solos	Qualidade, textura
	Altitude	Hipsometria
Infraestrutura	Alevinos	Produtores
	Ração	Fabricantes
	Frigoríficos	Frigoríficos industriais
	Beneficiamento	Processadoras de pescado
	Comercialização	Mercados regionais
	Malha viária	Rodovias interestaduais, e vias interurbanas
	Aeroportos	Rede de Aeroportos e aeródromos
	Ferrovias	Malha ferroviária
	Recursos Humanos	Instituições de extensão, pesquisa e ensino Apoio técnico
Socioeconomia	Mercados	Centros urbanos/Sedes de municípios
	Produtores	Know-how e apoio
	Cooperativismo	Cooperativas/Associações

5.5. Desenvolvimento de Camadas de Aptidão

As camadas de aptidão do território para o bom desenvolvimento da piscicultura continental no Estado do Piauí foram desenvolvidas a partir dos temas julgados os mais importantes e inseridos no SIG a partir de arquivos vetoriais conhecidos como *shapefiles* do software da ESRI conhecido como ArcGIS. Os *shapefiles* foram carregados de sites diversos. Alguns órgãos disponibilizam informações georreferenciadas na forma de *shapefiles* para carregar (download) em seus sites de acesso público como por exemplo o IBGE, MMA, CPTEC, e DNIT entre outros. Outras informações importantes, georreferenciadas foram transformadas em *shapefiles*. Informações como a localização de associações e cooperativas de produtores, e a presença de produtores de peixes e alevinos no Estado foram incorporadas através de processo específico. Com estas e outras informações fundamentais incorporadas na base de dados georreferenciada operações de distância a partir da feição-base de principal interesse foram realizadas.

5.6. Escolha pelo Processo Determinístico

Para determinar quais as áreas e, portanto, a zona mais indicada para o desenvolvimento da piscicultura no Piauí, optou-se por definir o melhor possível, as condições sob as quais a piscicultura melhor se desenvolve. Assim sendo, para uma série de fatores conhecidos como os que afetam diretamente a produção, isto é, aumentando-a ou diminuindo-a conforme a graduação do parâmetro pertinente, critérios foram adotados para cada fator. Como as diversas informações lidam com parâmetros em escalas diferentes, foi necessário efetuar sua normalização. Isso foi feito usando-se uma escala variando de 1 a 4, conforme sua adequação para a piscicultura. O valor mais alto (4) foi considerado como representado a melhor condição em função do objetivo final, isto é o desenvolvimento da piscicultura. Esta reclassificação em quatro classes é de fato subjetiva e baseada em critérios calcados no melhor conhecimento disponível pelos técnicos e consultores locais da equipe Projeto Pacu e na literatura específica. Assim, as distâncias a partir de uma feição-base de interesse representam graus aproximados de aptidão para desenvolvimento da piscicultura que potencialmente poderá se instalar nas diversas regiões do território Piauiense em função da facilidade/dificuldade/custo para se acessar o recurso facilitador de produção.

Justifica-se esta forma de determinação da aptidão da área pois, desta forma, a escala poderá ser posteriormente revisitada e readequada em função de novos conhecimentos ou informações atualizadas e/ou acrescidas ou julgadas mais pertinentes às situações futuras, permitindo ajustes racionais no modelo de zonação concebido especificamente para o Piauí. Assim, os atores e gestores locais terão a liberdade de redefinir a aptidão de cada fator nos modelos propostos. Acreditamos que esta seja a melhor opção possível, deixando claro para todos atores, quais os critérios utilizados. Esta opção 'determinística' facilita o processo de justificar a escolha de determinadas áreas sobre outras na hora de discutir a viabilidade de instalar os empreendimentos piscícolas e deixa claro para o setor financeiro em que fundamentação o empreendimento que se propõe a um crédito por exemplo está inserido. Os critérios desenvolvidos e determinados aqui podem ser usados em novas reuniões participativas e consultivas

com os diversos atores inclusive com órgãos financiadores dando a maior transparência possível, facilitando os eventuais ajustes necessários.

5.7. Avaliação Multicritério

A avaliação multicriterial (AMC) é uma ferramenta de apoio à tomada de decisões. Uma tentativa é feita de modo a combinar um conjunto de critérios para alcançar um resultado único visando um objetivo final.

Na decisão das áreas selecionadas para o desenvolvimento sustentável da piscicultura no Estado do Piauí, os critérios incluíram por exemplo, a proximidade de estradas, declividade de terreno, o clima, recursos humanos etc. Estes foram avaliados usando pesos auferidos de acordo com a importância de cada critério na avaliação final. Nesta versão, os critérios nos modelos, tiveram pesos ponderados, de acordo com a experiência adquirida pela equipe em projetos similares no país, e em outros casos os pesos foram dados com igual importância. O processo e método utilizado permite que em uma versão posterior, pesos diferenciados possam ser auferidos aos critérios já escolhidos. Isso dependerá de uma nova valoração diferenciada e determinada por gestores e atores com elevado grau de conhecimento nas matérias que definem os critérios.

6. CARTAS TEMÁTICAS-SÍNTESE GERADAS NO SIG IDRISI

As cartas apresentadas a seguir foram geradas a partir de dados primários e secundários, cedidos por agências nacionais como o IBGE, ICMBio, Ministério dos Transportes (DNIT), MPA, INPE, CPTEC, CODEVASF e a SDR. Quando disponíveis, arquivos do tipo *shapefile* foram importados pelo software IDRISI. Uma vez no ambiente IDRISI sofreram as alterações necessárias e ajustes de georreferenciamento a fim de representar melhor o tipo de informação a ser integrada no modelo geral desenvolvido especificamente para produzir uma camada temática informativa final denominada proposta de 'Zonas de Aptidão para Aquicultura no Piauí'. Algumas das camadas geradas são de informações primárias, como as posições cartográficas coletadas em campo, por exemplo a localização das estações de piscicultura, locais de produção de alevinos e propriedades rurais empreendendo a piscicultura e cooperativas. As coordenadas de campo foram obtidas com auxílio de um GPS em visitas à campo, empreendidas pela equipe do Projeto Pacu e colaboradores da SDR. Outras informações de importância espacial no contexto, foram extraídas de tabelas e diretórios locais e posteriormente georreferenciados no SIG. Ainda outras camadas envolvem grandes trechos do território cobertos por condicionantes ambientais como o clima e relevo. A integração das informações entre os softwares utilizados não é das mais suaves, exigindo algum processamento.

7. APTIDÃO PARA PISCICULTURA

A aptidão para piscicultura é considerada com um conjunto de aptidões de diferentes naturezas, que foram agrupadas conforme a Figura 40 abaixo:

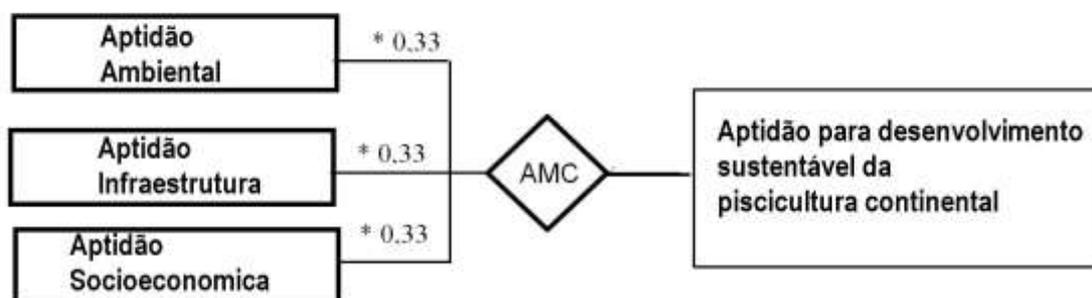


Figura 40. Modelo geral para determinação da aptidão do Estado para piscicultura continental.

Para cada tipo de aptidão, camadas temáticas de apoio à decisão foram desenvolvidas e integradas em submodelos específicos. Na figura acima, os números à direita dos submodelos de aptidão ambiental, infraestrutura e socioeconomia refletem o peso da ponderação usada. Em seguida, são apresentados os fatores que cada submodelo utilizou e os pesos utilizados na integração.

7.1. Aptidão Ambiental

Aptidão Ambiental (Figura 41) foi considerada como a integração dos fatores climáticos com os fatores físicos.

$$Apt\ ambi = [(Apt\ clima * 0,5) + (Apt\ Ff * 0,5)]$$

Água, clima, relevo, solos e altitude foram os fatores escolhidos para determinar a aptidão do meio ambiente para a piscicultura. Cada um é discutido brevemente e sua importância relativa no contexto da piscicultura. Em seguida um mapa representando a aptidão do fator é apresentado, seguindo a escala de aptidão escolhida.

Para o submodelo – tema “Meio ambiente/Fatores biofísicos” – os subtemas ou fatores considerados importantes para avaliar a aptidão das áreas para piscicultura foram: a) clima; b) clima interpretado por tipo de bioma; c) clima na interpretação Köppen-Geiger; d) precipitação anual; d) evaporação anual e finalmente e) fatores físicos, compondo um submodelo à parte incluindo a) relevo; b) qualidade do solo; c) altitude, d) declividade do terreno e e) proximidade malha hidrográfica.

$$Apt\ clima = [(Cbi * 0.2) + (Cg * 0.2) + (Ckg * 0.2) + (Pr * 0.2) + (Ev * 0.2)]$$

Apt clima = Aptidão climática; *Cb* = Clima biomas; *Cg* = Clima geral; *Ckg* = Köppen-Geiger; *Pr* = Precipitação; *Ev* = Evaporação.

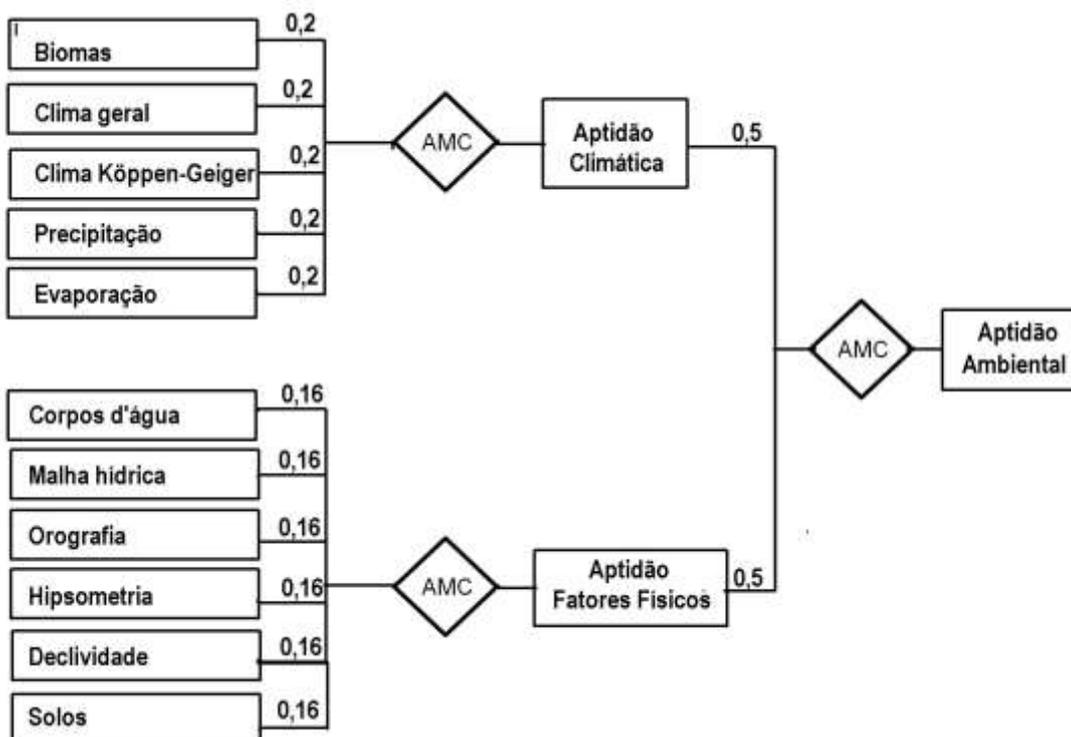


Figura 41. Integração das camadas temáticas no submodelo ambiental.

Para o submodelo – tema “Meio ambiente/Fatores físicos” – Os subtemas ou fatores considerados importantes para avaliar a aptidão das áreas para piscicultura foram: a) corpos d’água; b) proximidade malha hidrográfica; c) orografia; d) altitude e) declividade do terreno; f) qualidade do solo. A integração dos fatores foi dada com igualdade de importância para cada um.

$$Apt Ff = [(ALB * 0.16) + (Malhíd * 0.16) + (Oro * 0.16) + (Hipso * 0.16) + (Dec * 0.2) + (Solos * 0.16)]$$

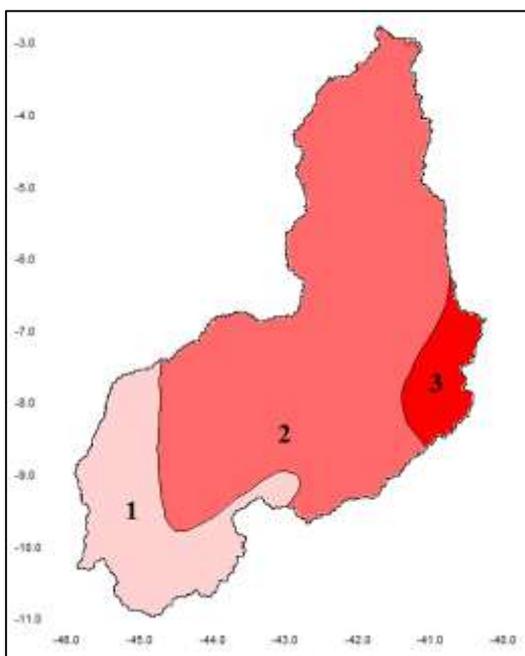
Onde: *Apt Ff* = Aptidão Fatores físicos; *ALB* = Açudes, Lagoas & Barragens; *Oro* = Orografia; *Hipso* = Hipsometria; *Dec* = Declividade; *S*= Solos.

7.1.1. Clima

O clima pode ser visto por diversos ângulos. De maneira geral pode ser descrito como semiúmido ou semiárido conforme ilustrado na Figura 42. Para fins deste estudo o clima ‘geral’ foi reclassificado conforme a Tabela 7 e os resultados da reclassificação conforme aptidão para piscicultura ilustrados na Figura 43.

Tabela 7. Critério de aptidão para a piscicultura continental conforme regime climático.

Clima	Explicação da reclassificação	Aptidão atribuída
Semi-úmido quente, 4 – 5 meses secos	Boas condições de crescimento o ano todo. Renovação de água durante os meses de chuva.	Excelente
Semi-árido, quente 6 meses secos	Boa temperatura o ano todo, potencialmente menores taxas de estocagem.	Bom
Semi-árido, quente 7 – 8 meses secos	Possibilidades, de criação mas observação criteriosa necessária.	Regular
--/--	--/--	Restrita



1. Semi-úmido, quente 4-5 meses seco
2. Semi-árido, quente, 6 meses secos
3. Semi-árido, quente, 7-8 meses secos

Figura 42. Piauí - regiões climáticas.

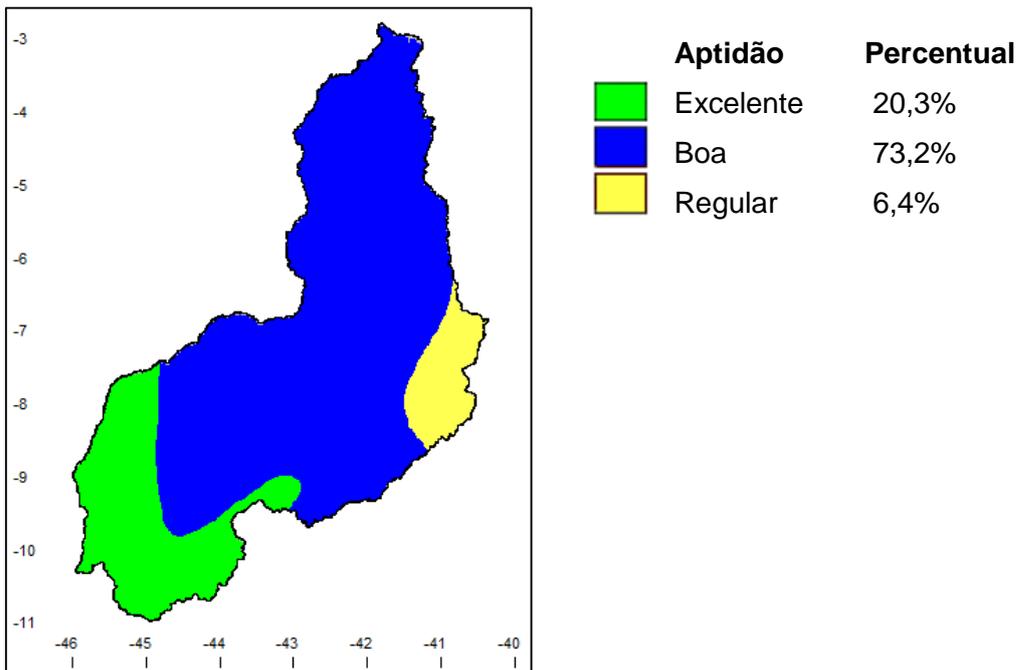


Figura 43. Aptidão conforme clima no Estado do Piauí.

Outra maneira de descrever o clima é segundo a classificação Köppen-Geiger. A Figura 44 ilustra o clima segundo a classificação Köppen-Geiger para o Piauí. Fornece visualização complementar nestas análises que pode ser incorporada levando em consideração as necessidades ambientais para o crescimento dos peixes, como por exemplo a distribuição da temperatura e precipitação durante o ano. Para o Piauí encontramos as seguintes grandes classes climáticas Köppen-Geiger:

- **Aw** - Clima tropical, megatérmico com a temperatura média do mês mais frio do ano sempre maior que 18°C, com ausência de estação invernal, forte precipitação anual, superior à evapotranspiração potencial anual.
- **BSh** - Clima seco com precipitação anual inferior a 500 mm, com evapotranspiração potencial anual superior à precipitação anual, sem cursos de água permanentes, clima característicos do semiárido, como as estepes, com temperatura média anual do ar sempre superior a 18°C.

Para este trabalho a aptidão das áreas sob os diferentes regimes climáticos Köppen-Geiger foi reclassificada de acordo com a Tabela 8. O resultado está apresentado na Figura 45.

Tabela 8. Critérios de aptidão para regime climático segundo Köppen-Geiger.

Classificação Köppen-Geiger	Explicação da reclassificação	Aptidão atribuída
Aw Tropical, quente com chuvas no verão. Temperatura no mês mais frio é maior que 18°C.	Havendo fontes de água, clima bom para crescimento de peixes durante todos meses do ano.	Excelente
BSh Clima semi-árido, quente, com chuvas de inverno Médias anuais térmicas superiores a 25°C. Pluviosidade média anual inferior a 1000 mm/ano com chuvas irregulares.	Clima típico do semi-árido, do Nordeste Brasileiro como no interior da Bahia, perto de Vitoria da Conquista, exemplo de lugares onde a piscicultura já se desenvolve bem.	Regular

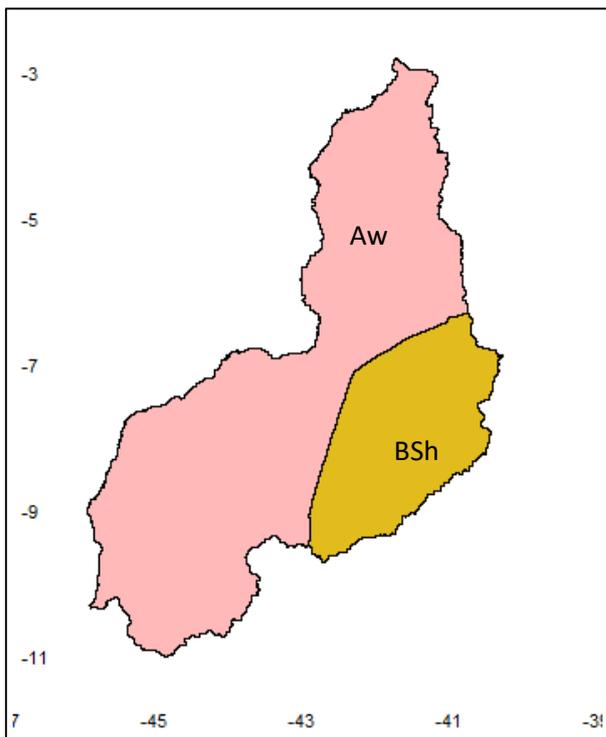


Figura 44. Clima do Estado do Piauí segundo classificação Köppen-Geiger.

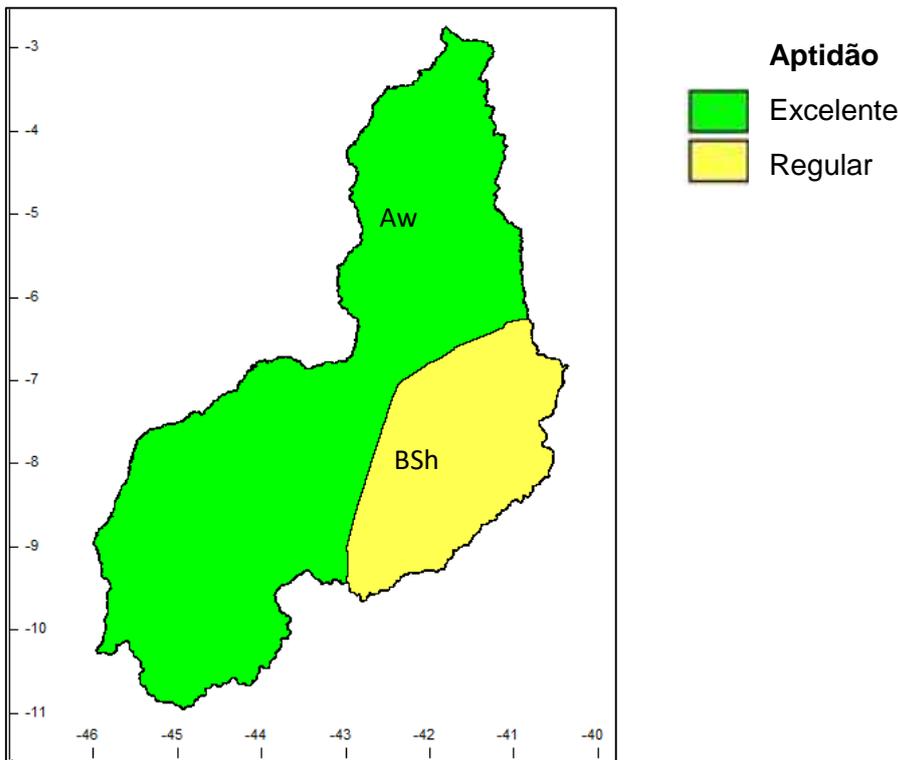


Figura 45. Aptidão do clima do Estado do Piauí conforme Köppen Geiger.

7.1.1.1. Precipitação anual

A precipitação é um fator fundamental para a piscicultura. Os aportes de água devem ser suficientes para manter o volume nível de água nos viveiros em terra escavada, de preferência sem custos ou necessidade de bombeamento de outros reservatórios ou cursos d'água. Quanto à precipitação, a Figura 46 ilustra como o Piauí se divide nitidamente em duas regiões climáticas bastante diferentes entre si. São duas faixas paralelas correndo de nordeste a sudoeste, a mais a leste com poucos aportes de água de chuva, podendo mesmo passar períodos de secas durando anos a mais a oeste, mais generosa, especialmente na zona costeira. A Tabela 9 descreve os critérios de reclassificação da temperatura em função da aptidão para a piscicultura. O resultado está ilustrado na Figura 47.

Tabela 9. Critérios de aptidão conforme precipitação anual.

Precipitação anual (mm)	Explicação da reclassificação	Aptidão atribuída
>1850	Quantidade satisfatória para encher viveiros e reservatórios como açudes e barragens na época das chuvas	Excelente
1250 - 1850	Quantidade satisfatória se terrenos são apropriados sem percolação excessiva	Boa
450 - 1250	Quantidade razoável se terrenos são apropriados sem percolação excessiva e secas não longas	Regular
< 450	Quantidades insuficientes para repor perdas por percolação e evaporação	Restrita

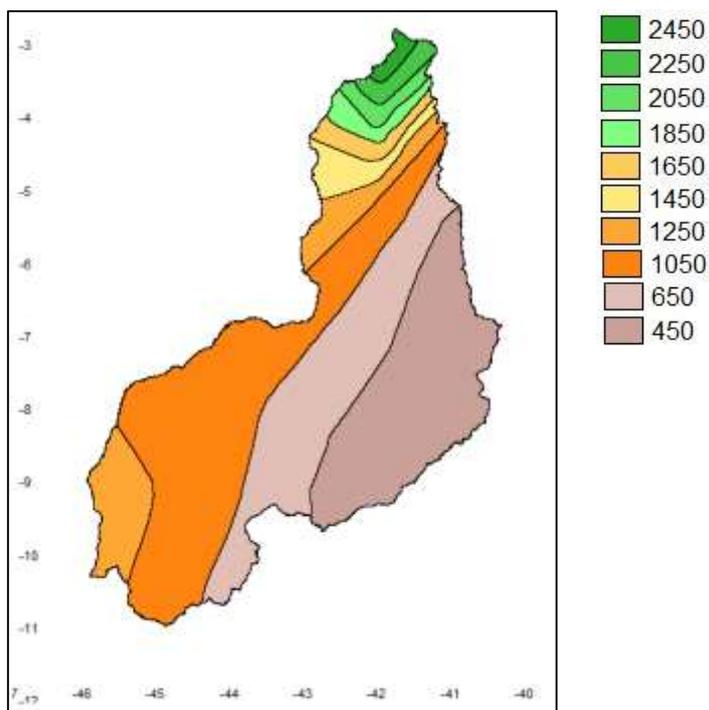


Figura 46. Precipitação média anual do Estado do Piauí (Fonte: INMET).

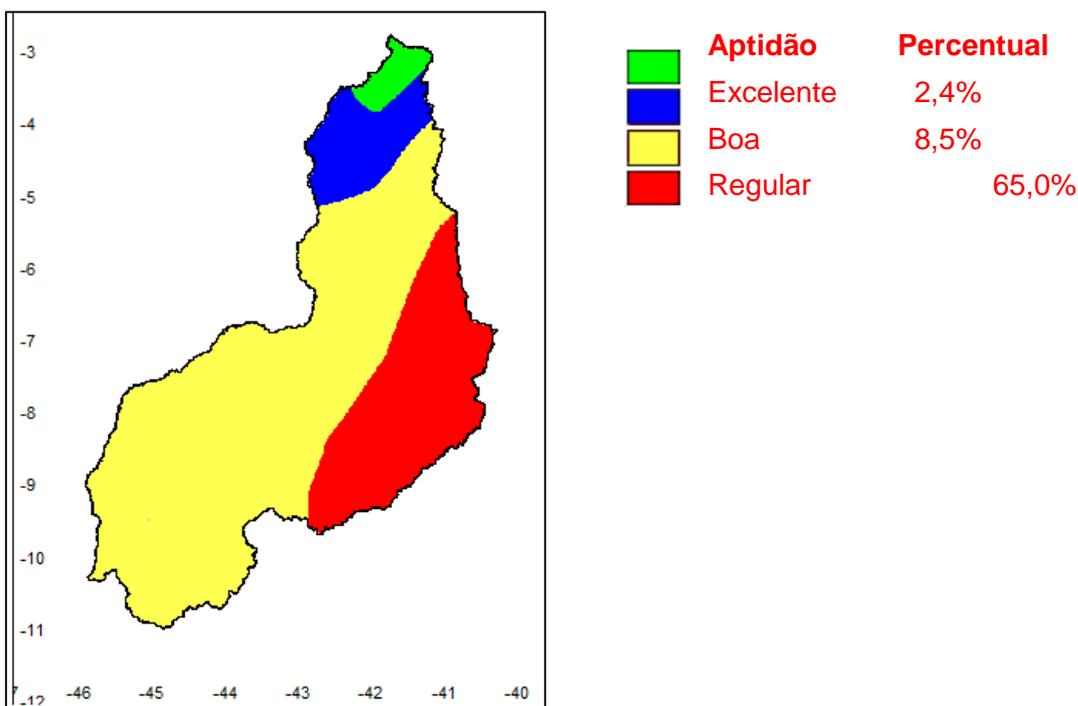


Figura 47. Aptidão conforme precipitação anual do Estado do Piauí.

7.1.1.2. Evaporação

Dado à sua posição em termos de latitude, em região tropical, e influenciado por sua posição geográfica, o Estado é sujeito a grande insolação e alta taxa de evaporação. A Figura 48 ilustra como a região leste do Estado concentra as áreas mais sujeitas a estiagens, secas e períodos pluri-anuais sem precipitação, onde apenas espécies altamente adaptadas ao clima semiárido conseguem sobreviver. O norte do Estado, próximo à foz do Rio Parnaíba, concentra a menor taxa de evaporação e, portanto, é uma região favorável a piscicultura em viveiros, pois a chuva pode manter o nível d'água. A Figura 49 ilustra a aptidão conforme a reclassificação descrita na Tabela 10. Essa figura mostra áreas onde, apesar da alta evaporação anual, existem áreas consideradas 'Regulares' para a atividade.

Tabela 10. Critérios de aptidão conforme evaporação anual (mm)

Evaporação anual (mm)	Explicação da reclassificação	Aptidão atribuída
<2400	--/--	Excelente
2400-2800	--/--	Boa
2800- 3200	--/--	Regular
>3200	--/--	Restrita

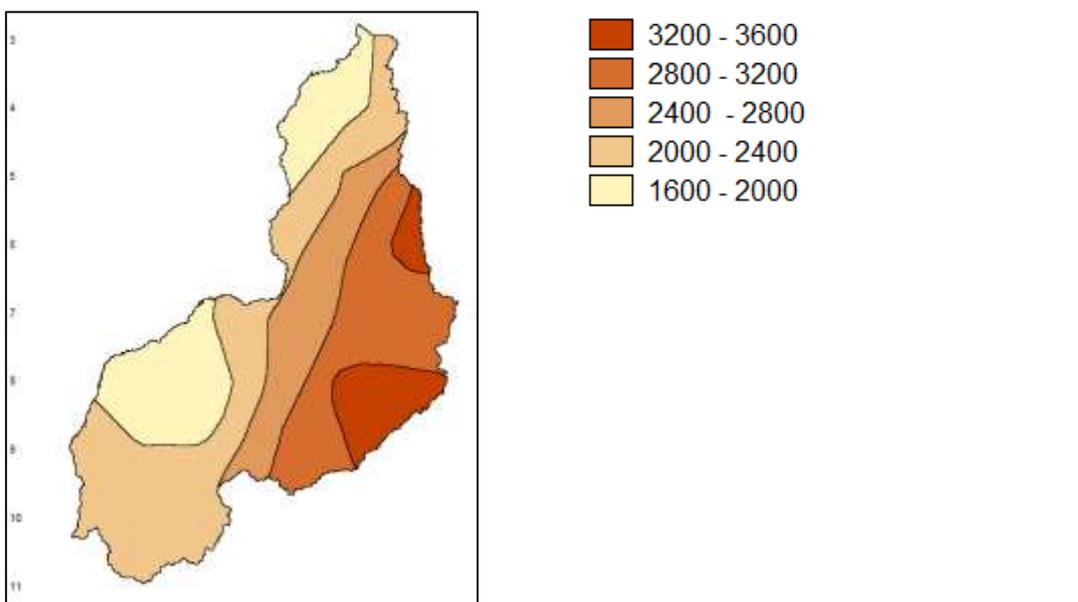


Figura 48. Piauí - Evaporação total anual.

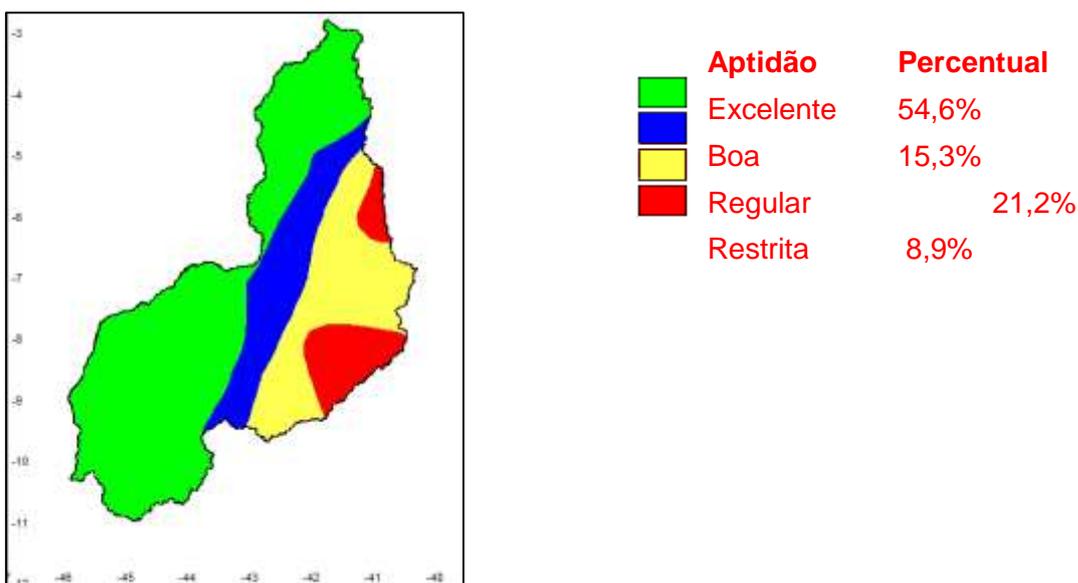


Figura 49. Aptidão conforme evaporação total anual.

7.1.1.3. Saldo Hídrico

O saldo hídrico, ou seja, a subtração da precipitação anual da evaporação anual como ilustrado na Figura 50, nos mostra que a maior parte do Estado seria considerada inviável para a atividade por ser deficitária em aportes de água de chuva. No entanto, este fator deve ser levado com cautela, pois fatores como a disponibilidade de fontes

alternativas de água como rios perenes, água acumulada em reservatórios, e também água de poços, bem como qualidade dos solos podem apresentar vantagens ou desvantagens em certas regiões. Assim, a reclassificação desta imagem não foi feita e nem integrada no modelo geral.

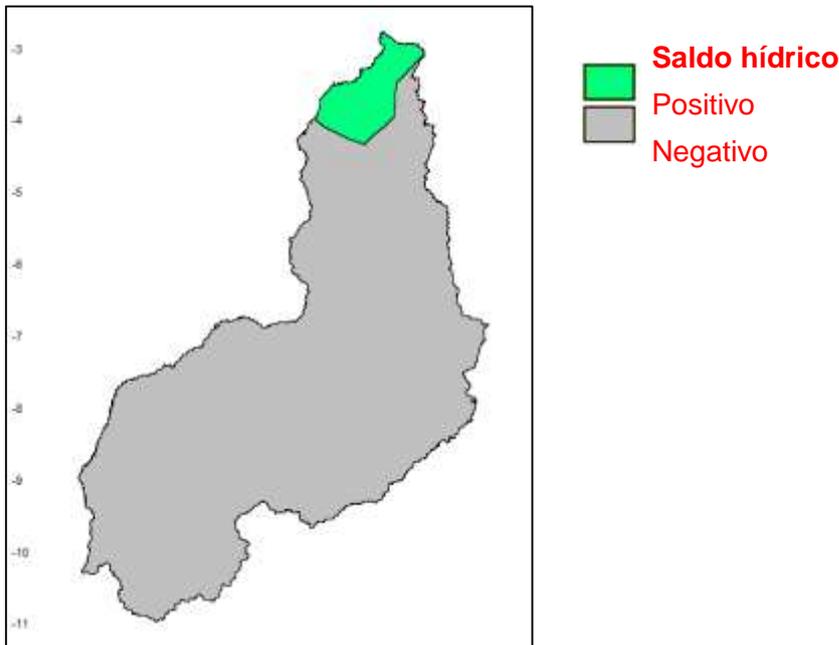


Figura 50. Saldo hídrico do Estado do Piauí (Precipitação menos Evaporação).

7.1.2. Biomas

Os biomas são excelentes indicadores de clima, de regime de chuvas e de temperatura ambiente. Sua caracterização reúne uma série de plantas e animais que distinguem o meio ambiente. Os dois biomas predominantes no Piauí são a Caatinga e o Cerrado. A Figura 51 ilustra bem as áreas abrangidas por estes biomas, sendo que ambos indicam altas temperatura médias durante todo o ano e grande insolação, fatores favoráveis para a piscicultura. Não obstante, a Caatinga é caracterizada por longas estiagens, elemento à princípio negativo, mas não necessariamente impeditivo para a atividade, como ocorre na piscicultura em outras partes do mundo onde se estabeleceu com sucesso em ambientes similares. Os critérios de aptidão conforme biomas estão descritos na Tabela 11, e o resultado da reclassificação na Figura 52.

Tabela 11. Critérios de aptidão da piscicultura continental para os biomas no Estado do Piauí.

Bioma	Explicação da reclassificação	Aptidão atribuída
Cerrado	Solos adequados, se corrigidos como acontece e viabiliza as culturas de soja e outras	Excelente
-	--/--	Bom
Caatinga	Solos de média a alta fertilidade, porém rasos apresentando alta dificuldade para tanques escavados. Secas prolongadas. Podem ser viáveis com esquemas de armazenamento de água e sistemas de recirculação intensiva	Regular
-	--/--	Restrita

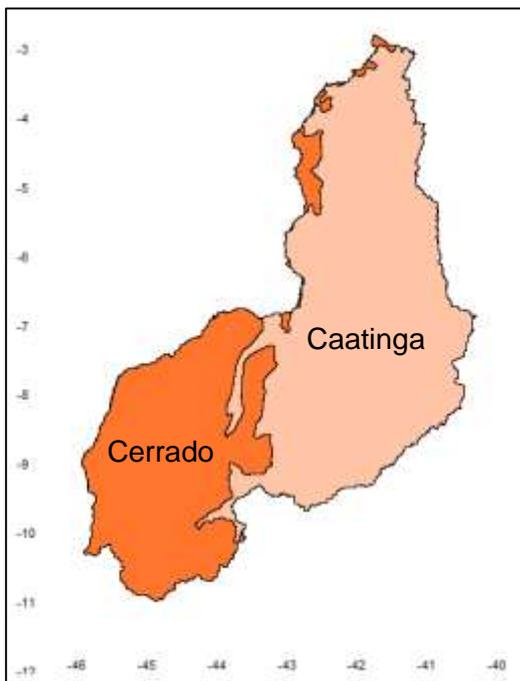


Figura 51. Biomas do Piauí (Fonte MMA).

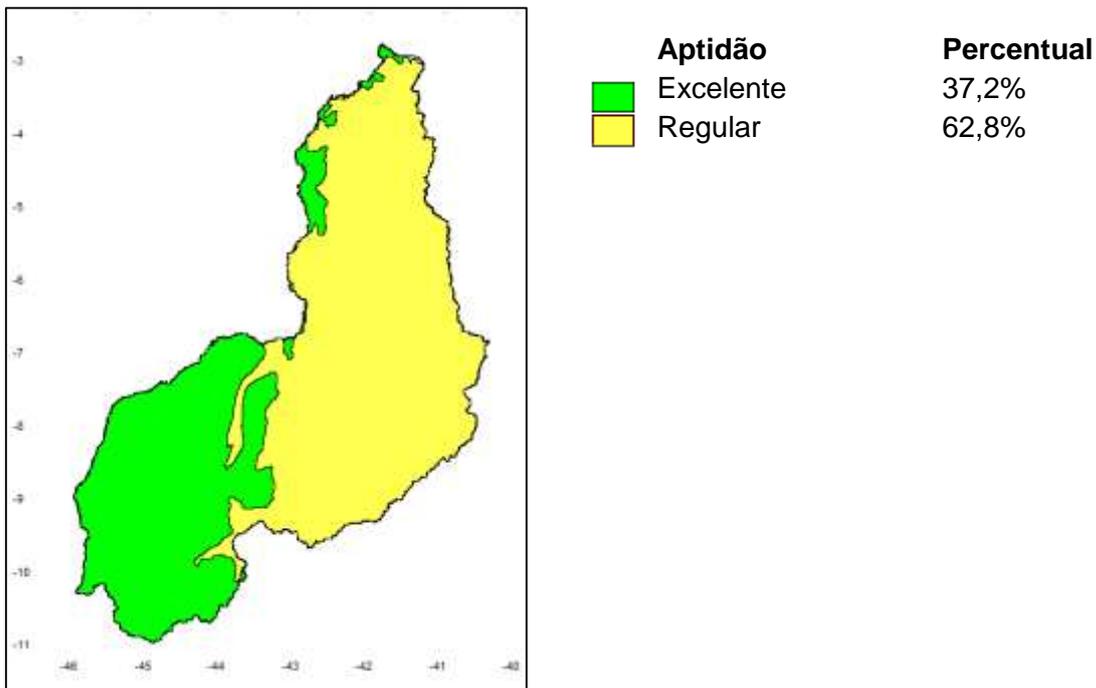


Figura 52. Aptidão conforme biomas no Estado do Piauí.

7.1.3. Água ou Disponibilidade Hídrica

Uma das principais fontes de água doce para a atividade de aquicultura vem dos rios da malha hídrica, ou seja, dos cursos d'água. A proximidade a cursos de água (perenes ou não) e corpos de água como lagos, represas, açudes e barragens é um dos fatores mais importantes para a atividade. Quanto mais perto dos rios perenes e massas d'água, melhor será o posicionamento das pisciculturas, pois haverá maior segurança para obtenção e armazenamento de água, mesmo que invocando os custos de bombeamento. Outros corpos d'água podem ser utilizados para armazenar água e servir de fonte em épocas de estiagem. A Figura 53 ilustra a distribuição das sub bacias na hidrografia estadual. Foram considerados os principais rios de Piauí bem como os rios intermitentes (Figura 54). A malha hídrica estadual, que embora extensa, tem poucos rios maiores e perenes. Os principais rios do Estado e afluentes do Rio Parnaíba são:

- Parnaíba - nasce nos contrafortes da Chapada das Mangabeiras, sul do Maranhão
- Gurguéia – nasce na Chapada das Mangabeiras.
- Itaueira – nasce na Chapada de Pavuço, município de Rio Grande.
- Canindé – nasce na Serra de Dois Irmãos no município de Paulistana.
- Mulato – nasce a acima da cidade de Regeneração.
- Poti – nasce na Serra da Joaquina, no Ceará
- Longá – nasce na Lagoa do Mato ou de Longá no município de Alto Longá.

Não obstante, uma reclassificação da viabilidade de um empreendimento aquícola se faz necessário, e assim a Tabela 12 descreve os critérios adotados *a priori*, e a Figura 55 ilustra o resultado da reclassificação.

Tabela 12. Critérios de aptidão da piscicultura continental relacionada à distância de fontes de água no Estado do Piauí.

Distância do rio ou corpo d'água (km)	Explicação da reclassificação	Aptidão atribuída
>2	Abastecimento muito próximo, por exemplo nas margens de um açude ou rio e, portanto, de baixo custo de adução/bombeamento/ canalização.	Excelente
2 – 5	Situação corriqueira em projetos de piscicultura, que não inviabiliza a atividade	Boa
5 – 10	Necessita investimentos onerosos para adução e ou bombeamento/canalização	Regular
10 +	Não viável atualmente	Restrita

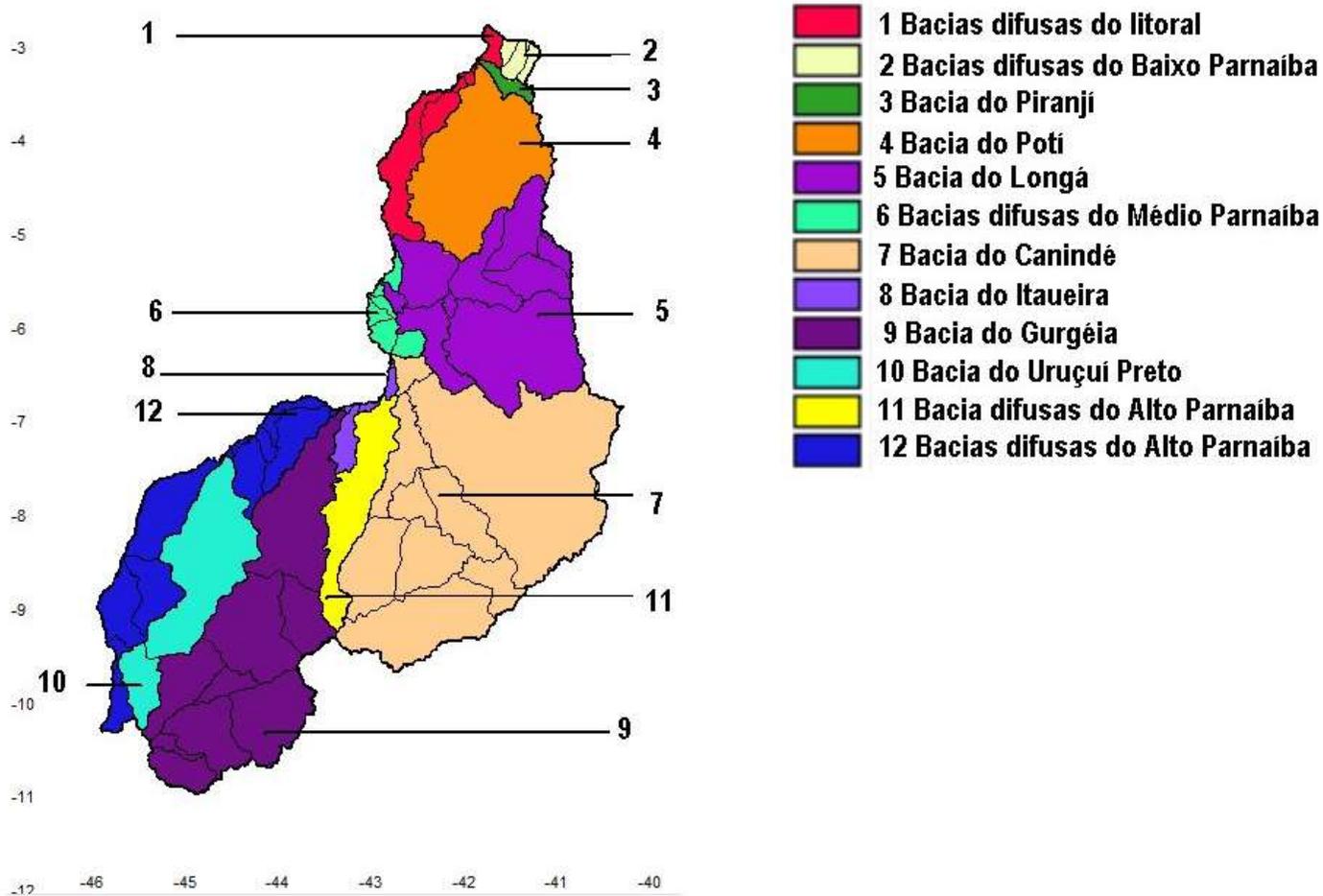


Figura 53. Principais bacias do Estado do Piauí.

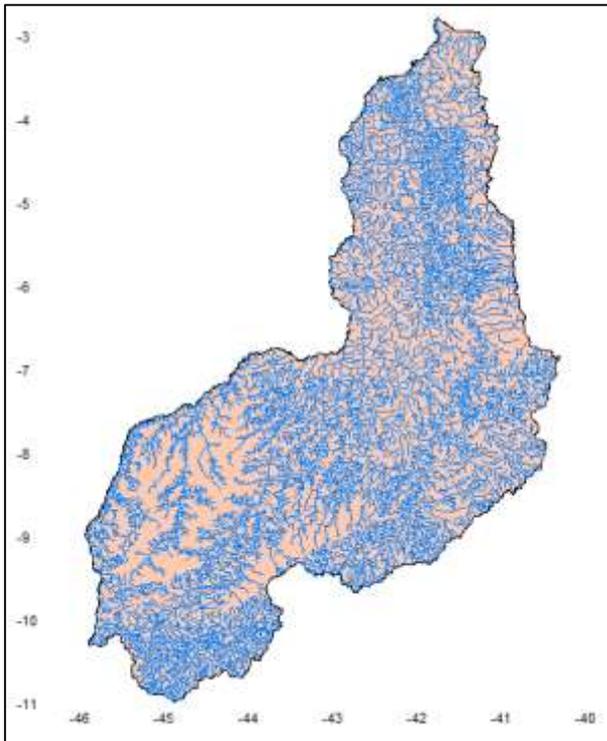
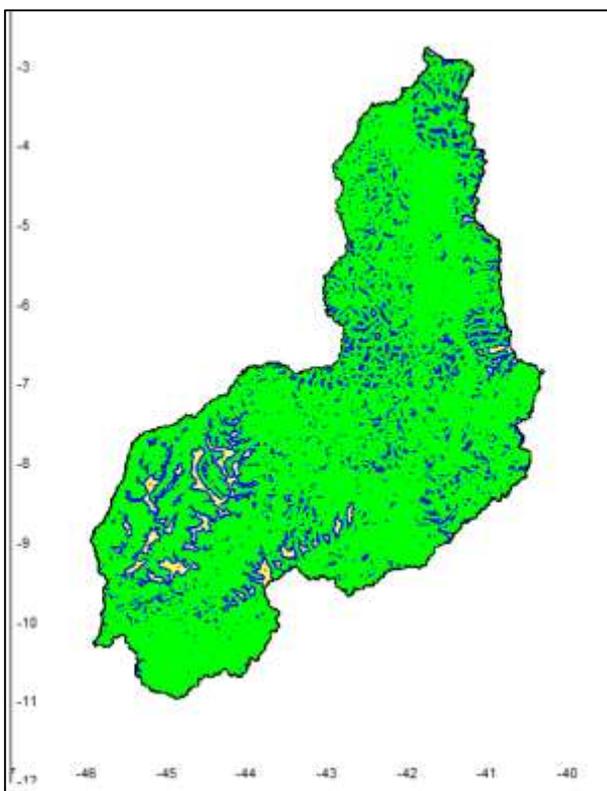


Figura 54. Malha hidrográfica com rios intermitentes do Estado do Piauí.



- **Aptidão**
- Excelente
- Boa
- Regular
- Restrita

Figura 55. Aptidão hidrografia do Estado do Piauí.

7.1.3.1. Açudes, Barragens e UHE's

A rede de reservatórios estratégicos do Estado conta com barragens e açudes que servem várias finalidades incluindo irrigação, abastecimento humano, abastecimento animal, controle de cheias, piscicultura, lazer e hidrelétricas. Podem ser classificadas como Barragens de Terra (BT), Barragens de Concreto (BC), Barragens de Pedra (BT) e Barragens de Concreto Compactado a rolo (BCCR) (SEMAR, 2010).

O Estado conta com pelo menos 30 reservatórios/ açudes criados pelo DNOCS, alguns dos quais já abrigam a piscicultura em tanques-redes (Tabela 13). Neste trabalho, foram localizadas as coordenadas de 19 açudes do DNOCS e estas foram integradas na base de dados, conforme ilustrado na Figura 56. Todas massas d'água foram consideradas como potenciais fontes de água para projetos de piscicultura no Estado. A Figura 58 ilustra a reclassificação do Estado em função da distância dos açudes DNOCS.

Adicionalmente, o Piauí conta com uma Usina Hidrelétrica (UHE) em pleno funcionamento (Usina Hidrelétrica Boa Esperança) e outras 5 planejadas ou em construção que poderão servir futuramente para projetos de piscicultura (

Figura 57) A Figura 59 ilustra a reclassificação do Estado em função da distância deste corpo d'água extenso e importante no Estado.

Tabela 13. Açudes do DNOCS no Estado do Piauí.

	Açude	Longitude	Latitude	Área km ²	Responsável	Com Piscicultura
1	Aldeias I	--/--	--/--	--/--	DNOCS	--/--
2	Algodões II	-44.2243	-10.2102	--/--	COMDEPI	--/--
3	Anajás	-41.7790	-4.2518	--/--	DNOCS	✓
4	Barreiras	--/--	--/--	--/--	DNOCS	--/--
5	Beneditinos	-42.3644	-5.4363	--/--	DNOCS	--/--
6	Bocaina	--/--	--/--	--/--	CHESF	--/--
7	Bonfim	-42.8739	-9.1617	--/--	DNOCS	--/--
8	Cajazeiras	--/--	--/--	--/--	DNOCS	--/--
9	Caldeirão	-41.7237	-4.3336	7.6	DNOCS	✓
10	Campo Maior	-42.1665	-4.8324	--/--	DNOCS	--/--
11	Caracol	-43.3256	-9.2805	--/--	DNOCS	--/--
12	Catingueiras	--/--	--/--	--/--	DNOCS	--/--
13	Cocais	--/--	--/--	--/--	DNOCS	--/--

	Açude	Longitude	Latitude	Área km²	Responsável	Com Piscicultura
14	Fátima	--/--	--/--	--/--	DNOCS	--/--
15	Ilha Grande	--/--	--/--	--/--	DNOCS	--/--
16	Ingazeiras	-42.0364	-5.1039	--/--	DNOCS	--/--
17	Jenipapo	-42.2882	-8.3647	--/--	COMDEPI	✓
18	Joana	--/--	--/--	--/--	DNOCS	--/--
19	Lagoa do Cajueiro	-42.2225	-3.4870	--/--	DNOCS	--/--
20	Malhadinha	--/--	--/--	--/--	COMDEPI	✓
21	Mesa da Pedra	-41.7648	-6.3666	--/--	DNOCS	--/--
22	Nonato	--/--	--/--	--/--	DNOCS	--/--
23	Pé de Serra	--/--	--/--	--/--	COMDEPI	--/--
24	Pedra Redonda II	-41.4290	-7.9962	--/--	DNOCS	✓
25	Petronio Portela	-42.1633	-8.4537	--/--	COMDEPI	--/--
26	Piaus	--/--	--/--	--/--	DNOCS	--/--
27	Picos	--/--	--/--	--/--	DNOCS	--/--
28	Piracuruca	-41.6655	-3.9661	--/--	DNOCS	--/--
29	Poço de Pedra	-40.3600	-6.9877	--/--	DNOCS	--/--
30	Poços	--/--	--/--	--/--	DNOCS	--/--
31	Quixaba	--/--	--/--	--/--	DNOCS	--/--
32	Salinas	-42.5183	-6.9978	--/--	DNOCS	✓
33	Umburanas	--/--	--/--	--/--	DNOCS	--/--
34	Poço do Marruá	-41.2945	-7.6211	--/--	DNOCS	--/--
35	Rangel	-42.0364	-5.1039	--/--	DNOCS	--/--
36	Corredores	-44.6084	-9.4885	--/--	DNOCS	--/--

Tabela 14. UHES atuais e planejadas no Estado do Piauí.

Barragens Hidrelétricas	Longitude	Latitude	Área (km ²)
UHE Boa Esperança (em funcionamento)	-43.558635	-6.75338	--/--
UHE Cachoeira	-43.08141	-6.75275	--/--
UHE Castelhana	-43.073023	-5.71771	--/--
UHE Estreito	-42.853793	-6.24719	17.22
UHE Ribeiro Gonçalves	-45.232428	-7.54967	--/--
UHE Uruçuí	-44.530135	-7.22532	--/--

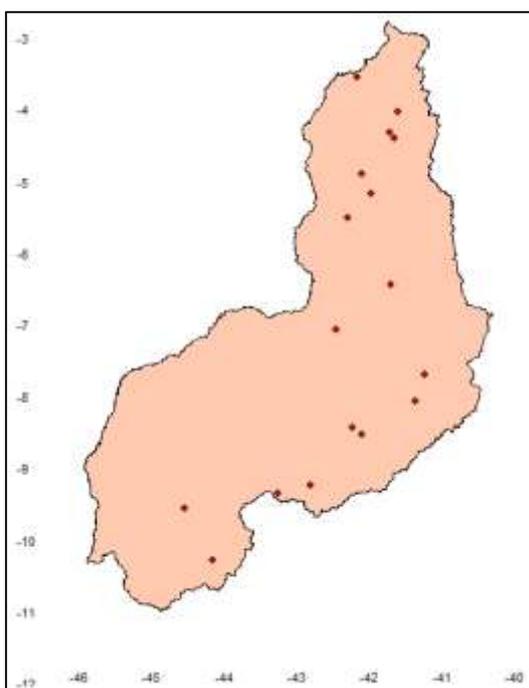


Figura 56. Localização de Açudes DNOCS.

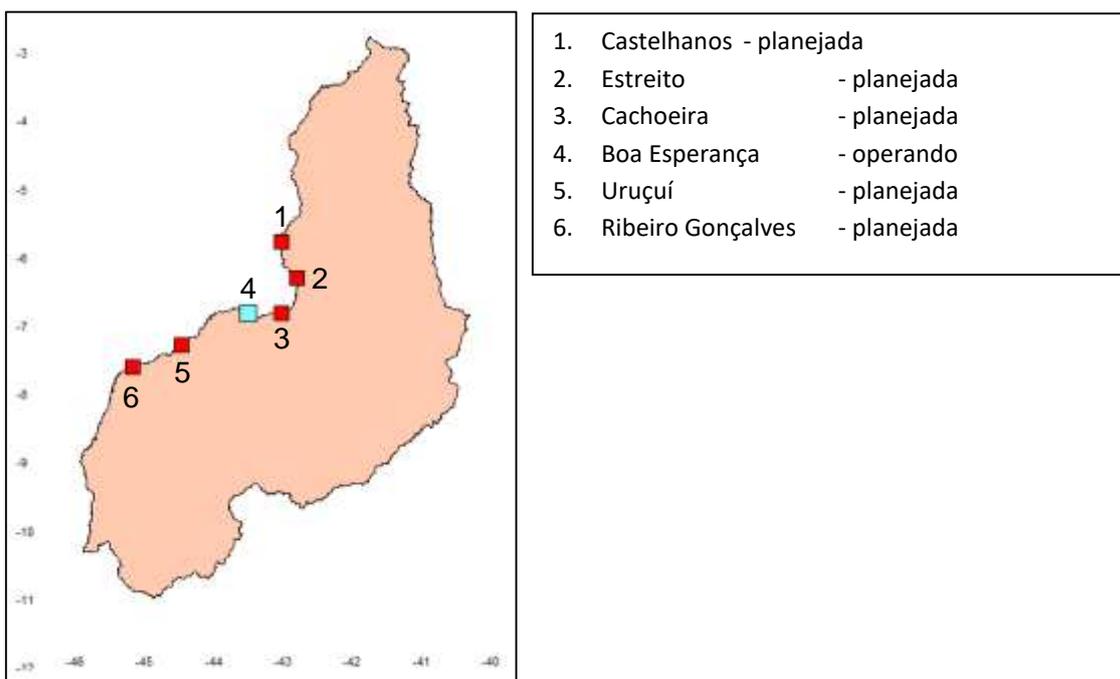


Figura 57. Localização 6 UHEs do Estado do Piauí.

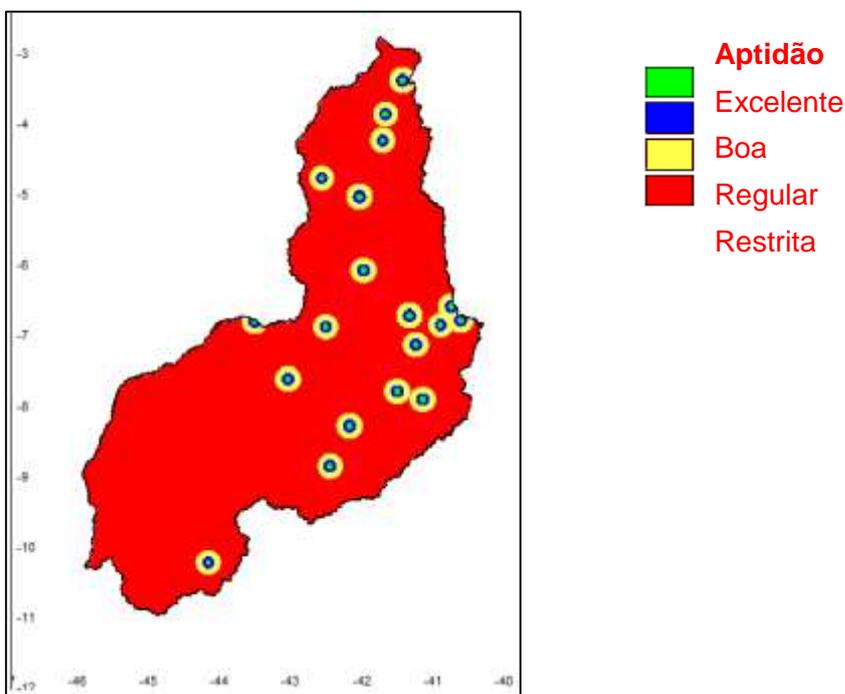


Figura 58. Aptidão conforme distância de reservatórios DNOCS do Estado do Piauí.

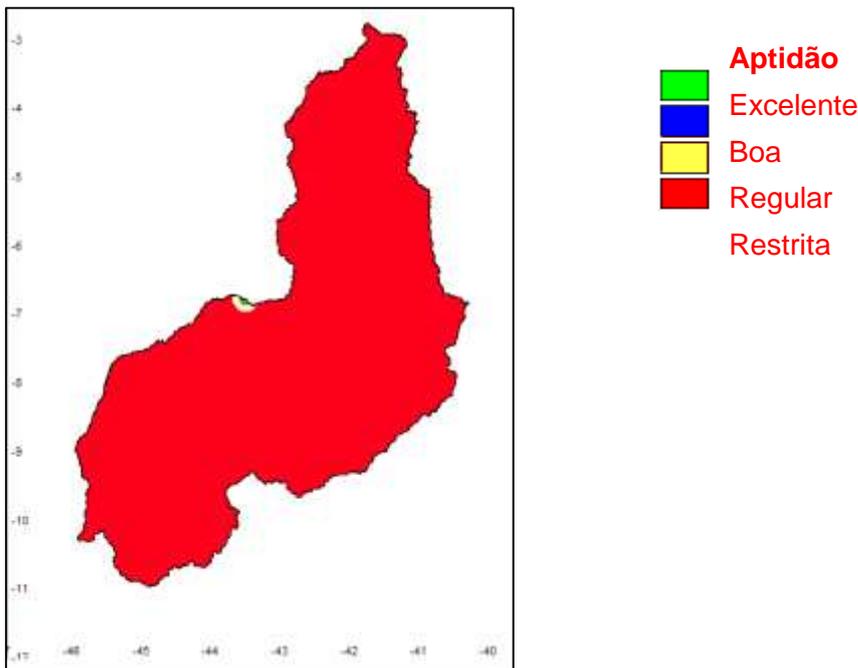


Figura 59. Aptidão conforme distância da UHE Boa Esperança.

7.1.3.2. Poços artesianos

O Estado do Piauí conta com um significativo número de poços ‘jorrantes’ ou artesianos, pois nesta situação a pressão no subsolo é tão grande que a água sobe sem precisar de bombas. Dos 21 mil poços artesianos no Nordeste que a Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM) cadastrou, o Piauí, conta com 860 poços, a maioria incompletos. A função destes poços seria de abastecer a população, mas infelizmente a metade deles não funcionam por falta de infraestrutura de distribuição. No Vale do Gurguéia, alguns poços perfurados pelo governo federal jorram água constantemente. O município de Cristino Castro conta com aproximadamente 40 poços desse tipo. O poço jorrante no Piauí mais conhecido é o de Violeta.

Obviamente, águas desses poços poderiam servir para suprir projetos de piscicultura. No entanto, esse tipo de utilização é muito raro e exige tratamento prévio para torná-la própria para piscicultura, principalmente a oxigenação da água. Este tratamento muitas vezes resulta na precipitação de óxidos de ferro que precisam ser decantados antes da utilização na piscicultura. Portanto, embora o potencial de utilização de poços artesianos seja considerável, neste estudo não foram incluídos como camada temática para o macrozoneamento, mas que pode ser inserido em uma revisão futura.

7.1.4. Relevo

O relevo do Piauí, ver Figura 60, é predominantemente regular. Mais de 90% do Piauí situa-se em uma altitude inferior a 600 metros, sendo que destes, mais de 50% tem altitude inferior a 300 metros. No litoral do Estado, na região norte, e nas margens do

rio Parnaíba são encontradas planícies litorâneas e aluvionares. Os terrenos nessa região são baixos e arenosos. No Leste, nas chapadas de Ibiapaba e do Araripe; e ao Sul, nas chapadas da Tabatinga e Mangabeira, encontram-se as maiores altitudes do Estado, próximas dos 900 metros em relação ao nível do mar. Toda a geografia piauiense pertence ao maciço nordestino. Os planaltos piauienses, mais propriamente as chapadas, estão reunidos em cinco grupos: a) Arco da Fronteira, Chapadões do Sul, c) Costas do Centro, d) Contrafortes da Ibiapaba, e) Morros isolados. Para fins deste trabalho a aptidão das áreas dos grandes grupos de relevo foi reclassificada conforme a Tabela 15. O resultado da reclassificação é ilustrado na Figura 61.

Tabela 15. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme relevo de terreno.

Relevo	Explicação da reclassificação	Aptidão atribuída
Planícies Fluviais e/ou Fluvioacustres Depressão sertaneja de Paranaguá	Boas condições de topografia, qualidade de solos e altitude para implementação de piscicultura em tanques escavados	Excelente
Depósitos Marinhos sedimentares inconsolidados	Boa temperatura o ano todo, potencialmente menores taxas de estocagem.	Bom
--/--	--/--	Regular
Chapadões do Meio Norte Patamar Sertanejo	Áreas mais altas, com terrenos inadequados	Restrita

Figura 60. Relevo do Estado do Piauí.

Figura 61. Aptidão conforme tipos de relevo do Estado do Piauí.

7.1.5. Altitude

O Piauí tem elevações de terreno, mas na sua grande maioria, o território se encontra abaixo de 860 m. Estando localizado entre latitudes tropicais, a importância da elevação de terreno sobre a temperatura da água é menos importante quando relacionada ao sucesso da piscicultura. Com efeito, com a elevação da altitude cai a temperatura do meio ambiente e, conseqüentemente, da água de cultivo, que é um dos fatores mais importantes para o crescimento de peixes tropicais.

Assim, neste estudo conforme a Tabela 16 todas as áreas abaixo de 350 m de altitude foram consideradas excelentes para o desenvolvimento da piscicultura e a reclassificação da imagem SRTM (Figura 63) está ilustrada na Figura 64. Estas áreas correspondem principalmente as baixadas litorâneas ou as margens dos principais cursos de água das bacias hidrográficas do Estado. Áreas acima de 350 m de altitude sem dúvida podem ser exploradas, especialmente se em regiões onde outras condicionantes físicas são favoráveis como regime de chuvas com quantidade suficiente de precipitação, a qualidade dos solos e sua inclinação no terreno favorecendo a construção de viveiros em terra escavada. Essa análise revela que 51% da área do Estado está em altitudes inferiores a 350 m de altitude, representando 128.438 km² possíveis para desenvolvimento da piscicultura.

Figura 62. Piauí - Aptidão conforme declividade do terreno.

Tabela 16. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme altitude (m).

Altitude (m)	Explicação da reclassificação	Aptidão atribuída
<350	Regiões de baixadas, próximas aos principais cursos de água.	Excelente
>350	Regiões em inclinação mais acentuada, colinas nas bordas de elevações de terreno. Maior percolação de água.	Regular

Figura 63. Piauí - Altitude (m) conforme interpretação satélite SRTM.

Figura 64. Piauí - Aptidão conforme altitude.

7.1.6. Declividade

Os viveiros em terra escavada são melhores quando construídos em terrenos de pouca declividade. Isso permite otimizar o planejamento e a geometria mais adequada para a área disponível, bem como facilitar a chegada de canais de adução e drenagem de água para cultivo. Terrenos irregulares, em colinas ou área montanhosa, aumentam o volume

de terra o número de horas de trabalho, além de prejudicar a forma dos viveiros (relação comprimento:largura e/ou profundidade), tornando inviável os custo de terraplenagem.

Figura 65. Piauí - Solos - principais grupos (Fonte: Embrapa Solos).

Figura 66. Piauí - Aptidão – Solos.

A Figura 62 ilustra os resultados da reclassificação conforme os critérios utilizados na Tabela 17, que foi realizado por meio da análise da imagem do radar SRTM- Figura 63, da qual foi gerado um MNT (Modelo Numérico de Terreno) que subsequentemente foi 'fatiado' ou 'reclassificado' em função da declividade do terreno e sua adequação para a construção de viveiros de terra para piscicultura. Esta reclassificação mostra que o Piauí possui grandes áreas planas contíguas com aptidão considerada Excelente ou Boa por terem com declividade entre 1% a 3%, portanto, favoráveis para a construção de viveiros em terra escavada. Segundo a experiência do Projeto Pacu em sua sede, e em trabalhos implantados como no Acre – Projeto de Desenvolvimento Regional e recomendações da FAO (FAO, 1995), terrenos com até 1% de inclinação podem ser classificados como 'Excelentes', pois são os ideais para construção de viveiros escavados bem como outros trabalhos de terraplenagem necessários como valas de drenagem e arruamento. Terrenos com entre 1% a 2% de declinação percentual foram considerados bons, de 2% a 3% regulares e declividades superiores a 3% foram consideradas de aptidão restrita pois representam maiores custos e trabalho de movimentação de terra. A Tabela 18 resume as áreas aptas no Estado.

Tabela 17. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme declividade do terreno.

Declividade terreno (%)	Explicação da reclassificação	Aptidão atribuída
< 1	Áreas planas com ligeira declividade, facilitando construção de viveiros com menor custo e tempo de terraplenagem	Excelente
1 – 2	Áreas com declividade favorável, permitindo escoamento suficiente para drenagem de viveiros em terra escavada.	Bom
2 – 3	Área onduladas onde regularização do terreno para confecção de viveiros em terra	Regular

Declividade terreno (%)	Explicação da reclassificação	Aptidão atribuída
	escavada custará mais caro e tomará mais tempo	
> 3	Áreas onde os custos para construir os viveiros são maiores e mais onerosos	Restrita

Tabela 18. Áreas aptas conforme declividade do terreno.

Superfície km ²	Aptidão
25.805	Regular
90.414	Boa
66.781	Excelente
183.001	Total

7.1.7. Solos

Há várias características importantes para escolher solos adequados para a construção de viveiros de terra escavada. Os solos do Estado estão bem mapeados e apresentados na Figura 65. Os critérios utilizados neste estudo estão descritos na Tabela 19 e os resultados dessa reclassificação conforme sua aptidão para piscicultura apresentada na Figura 66. A seguir são apresentadas algumas considerações relevantes para a utilização de solos para piscicultura.

7.1.7.1. Textura

Para a construção de viveiros ou tanques escavados para a piscicultura alguns solos são melhores do que outros. Quanto à textura, os solos mais apropriados são aqueles que não contém grande proporção de areia, contém boa proporção de argila (preferencialmente não expansiva) e algum silte. Esta combinação confere à construção um viveiro em terra que resiste à erosão e não abre grandes rachaduras quando exposto ao sol por longos períodos. Solos aluvionares, por terem alta concentração de areia, não são ideais para a construção de viveiros escavados ou açudes (FAO, 1995). A argila e a areia são importantes na manutenção da produtividade primária da água nos viveiros. O solo deve conter entre 25% e 45% de argila. Mais do que 45% de areia poderá resultar em desmoronamentos dos taludes e diques de contenção. Por outro lado, níveis mais altos de argila podem diminuir a disponibilidade de fósforo, um nutriente importante para o fitoplâncton, tendo como resultado um viveiro com água empobrecida (Boyd et al., 2002).

7.1.7.2. Profundidade

Solos rasos dificultam e, até, inviabilizam a escavação do terreno para a construção de viveiros, diques e vias de acesso para a atividade de piscicultura. Se a camada rochosa

estiver próxima à superfície, o trabalho se torna inviável. Portanto, os solos devem ter no mínimo 1 m de profundidade e estar acima do lençol freático.

7.1.7.3. pH

Uma vez que os viveiros estão plenos e o solo começa a reagir com a água, o pH da água pode mudar radicalmente, afetando negativamente a piscicultura e a produção primária. Alguns solos podem ser tratados com a calagem, adicionando calcário dolomítico como é feito na agricultura, corrigindo assim o pH tornando os viveiros produtivos. O pH deve estar acima de 6.5.

Tabela 19. Critérios de aptidão da piscicultura continental segundo os tipos de solos.

Tipo de solo	Descrição	Aptidão
CAMBISSOLOS	Possuem ampla variação de condições, algumas adequadas e outras inadequadas para o estabelecimento de estruturas para piscicultura. São solos minerais não hidromórficos com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial. Frequentemente em depósitos aluvionares e colúvionares. Bom para a agricultura e muito usado para tal. Estão entre os mais produtivos da terra, especialmente em climas temperados.	Regular
LATOSSOLOS	Solos vermelhos, marrons ou amarelos. Que se desenvolvem em regiões de grande intemperismo. Frequentes no Brasil, muitas vezes recobertos por florestas. Pobres, com alumínio tóxico e, portanto, limitam a agricultura Usados na silvicultura e pastoreio de baixa intensidade. São bem drenados e profundos, presentes em relevos planos a ondulados, mesmo que com forte acidez, situação contornável na piscicultura. Usados para cacau e seringueira. Muito Fe e Al. Requer calagem e adubação. Usado muito no Cerrado para a soja.	Excelente
GLEISSOLOS	Solos pouco profundos e logo alcançam o lençol freático, fator que dificulta os trabalhos de construção dos viveiros. Podem dificultar a drenagem dos mesmos uma vez repletos de água. Adicionalmente pode ocorrer horizonte plíntico ou sulfúrico resultando em más condições de água de cultivo. Precisam ser drenados. Geralmente são recobertos de brejos e permanecem pouco usados ou para pastoreio extensivo. Nos trópicos são usados para plantar arroz.	Excelente
LUVISSOLOS	Ocorrem em área de florestas em climas úmidos e subsumidos onde o material gerador contém boa quantidade de argila. Tem boa drenagem baixa	Excelente

Tipo de solo	Descrição	Aptidão
	acidez mesmo que com algum grau de pedregosidade na superfície. Constitui-se de material não hidromórfico com argila de alta atividade e alta saturação de bases.	
PLINTOSSOLOS	Solos ácidos, mas são solos planos e exceto quanto há ocorrência de petroplintita, e podem ser trabalhados na piscicultura. Comum nos trópicos úmidos incluindo leste da bacia amazônica, regidos pela química Fe/Al.	Excelente
ARGISSOLOS	Solos com horizonte B textural e argila de atividade baixa, conhecidos anteriormente como Podzólico Vermelho-Amarelo, parte das Terras Roxas Estruturadas e similares, Terras Brunas, Podzólico Amarelo, Podzólico Vermelho-Escuro. Gerados de areias ricas em quartzo ou sedimentares de magma rochoso com alta precipitação São pobres para a agricultura devido a porção arenosa que resulta em baixa umidade e nutrientes baixo pH e deficiência de fosfatos complicam. Além da presença de alumínio. Melhor usado para o pastoreio Bom, se usado com calcário e adubação. Regidos pela química do Fe/Al.	Restrita
VERTISSOLOS	Solos argilosos escuros contendo grande quantidade de argila expansiva racham com facilidade e se tornam muito pegajosos quando encharcados. Na época das chuvas. Podem ficar extremamente duros na época da seca rachando.	Restrita
CHERNOSSOLOS	Na prática, este solo apresenta rachaduras, alta saturação por bases, ausência de Al+++; pouco coloridos, escuros; pH desde moderadamente ácido a fortemente alcalino.	Restrita
NEOSSOLOS	Solos rasos, onde geralmente a soma dos horizontes sobre a rocha não ultrapassa 50 cm, estando associados normalmente a relevos mais declivosos. Presença de rocha e a declives acentuados. Limitam o uso de máquinas e elevam o risco de erosão.	Restrita

7.2. Aptidão Infraestrutura

Para o submodelo – ‘Infraestrutura’, os sub-temas ou fatores considerados importantes para avaliar a aptidão das áreas para piscicultura foram a disponibilidade e a proximidade de fornecedores de: a) Alevinos; b) ração; c) energia elétrica; d) frigoríficos;

e) beneficiadoras de pescados; f) aeroportos; g) estradas pavimentadas; h) malha ferroviária; e i) aeroportos e recursos humanos.

Onde: *Apt Infra* = Aptidão Fatores Infraestrutura; *Ale* = Alevinos; *Ração* = ração; *Ee* = energia elétrica; *Friço* = frigoríficos; *Aero* = aeroportos; *Rodo* = estradas pavimentadas; *Ferro* = malha ferroviária; *RH* = recursos humanos.

Figura 67. Submodelo Infraestrutura.

7.2.1. Alevinos

A existência de produtores de alevinos é fundamental para o início da cadeia produtiva na piscicultura. Alevinos produzidos regionalmente podem ter seu controle de qualidade melhor certificado, evitando assim uma eventual importação de moléstias e doenças estranhas à região, e prejudiciais à atividade. Durante esta pesquisa, a equipe do SDR e Projeto Pacu identificou os produtores de alevinos no Estado em 2016. (Figura 68). Suas coordenadas geográficas foram adquiridas e inseridas na base de dados georreferenciada (Tabela 20). Adicionalmente, pode-se mencionar a Estação de Piscicultura da CODEVASF em Bebedouro, PE, que é um significativo produtor de alevinos tendo produzido em 2015 mais de 3,5 milhões de alevinos. Esta estação de piscicultura - conhecida como Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura de Bebedouro fica aproximadamente a 120 km da fronteira estadual do Piauí. No entanto, neste estudo foram apenas considerados (mapeados para aptidão) os produtores no Estado. Para fins deste trabalho a aptidão das áreas conforme a Tabela 21, e os resultados estão ilustrados na Figura 69.

Tabela 20. Localização de fornecedores de alevinos no Estado do Piauí.

Município com produtor de alevinos	Longitude	Latitude
Bocaina	-41.316742°	-6.907989°
Nazária	-42.827394°	-5.360717°
Buriti dos Lopes	-41.807360°	-3.183235°
Esperantina	-42.237936°	-3.907869°
Madeiro	-42.501235°	-3.482293°
Morro do Chapéu	-42.287096°	-3.768721°
Nazária	-42.826236°	-5.361547°
Nazária	-42.825725°	-5.351344°

Picos	-41.408989°	-7.057489°
Piracuruca	-41.706071°	-3.949322°
Piripiri	-41.732436°	-4.332894°

Figura 68. Produtores de alevinos no Estado do Piauí.

Tabela 21. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme distância de produtores de alevinos.

Distância de fontes de alevinos (km)	Explicação da reclassificação	Aptidão atribuída
<100	Permite rápida transferência para os viveiros de criação em menos de 6 horas.	Excelente
100 – 350	De 6 – 18 horas de transporte	Boa
350 - 500	Mais de 12 horas de transporte exigindo pernoite e horários escolhidos para evitar perdas por altas temperaturas na água de transporte durante o trajeto	Regular
>500		Restrita

Figura 69. Aptidão da piscicultura continental conforme distância de fornecedores de alevinos no estado do Piauí.

7.2.2. Ração

Assim como nas outras criações animais, a criação intensiva e mesmo a semi-intensiva de peixes exige o uso de ração industrializada específica para obter os melhores resultados. A existência de uma fábrica na região pode reduzir consideravelmente o custo do frete, além de possivelmente permitir o ajuste das formulações para as especificidades nutricionais dos peixes a serem criados na região. Aparentemente, no Estado do Piauí, há apenas uma fábrica de rações industrializadas para animais, a Agroleste localizada em Teresina. (Figura 70). Para este estudo, não foram considerados posições de revendedores no estado. Para fins deste trabalho a aptidão das áreas conforme distâncias das fábricas de ração conforme a Tabela 22, e os resultados estão apresentados na Figura 71.

Tabela 22. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme disponibilidade de ração.

Distância de fontes de ração (km)	Explicação da reclassificação	Aptidão atribuída
< 30	Custo reduzido de frete e rapidez na entrega	Excelente
30 - 100	--/--	Boa
100 - 300	--/--	Regular
> 300	Distâncias que exigem maior consumo de combustível e tempo gasto	Restrita

Figura 70. Fábricas de ração para peixes no estado do Piauí.

Figura 71. Aptidão conforme distância de fábricas de ração.

7.2.3. Capacidade Frigorífica

A conservação do pescado, que está diretamente relacionada à cadeia do frio, é de fundamental importância para garantir a qualidade do produto, seu valor, bem como possibilitar sua conservação para posterior uso. Quanto mais próxima está a área de produção das unidades frigoríficas, maior o interesse de processamento dos produtos oriundos da atividade. Assim, pode-se oferecer maior segurança aos consumidores e produtores. Foram identificados apenas dois frigoríficos de porte, um em Teresina e outro em Parnaíba, mapeados para a modelagem. Para fins deste trabalho a aptidão das áreas conforme a distância dos principais frigoríficos do Estado foi reclassificada conforme a Tabela 23, resultando na Figura 72.

Tabela 23. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme distância de frigoríficos e abatedouros.

Distância dos frigoríficos (km)	Explicação da reclassificação	Aptidão atribuída
<30	Áreas próximas minimizando o tempo entre a despesca no viveiro e a chegada no frigorífico.	Excelente
30 - 100	Áreas com distância aceitável se transito e percurso desimpedido.	Boa
100 - 300	Área num raio de viabilidade de tempo entre a despesca no produtor e a chegada do peccado ainda fresco no frigorífico.	Regular
>300	Áreas onde os custos para e riscos de levar o peccado do produtor são maiores.	Restrita

Figura 72. Aptidão para piscicultura em função de frigoríficos.

7.2.4. Malha Viária

Talvez o fator produtivo de infraestrutura mais importante neste estudo seja a extensão e distribuição da malha rodoviária estadual. Pois, sem possibilidade de acesso dos potenciais locais de criação de peixes a outros locais onde se pode abastecer com insumos, buscar serviços e vender a produção, o empreendimento torna-se inviável. Esta camada foi desenvolvida a partir de *shapefile* fornecido pelo DNIT (Figura 73) onde foi considerada apenas a distribuição das vias interurbanas pavimentadas, posteriormente reclassificada conforme a Tabela 24, resultando na Figura 74.

Figura 73. Malha rodoviária estadual do Piauí (Fonte DNIT).

Tabela 24. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme distância das estradas pavimentadas.

Distância das estradas pavimentadas (km)	Explicação da reclassificação	Aptidão atribuída
<5	Áreas bastante próximas, distância aceitável para ser percorrida em estradas não pavimentadas com insumos ou produção.	Excelente
5 – 10	Áreas ainda consideradas com distância aceitável a ser percorridas em estradas de terra se bem conservadas.	Boa
10 – 20	Área distantes a serem percorridas em estradas de terra, mas ainda interessantes se próximas a bons mercados consumidores.	Regular
>20	Áreas onde os custos de transporte e manutenção dos equipamentos de transporte ficam mais altos.	Restrita

Figura 74. Piauí - Aptidão conforme distancia da malha viária pavimentada (Fonte DNIT).

7.2.5. Vias férreas

As vias férreas, estradas de ferro ou ainda caminhos de ferro, podem ser importantes meios para levar grandes quantidades de insumos para o interior de um país. Para o bom desenvolvimento da aquicultura, sua importância reside em transportar insumos básicos e equipamentos de grande porte e/ou pesados, ou em volumes caracterizados como à granel, para as proximidades das fazendas/empreendimentos aquícolas e fábricas de ração Por exemplo, os itens transportados podem ser grandes quantidades

de ração industrializada ou componentes vindos de outras regiões produtoras, ou ainda equipamentos especialmente desenhados para a indústria, como estruturas metálicas e de flutuação dos tanques-redes, aeradores eletromecânicos e outros similares. Tudo isso pode ser despachado para regiões longínquas se servidas pela malha ferroviária. Por outro lado, trens com carros adaptados a levar carga resfriada como pescados, poderão levar a produção para as capitais e grandes centros de processamento, beneficiamento e/ou consumo/exportação via porto ou aeroporto servido por estrada de ferro.

As estradas de ferro no Piauí aparentemente não estão ativas. São conhecidas a 'Estrada de Ferro Petrolina / Teresina' e a 'Estrada de Ferro Central do Piauí' (EFCP) que ligava Teresina a Luís Correia (antiga Amarração), no litoral do Estado. Há a 'Trans-Nordestina' que está em fase de construção e prevista para funcionar em 2016 passando por 19 municípios no Piauí. Para fins deste trabalho a aptidão das áreas conforme a distância da única estrada de ferro que ainda serve o Piauí, apresentada na Figura 75, foi reclassificada conforme a Tabela 25, resultando na Figura 76.

Tabela 25. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme distância da malha ferroviária.

Distância da estrada de ferro (km)	Explicação da reclassificação	Aptidão
<100	Áreas próximas ao trecho principal da ferrovia.	Excelente
100 - 200	Áreas próximas ao trecho principal da ferrovia, acesso por estradas nacionais ou vicinais.	Boa
200 - 300	Áreas mais longínquas, acesso limitado, distância maior implicando em maiores custos e riscos.	Regular
>300	Áreas distantes.	Restrita

Figura 75. Malha ferroviária do Estado do Piauí. (Fonte DNIT).

Figura 76. Aptidão em função de malha ferroviária estadual.

7.2.6. Energia Elétrica

Dos itens infraestruturais, a disponibilidade de energia elétrica confiável é um dos mais importantes. É um dos maiores fatores que permitem o desenvolvimento em qualquer lugar do planeta. Um indicador é a extensão da rede elétrica de Alta Tensão (AT) presente. Instalações apropriadas contando com energia elétrica e equipamento de refrigeração em feiras e pontos de comércio de pescados frescos ou beneficiados são fatores produtivos importantes para o sucesso dos empreendimentos viabilizando o subsequente retorno econômico.

O desenvolvimento da piscicultura depende da energia elétrica proveniente de Usinas Hidrelétricas (UHEs). Em 2016 apenas a UHE Boa Esperança, uma de 6 UHEs projetadas para o Piauí estava em pleno funcionamento. As outras 5 estão planejadas e em fases diferentes de planejamento e construção (veja Tabela 26 e Figura 77). Como em outras partes do país, o reservatório hídrico da hidrelétrica em si representa uma possibilidade concreta para a utilização da tecnologia de piscicultura em tanques-redes que podem ser estes instalados na superfície. Para este estudo, em termos de fornecimento de energia elétrica foi considerado apenas o potencial representado pela UHE Boa Esperança em Guadalupe, e a rede de AT ligada a ela e apresentada disponível no site do DNIT. Boa Esperança já conta com mais de 500 tanques-redes instalados em 2016.

Tabela 26. Unidades Hidrelétricas do Estado do Piauí.

UHE	Status	longitude	latitude
1 Castelhana	Planejada	-43.073023°	-5.717712°
2 Estreito	Planejada	-42.853793°	-6.247192°
3 Cachoeira	Planejada	-43.081410°	-6.752749°
4 Boa Esperança	Em operação	-43.558635°	-6.753375°
5 Uruçuí	Planejada	-44.530135°	-7.225318°
6 Ribeiro Gonçalves	Planejada	-45.232428°	-7.549669°

Fonte: PRFH-PRG Semads.

Figura 77. UHEs do Estado do Piauí.

7.2.7. Energia elétrica – Rede de alta tensão

Para fins deste trabalho a aptidão das áreas conforme a distância da principal rede de distribuição de Alta Tensão (AT) (Figura 78) foi reclassificada conforme a Tabela 27 e o resultado está ilustrado na Figura 79. Esta camada serve de indicativo, pois é sabido que a distribuição de energia elétrica atual tem sido consideravelmente melhorada nos

últimos anos e é considerada boa na maioria dos municípios do Estado. A carta temática utilizada reflete a informação disponível na época do estudo.

Tabela 27. Aptidão da piscicultura continental conforme a distância da rede de alta tensão.

Distância rede transmissão de alta tensão (km)	Explicação da reclassificação	Aptidão
<3	Áreas próximas com facilidade de acesso.	Excelente
3 – 6	Áreas próximas com potencial de acesso via posteamento e transformadores.	Boa
6 – 12	Área menos próxima mas geralmente incluída em planos de distribuição da rede de baixa tensão.	Regular
>12	Áreas menos propícias, provavelmente atendidas apenas com grupos geradores.	Restrita

Figura 78. Rede de alta tensão (AT) no Estado do Piauí.

Figura 79. Piauí - Aptidão segundo distância da rede de Alta Tensão.

7.2.7.1. Aeroportos

Os aeroportos, aeródromos e pistas de pouso possibilitam a chegada de insumos e serviços especiais às vezes necessários apenas ocasionalmente, mas que potencialmente podem ser muito importantes para a aquicultura. Em certas ocasiões, insumos básicos como alevinos, matrizes e serviços rendidos por técnicos e especialistas bem como a exportação de produtos de alto valor só podem ser disponibilizados via transporte aéreo. Com a evolução da piscicultura, vacinas e produtos veterinários especiais podem chegar a produtores distantes das capitais, mas próximos a um aeroporto. É um fator importante, mas considerado de uso infrequente. Embora haja um grande número de aeródromos e pistas de pouso pelo estado, muitos destes se encontram em propriedades particulares e são pouco usadas. Assim, para este estudo, foram considerados apenas os 4 principais aeroportos do Estado conforme a Tabela 28.

Tabela 28. Principais aeroportos do Estado do Piauí e sua localização.

Aeroportos do Estado do Piauí	Longitude e Latitude
Teresina	-5.059603°, -42.823752°
Parnaíba	-2.893448°, -41.730255°

Picos	-7.061843°, -41.524997°
São Raimundo Nonato	-9.082272°, -42.645491° (ainda não funcional)

Para fins deste trabalho a aptidão das áreas conforme a distância destes 4 aeroportos foi reclassificada conforme a Tabela 29. O resultado desta reclassificação está ilustrado na Figura 80.

Tabela 29. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme distância dos três principais aeroportos do Estado do Piauí.

Distância dos aeroportos e aeródromos (km)	Explicação da reclassificação	Aptidão
<50	--/--	Excelente
50 – 150	--/--	Boa
150 – 300	--/--	Regular
>300	--/--	Restrita

Figura 80. Aptidão conforme distância de aeroportos do Estado do Piauí.

7.3. Aptidão Socioeconômica

No submodelo para determinar a aptidão socioeconômica para a piscicultura (Figura 81) os fatores escolhidos foram os mercados, projetos de piscicultura já instalados, recursos humanos organizados de forma associativista e cooperativista. Cada um é discutido brevemente e sua importância relativa no contexto da piscicultura.

Figura 81. Submodelo Aptidão Socioeconômica.

7.3.1.1. Mercados em todos povoamentos

Para fins deste trabalho a aptidão das áreas considerando os mercados foi considerada conforme a distância dos povoamentos, independentemente do tamanho de sua população, e foi reclassificada conforme a Tabela 30. A Figura 82, ilustra os resultados da reclassificação.

Tabela 30. Critérios de aptidão da piscicultura continental para mercados potenciais.

Distância dos povoamentos (km)	Explicação da reclassificação	Aptidão
<7	Acesso rápido aos mercados, mesmo por transporte público ou meios simples de transporte, incluindo bicicletas e motocicletas.	Excelente
7 – 20	--/--	Boa
20 – 50	--/--	Regular
>50	Acesso exigindo veículo/caminhão e métodos de refrigeração do pescado.	Restrita

Figura 82. Aptidão conforme distância de centros populacionais/ mercados potenciais do Estado do Piauí.

7.3.2. Projetos de pisciculturas já existentes

Em 2016, a SDR registrou em torno de 80 produtores/piscicultores cadastrados junto aos órgãos ambientais (Figura 83). Este levantamento refere-se a projetos de piscicultura já instalados ou em processo de licenciamento no Estado. Na realidade, é possível que existam em torno de 2.000 - 2.500 produtores em atividade, principalmente pequenos produtores.

A localização destes projetos já cadastrados é importante e sinaliza a existência de condições técnicas mínimas de instalação de novos projetos e expansão da atividade. O efeito 'aglomeração', ou seja, a proximidade de empreendimentos do mesmo tipo, pode ser benéfico a atividade por meio da formação de 'clusters' ou agregações de produtores. Estes novos empreendedores nas proximidades dos já instalados podem se beneficiar compartilhando conhecimento já adquirido sobre as condições e custos locais para implantação, compartilhar despesas comuns como a vinda de técnicos para visitas de rotina e orientação das criações. Compras e entrega de ração própria para peixes podem ser feitas em grupo por cooperativas, associações e parcerias particulares, especialmente em localidades longínquas ou de difícil acesso.

A experiência adquirida pelos empreendedores existentes, bem como a formação de pessoal treinado em piscicultura, é um fator valioso e importante para o incentivo e eventual sucesso de novos empreendimentos no seu entorno. Para aqueles adotando critérios e certificações de qualidade e conformidade de produto, as chances de atender a mercados exigentes e que pagam melhor pelos produtos é maior.

Assim, a aptidão das áreas conforme a distância dos projetos de piscicultura já instalados foi classificada conforme a Tabela 31. A imagem resultante dessa reclassificação está ilustrada na Figura 84.

Tabela 31. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme distância de pisciculturas instaladas no Estado do Piauí.

Distância dos projetos instalados (km)	Explicação da reclassificação	Aptidão
<100	Facilidade de encontrar apoio, informações, troca de experiências, empréstimo de equipamentos etc. Raio de uma a duas horas de deslocamento de carro em estrada pavimentada	Excelente
100 – 150	--/--	Boa
150 – 300	--/--	Regular
>300	--/--	Restrita

Figura 83. Localização dos Piscicultores do Estado do Piauí cadastrados na SDR em 2016 .

Figura 84. Piauí - Aptidão conforme distância de produtores cadastrados.

7.3.3. Recursos Humanos

Universidades, escolas técnicas e centros de pesquisa agropecuária são valiosas fontes de apoio técnico e científico e na busca de soluções para a otimizar e melhorar a produção. Centros de pesquisa, extensão agrícola e escolas rurais contam com a participação de agrônomos, biólogos, veterinários, zootecnistas e outros profissionais que podem contribuir para o aumento de produção, sendo importantes aliados regionais. Assim, para este estudo foram considerados dois centros: (1) a capital Teresina e seus escritórios da SDR, EMBRAPA, CODEVASF, DNOCS entre outros e; (2) Parnaíba com

a estrutura da UFPI e da EMBRAPA. A aptidão das áreas conforme a distância dos centros de Recursos Humanos foi classificada conforme a Tabela 32 e os resultados apresentados na Figura 85.

Tabela 32. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme distância de recursos humanos.

Distância dos Recursos Humanos (km)	Explicação da reclassificação	Aptidão
<120	Proximidade e viabilidade uma vez que num raio de uma a duas horas de deslocamento de carro em estrada pavimentada	Excelente
120 – 240	Deslocamentos exigindo 1 pernoite	Boa
240 – 500	Deslocamentos exigindo 1 pernoite +	Regular
>500	A considerar	Restrita

Figura 85. Aptidão conforme distância de recursos humanos no Estado do Piauí.

7.3.4. Associativismo e Cooperativismo

A presença de associações e cooperativas de piscicultores pode otimizar recursos humanos e materiais no processo produtivo. No caso da piscicultura são necessários serviços de apoio veterinário e zootécnico, entre outros. O cooperativismo pode representar fator significativo de economia em fretes, aquisição de insumos básicos como ração, adubos e material de construção bem como no uso e aluguel de equipamentos, como para terraplenagem. O efeito *cluster* (agregação) de vários produtores próximos ou unidos em sistema cooperativista ou associativista pode representar uma significativa economia no processamento pós-colheita. Pode facilitar também o crédito e a construção de benfeitorias de uso comum, como unidades de processamento, beneficiamento e refrigeração.

Durante a fase de levantamentos e visitas realizado para este projeto, identificou-se a existência de 13 associações e uma cooperativa (Tabela 33) além de outras instituições coletivas que trabalham com o pescado oriundo da piscicultura no Estado Figura 86). A aptidão das áreas conforme a distância destas cooperativas assim foi reclassificada de acordo com os critérios descritos na Tabela 34 cujo resultado é ilustrado na Figura 87.

Tabela 33. Entidades associativistas lidando com piscicultores no Estado do Piauí.

Entidade	Município	Corpo d'água	Número de tanques-redes	Long.	Lat.	Visitada em 2016
Associação de Pescadores do Açude Píaus	Pio IX	Barragem Píaus	50	SI	SI	--/--
Associação de Piscicultores de Batalha - APIBA	Batalha	Rio Longá	60	-42.1270	-3.9623	--/--
Associação de Piscicultores Ribeirinhos do Açude de Piracuruca	Piracuruca	Barragem de Piracuruca	100	-47.6729	-3.9919	--/--
Associação dos Criadores de Peixe do Baixo Parnaíba	Luzilândia	Lagoa do Cajueiro	80	-42.2495	-3.4811	--/--
Associação dos Criadores de Peixes do Município de Madeiro – SOPEIXE	Madeiro	Lagoa dos Mutuns	100	-42.5307	-3.5318	✓
Associação dos Pescadores de Manjuba do Rio Igaruçú	Parnaíba	Rio Igaruçú	30	SI	SI	--/--
Associação dos Pescadores e Aquicultores de Patos do Piauí	Patos do Piauí	AAçude Marruás	120	-47.2324	-7.7127	✓
Associação dos Pescadores e Piscicultores do Município de Luzilândia	Luzilândia	Lagoa do Cajueiro	115	-42.2320	-3.4765	--/--
Associação dos Piscicultores da Comunidade Araujo Salinas	Oeiras	Barragem Salinas	50	-42.5101	-6.9996	--/--
Associação dos Piscicultores de Francisco Macedo	Francisco Macedo	Barragem do Estreito	100	-46.8407	-7.3252	--/--
Associação dos Piscicultores de Landri Sales do Piauí	Landri Sales	Lagoa da Velha	120	SI	SI	✓
Associação Piscicultores da Lagoa do Cajueiro	Luzilândia	Lagoa do Cajueiro	50	-42.2550	-3.4828	--/--

Entidade	Município	Corpo d'água	Número de tanques-redes	Long.	Lat.	Visitada em 2016
Associação Rural dos Irrigantes e piscicultores da Comunidade Moreira	Dom Inocência	Barragem Jenipapo	56	-42.1271	-8.6172	--/--
Colônia de Pescadores e Aquicultores Z-51 de Conceição do Canindé	Conceição do Canindé	Barragem Pedra Redonda	145	-47.4949	-8.0094	✓
Colônia de Pescadores Z 17 de Joaquim Pires'	Joaquim Pires	Lagoa do Cajueiro	40	SI	SI	--/--
Comunidade Kolping de Conceição de Canindé	Conceição de Canindé	Barragem Pedra Redonda	80	-47.4949	-8.0094	--/--
Cooperativa Aquícola Regional de Picos	Bocaina	Barragem de Bocaina	400	-41.3167	-6.9078	--/--
Educandário Nossa Senhora do Bom Sucesso (Curimatá Piauí)	Curimatá	Barragem Algodões II	50	SI	SI	✓
Prefeitura Municipal de Monte Alegre Piauí	Monte Alegre	Lagoa do Paus	50			✓
Prefeitura Municipal de São Francisco do Piauí	São Francisco do Piauí	Barragem Salinas	20	SI	SI	--/--
Sindicato dos Pescadores e Pescadoras Artesanais da Barragem de Mesa de Pedra	Valença	Barragem Mesa de pedra	30	SI	SI	--/--

Tabela 34. Critérios de aptidão da piscicultura continental conforme distância de cooperativas do Estado do Piauí.

Distância das cooperativas existentes (km)	Explicação da reclassificação	Aptidão
<100	Facilidade de encontrar apoio, informações, troca de experiências, empréstimo de equipamentos	Excelente

	etc. Raio de uma a duas horas de deslocamento de carro em estrada pavimentada.	
100 – 250		Boa
250 – 500		Regular
>500		Restrita

Figura 86. Localização de associações, cooperativas e outras relacionadas à piscicultura no Piauí.

Figura 87. Aptidão para piscicultura continental conforme distância de associações e cooperativas de produtores no Estado do Piauí.

8. RESULTADOS

As figuras Figura 88, Figura 89 e Figura 90, ilustram os resultados da integração das camadas que compõem os submodelos Meio-ambiente, Infraestrutura e Socioeconomia. Enquanto que aparentemente existem grandes áreas caracterizadas como ‘Restritas’ ou ‘Regulares’ e aparentemente poucas áreas caracterizadas como ‘Excelentes’ ou ‘Boas’ este fato deve ser mantido em perspectiva pois os critérios usados podem e devem ser revistos sob uma ótica mais apurada, regional e de forma contínua acrescentando informações novas ou atualizadas na base de dados agora construída e dentro de uma gestão dinâmica e cultivada permitindo sempre maior precisão.

8.1. Aptidão conforme o submodelo ‘Ambiental’

Figura 88. Piauí - Aptidão para piscicultura continental conforme submodelo Ambiental.

8.2. Aptidão conforme o submodelo ‘Infraestrutura’

Figura 89. Piauí - Aptidão para piscicultura continental conforme submodelo Infraestrutura.

8.3. Aptidão conforme o submodelo 'Socioeconomia'

Figura 90. Piauí - Aptidão para piscicultura continental conforme submodelo Socioeconômico.

9. INTEGRAÇÃO DOS SUBMODELOS

A integração dos submodelos foi realizada com a ponderação das camadas temáticas utilizadas no estudo baseado em Sistemas de Informação Geográfica para o Macrozoneamento da Piscicultura Continental para o Estado do Piauí, conforme os três submodelos desenvolvidos reunindo os fatores produtivos escolhidos para representar aspectos mais importantes quanto ao meio ambiente, infraestrutura e socioeconomia, os quais foram considerados igualmente importantes. O modelo de integração destas camadas temáticas – está ilustrada na Figura 91, que não inclui a integração da camada de Restrições como por exemplo as Unidades de Conservação Ambiental. Ressalte-se aqui, que algumas instâncias de UC, como certas APPs podem mesmo permitir a atividade de piscicultura desde que de forma ordenada.

Não obstante, uma nova ponderação dentro dos submodelos e entre eles é possível e mesmo desejável. Isso dependerá do estabelecimento de pesos específicos para cada fator produtivo e para cada submodelo. Esta avaliação ponderada multicriterial pode ser feita e assim gerar resultados diferentes, potencialmente mais adaptados às peculiaridades e necessidades do Estado. No entanto, esta avaliação será melhor alcançada quando realizada através de novas sessões de análise e avaliação da atividade, reunindo os técnicos especializados no assunto de piscicultura, com piscicultores locais experientes, especialistas em meio ambiente, economistas, analistas de mercado, técnicos de planejamento e outros profissionais interessados, enfim o maior número possível de atores inseridos no processo produtivo.

Figura 91. Modelo de Aptidão para Zoneamento da Piscicultura no Piauí.

10. REGIÕES APTAS PARA PISCICULTURA NO PIAUÍ

A

Figura 92 ilustra as regiões do Estado e suas aptidões sem considerar as restrições existentes e já mencionadas previamente. O resultado da união destas regiões com a camada congregando todas as restrições encontradas (conforme Figura 93), que são principalmente grandes áreas contíguas das Unidades de Conservação Ambiental, resulta a Figura 94 que ilustra o macrozoneamento proposto para a piscicultura continental no Estado do Piauí. Através do processo de filtragem no SIG, foram descartadas áreas diminutas e isoladas. A análise, neste caso, ainda não descreve o

potencial por município, mas isso poderá ser realizado e, assim, contribuir para o processo decisório no Estado principalmente em nível de unidades administrativas menores.

Figura 92. Regiões e aptidão para a piscicultura continental no Estado do Piauí.

Neste estudo encontrou-se que o total disponível para o desenvolvimento da Piscicultura no Estado é de aproximadamente 20.981 km² de áreas consideradas excelentes; 76.990 km² de áreas consideradas Boas e 154.378 km² de áreas consideradas regulares. 97.972 km² se referem a áreas Excelente e Boas perfazendo 38.8% do território. Esse potencial se refere a áreas com boas condições de climas, solos, infraestrutura geral e aspectos socioeconômicos necessários para o bom desenvolvimento do agronegócio em pauta.

10.1. Zonas de Aptidão para Piscicultura Continental no Piauí

A integração das restrições de toda natureza conforme o submodelo ilustrado na Figura 93 no modelo geral se conforma ao fato de que existem duas categorias de limitações ou restrições para o estabelecimento da piscicultura. A primeira é de ordem 'normativa', isto é, a atividade é impedida de ser praticada em alguma região por conta de legislação específica, incluindo aquela que estabelece uso de áreas para atividades alternativas como industrial, turística, urbana etc., ou legislação ambiental pertinente que estabelece as Unidades de Conservação (UC) apresentadas na Figura 95 (Unidades de Conservação do Estado).

A segunda categoria inclui todas as restrições de ordem física, impeditivas ao estabelecimento da atividade nas condições acima descritas. Entre elas estão as áreas já urbanizadas ou já ocupadas por atividades conflitantes no uso do espaço, como as vias pavimentadas, leitos dos rios, vias férreas, corpos d'água utilizados para diversas finalidades, incluindo o abastecimento de águas ou recreação etc.

A integração dessas duas camadas de restrições descritas na Figura 93 resulta na Figura 94 que propõe três Zonas de Aptidão para o Estado do Piauí, sendo suas principais informações resumidas na Tabela 35.

Figura 93. Integração de restrições ao desenvolvimento da piscicultura continental do Estado do Piauí.

11. ZONAS DE APTIDÃO PARA DESENVOLVIMENTO DA PISCICULTURA CONTINENTAL NO ESTADO DO PIAUÍ

Figura 94. Aptidão final para a piscicultura continental no Estado do Piauí.

Tabela 35. Resumo geral das aptidões para piscicultura no Estado do Piauí.

Descrição	Extensão km ²	Percentual sobre o total %
Área total do Estado do Piauí	252.350,21 km ²	100%
Área disponível para desenvolver a piscicultura	149.556,65 km ²	59,27%
Áreas restritas	102.793,57 km ²	40,73%
Zona 1- aptidão ' Excelente '	12.278,01 km ²	4,87%
Zona 2 - aptidão: ' Boa '	44.003,27 km ²	17,44%
Zona 3 - aptidão: ' Regular '	93.275,37 km ²	38,96%
Áreas de aptidão 'Excelente' + 'Boa'	56.281,28 km ²	22,30%
Áreas de aptidão 'Regular' e 'Restritas'	196.068,93 km ²	77,70%

12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O SIG aqui desenvolvido para o estabelecimento da versão inicial do MACROZONEAMENTO DA PISCICULTURA CONTINENTAL DO ESTADO DO PIAUÍ poderá ser integrado num sistema moderno e dinâmico de gestão, permitindo ao Estado estar bem informado sobre a atividade da piscicultura, seus atores, com informações geocodificadas sobre os produtos e as condições de onde foram cultivados e processados, características zoo-sanitárias, de comércio, etc., possibilitando no futuro fornecer ao consumidor final toda uma gama de informações que certifiquem a qualidade e o cuidado com o processo produtivo.

A preocupação do Piauí com o macrozoneamento da atividade de piscicultura é extremamente importante e pioneira no país. Indiscutivelmente a piscicultura tem um alto rendimento por hectare na produção de proteína animal de alta qualidade. Embora a atividade de piscicultura para fins de produção de pescado para consumo humano seja relativamente exigente em termos de recursos hídricos de qualidade, o Estado conta com fatores ambientais altamente favoráveis, principalmente a boa temperatura durante todo o ano, uma rede extensa de barragens e açudes, terras favoráveis e bem servidas por precipitação favorável e rios perenes, um grande aquífero natural e uma rede de poços e projetos de irrigação. Portanto, o mapeamento e zoneamento destas áreas 'aptas' é o caminho certo para otimizar outros recursos necessários para o

desenvolvimento, dentre eles o acesso ao crédito e aos planos de investimento, que com a base de critérios utilizadas no processo decisório dentro do Sistema de Informação Geográfica, oferecem ao setor financeiro segurança e embasamento para decisões de financiamento.

O estabelecimento ordenado da piscicultura na Zona proposta certamente contribuirá para a gestão equilibrada da atividade, em harmonia com outras afins, tais como a bovinocultura e a agricultura, entre outras atividades agropecuárias, todas competindo por espaço, recursos naturais e recursos financeiros. Ressalte-se que o Piauí já desenvolve com sucesso a criação de peixes como a tilápia, o tambaqui e híbridos. Existem amplas possibilidades de criação em diversos sistemas, incluindo o de recirculação de água (RAS) já mencionado no PRODUTO 2. O zoneamento proposto, está baseado na localização das áreas aptas para o desenvolvimento da piscicultura continental através da utilização de um SIG alimentado com dados cartográficos dentro de um modelo idealizado pelo Projeto Pacu. O resultado oferece ao Estado do Piauí subsídios flexíveis, possibilitando tomada de decisão quanto à gestão territorial necessária no contexto do território.

Além do aspecto do macrozoneamento, há também a possibilidade do cálculo de capacidade de suporte para a piscicultura no Estado. Aparentemente, existe um grande potencial de capacidade de produção de pescados para o Piauí, a exemplo do que pode ser visto no Anexo VIII, levantando a necessidade de estudos desta natureza no futuro.

Ressaltamos que os resultados alcançados são preliminares e principalmente indicativos. São os melhores que podem ser alcançados neste momento com o conhecimento disponível. Os modelos desenvolvidos neste exercício podem e devem ser reiterados e ajustados utilizando as mesmas camadas temáticas e outras que se fizerem interessantes e necessárias adicionar para a obtenção de melhores resultados e mais adequados, na medida que sejam significativos e atualizados nos bancos de dados do Estado e do País. Desta forma, os modelos passam a ser compartilhados pelo corpo técnico e administrativo de modo que os ajustes viabilizem a melhor gestão possível dos recursos naturais do Estado.

O investimento realizado pelo Estado nesse projeto modular é um passo decisivo para a implementação de um setor dinâmico e sustentável. Para sua continuação sugere-se que um sistema de recolhimento de dados móvel (via telefonia celular), na forma de um aplicativo, seja desenvolvido. O mesmo poderá servir para recolher de modo eficiente dados sobre a produção e a comercialização de produtos aquícolas.

Finalmente, é necessário esclarecer que este tipo de planejamento e gestão baseada em dados espaciais requer constante atualização, pois muitos *shapefiles* utilizados são atualizados ou novos são disponibilizados. No período deste trabalho os *shapefiles* disponíveis foram incorporados, mas diversos necessitam de revisão e atualização visto sua escala.

Marco Aurélio Rotta
Diretor Técnico
PROJETO PACU AQUICULTURA LTDA.

BIBLIOGRAFIA

ACQUAIMAGEM Serviços em Aqüicultura Ltda. DIAGNÓSTICO DA PISCICULTURA NO ESTADO DO PIAUÍ - Relatório Parcial: Levantamento de campo e visitas técnicas. (2009). 41p.

ACQUAIMAGEM Serviços em Aqüicultura Ltda. DIAGNÓSTICO DA PISCICULTURA NO ESTADO DO PIAUÍ. (2010). 31p.

AGUILAR-MANJARREZ, J., KAPETSKY, J.M; and SOTO, D. (2010). The potential of spatial planning tools to support the ecosystem approach to aquaculture. FAO, Rome. Expert Workshop. 19-21 November 2008, Rome, Italy. FAO fisheries and aquaculture proceedings No 17. Rome, 176 p.

CLAUDE E. BOYD, C.W. WOOD AND TAWORN THUNJAI.(2002). AQUACULTURE POND BOTTOM SOIL QUALITY MANAGEMENT. Department of Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University, Alabama, 41 pp.

COSTA, A. A. A; SARAIVA, S. V. (2011). Usina Hidrelétrica Estreito do Parnaíba: impactos ambientais e sócio-culturais na cidade histórica de Amarante [Piauí], Brasil. Labor & Engenho, Campinas [Brasil], v. 5, n. 2, p. 66-80. Disponível em <www.conpadre.org> e <www.labore.fec.unicamp.br>.

DOMINGUES ET AL., (2006) - Projeto Levantamento e Classificação do Uso da Terra: Uso da Terra no Piauí.

FAO. (1995). Simple methods for aquaculture. Pond Construction for Freshwater Fish Culture. *Training Series No.20/1*. Building Earthen Ponds.

FAO. (2010). Aquaculture Development 4. Ecosystem approach to aquaculture - FAO TECHNICAL GUIDELINES FOR RESPONSIBLE FISHERIES 5.

FISHTEC CONSULTORES ASSOCIADOS – (2001a). Estudo para o Diagnóstico do Potencial Piauense para a Implantação de Empreendimentos Integrados de Aqüicultura.

FISHTEC CONSULTORES ASSOCIADOS – (2001b). Estudo para o Diagnóstico do Potencial Piauense para a Implantação de Empreendimentos Integrados de Aqüicultura. Etapa II.

FISHTEC CONSULTORES ASSOCIADOS – (2001c). Estudo para o Diagnóstico do Potencial Piauense para a Implantação de Empreendimentos Integrados de Aqüicultura. Etapa III. 2001

INMET. (2011). Normais climatológicas do Brasil (1961-1990). Site institucional (<http://www.inmet.gov.br>) acessado em 12/12/2011.

ROLIM, G. de S.; CAMARGO, M.B.P.; LANIA, D.G.; MORAES, J.F.L de (2007). Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. *Bragantia* (São Paulo), v. 66, p. 257-533, 2007.

SCOTT, P. C; FERREIRA, J.G. (2011). Abordagem Ecosistêmica da Aqüicultura: uma nova cultura. Panorama da Aqüicultura, v. 20, p. 46-49.

SCOTT, P. C; ROTTA, M. A.; HALVERSON, M. R.; BRUM, J. A. Zoneamento e Capacidade de Suporte da Piscicultura no Estado do Acre. Rio Branco: SEDENS/PROJETO PACU, 2012. 79 p.

SEMAR (2010) Relatório Síntese Preliminar do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Piauí. 114 p.

SEN., S. (2001). Involving Stakeholders in Aquaculture, Policy-making, Planning and Management. Aquaculture in the Third Millennium – FAO.

FONTES DE CONSULTA NA INTERNET

Organização/ instituição	Interesse	Link
ANA – Agência Nacional de Águas	--/--	http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx e http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica	--/--	http://www.aneel.gov.br/
Centro Nordestino de Informações sobre Plantas	Unidades de Conservação	http://www.cnip.org.br/uc_arquivos/PI_estados.html/
CHESF	--/--	https://www.chesf.gov.br/Pages/default.aspx
CODEVASF	--/--	http://www2.codevasf.gov.br/empresa
DIVA GIS	Dados diversos Downloads	http://www.diva-gis.org/gdata
DNIT Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes	Shapefiles de estradas, portos, aeroportos, ferrovias Downloads	http://www.dnit.gov.br/mapas-multimodais/shapefiles
DNOCS -	--/--	http://www.dnocs.gov.br/
EMBRAPA –	Downloads	http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/ e

Organização/ instituição	Interesse	Link
		http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=pi
Geocomm	Shapefile diversos Downloads	http://data.geocomm.com/
IBGE	shapefile de mapas diversos Downloads	http://www.ibge.gov.br/home/ e http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm e ftp://geofpt.ibge.gov.br/../ e http://www.processamentodigital.com.br/2014/04/20/ibge-bc250-em-shapefile-download-2/
ICMBio	Unidades de conservação Downloads	http://www.icmbio.gov.br/portal/servicos/geoprocessamento/51-menu-servicos/4004-downloads-mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-uc-s.html
INMET	Precipitação, evaporação anual, clima Köppen- Geiger Downloads	http://www.inmet.gov.br/portal/ e http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/contact.htm e http://www.inmet.gov.br
INPE	Dados ambientais downloads	http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/dados_climaticos.php
MapCruzin	Diversos mapas do Brasil Downloads	http://www.mapcruzin.com/free-brazil-arcgis-maps-shapefiles.htm
MMA	Downloads	http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm e http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs/mapas
WWF – Observatório	Unidades de Conservação Downloads	http://observatorio.wwf.org.br/unidades/?nome=&categoria_manejo=&uf=PI&esfera=&grupo=&data=&data_final=

ANEXOS

Anexo I - Unidades de Conservação no Estado do Piauí

Em princípio as áreas designadas como Unidades de Conservação (UC's) são consideradas como áreas onde a atividade de piscicultura não é autorizada.

As UC's de Proteção Integral permitem apenas o uso indireto dos recursos naturais e englobam, entre outros, os Parques Nacionais, as Estações Ecológicas e as Reservas Biológicas. Em todas essas unidades o acesso humano só pode ter como objetivo a educação ambiental, a realização de pesquisas e, em algumas delas, o turismo ecológico. Tudo de acordo com o previsto no plano de manejo da unidade e desde que não contrarie o objetivo de conservação.

Já nas UC's de Uso Sustentável, é permitido o uso direto dos recursos naturais, porém, como sugere o nome, estes devem ser utilizados de forma sustentável, buscando perpetuar a disponibilidade dos mesmos para as futuras gerações. Fazem parte deste grupo a Área de Proteção Ambiental (APA), a Reserva Extrativista, a Floresta Nacional e a Reserva Particular do Patrimônio Natural, entre outras. Exemplos de atividades permitidas nesses espaços são a extração da castanha, do babaçu ou à cata do caranguejo, todos através do manejo sustentado.

O Piauí possui unidades de conservação de vários tipos, como, por exemplo, os Parques Nacionais de Sete Cidades e da Serra da Capivara, a Estação Ecológica Uruçuí-Una e, no litoral, a APA do Delta do Parnaíba, que vai do Ceará ao Maranhão e a Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba, compreendendo os territórios do Piauí e Maranhão (Figura 95).

Figura 95. Unidades de Conservação no Estado do Piauí.

Anexo II - Camada de todas restrições utilizada neste estudo

A Figura 96 ilustra as restritas (em branco) à atividade de piscicultura no Estado e as áreas disponíveis (em verde). As áreas restritas incluem aquelas por imposição normativa ou por uso do solo, as Unidades de Conservação e as regiões urbanas, periurbanas, antropizadas bem como uma zona de amortecimento de 10 km em seu entorno, que foram consideradas por representarem áreas já ocupadas ou em expansão de moradias, e atividades industriais e onde há uso competitivo pelos recursos hídricos, bem como contaminação das águas pela falta de saneamento básico. Toda a malha hidrográfica direta, bem como a malha viária e férrea em si, também foi excluída. Para uma discussão mais completa sobre o uso da terra no Estado ver SEMAR (2010).

Figura 96. Áreas disponíveis para piscicultura continental no estado do Piauí.

Anexo III - Unidades de Conservação do Meio Ambiente do Estado do Piauí.

NOME DA UNIDADE	DIPLOMA DE CRIAÇÃO	ADMINISTRAÇÃO DA UNIDADE	ÁREA (ha)	MUNICÍPIOS ENVOLVIDOS	BIOMAS/ ECOSISTEMAS
APA da "Serra do Gado Bravo"	Dec-Lei Nº 4989 de 20/03/95	Municipal (PMC)	8.171,00	Curimatá	Cerrado/Caatinga
APA da Chapada do Araripe	Dec. - Lei de 04/8/97	Federal (IBAMA)	1.045.970,00	10 municípios do PI, 17 do CE e 10 de PE	Caatinga e Cerrado
APA da lagoa de Nazaré	Dec-Lei Nº 8.923 de 04/06/93	Estadual (SEMAR)		Nazaré do Piauí	Transição Cerrado/Caatinga
APA da Serra da Ibiapaba	Dec.- Lei de 21/11/96	Federal (IBAMA)	1.592.550,00	20 municípios do PI e 06 do CE	Cerrado e Cerradão
APA da Serra das Mangabeiras	Dec-Lei Nº 5.329 de 08/02/93	Estadual (SEMAR)	96.942,40	Barreiras do Piauí, Nascentes do Parnaíba	Cerrados e Brejos
APA de Ingazeiras	Dec. Nº 10.003 de 09/01/99	Estadual (SEMAR)	653,90	Paulistana	Caatinga
APA do Delta do Parnaíba	Dec.-Lei de 21/11/96	Federal (IBAMA)	313.809,00	Parnaíba, Ilha Grande, Luís Correia e Cajueiro da Praia(PI), Chaval e Camucim (CE) e Araiozes e Tutóia (MA)	Manguezal, Dunas, Restingas e Praias.
APA do Rangel	Dec. Nº 9.927 de 05/6/98	Estadual (SEMAR)	26.769,13	Curimatá	Cerradão
Estação Ecológica de Uruçuí-Una	Dec-Lei Nº 7.495 de 12/12/81	Federal (IBAMA)	135.000,00	Ribeiro Gonçalves	Cerrado



NOME DA UNIDADE	DIPLOMA DE CRIAÇÃO	ADMINISTRAÇÃO DA UNIDADE	ÁREA (ha)	MUNICÍPIOS ENVOLVIDOS	BIOMAS/ ECOSISTEMAS
Açude de Agua Branca		Municipal (PMAB)		Água Branca	
Vale do Gavião	Lei Nº 2.601 de 02/12/97	Municipal (SEMAM)	19,70	Teresina	
Parque da Cidade	Dec-Lei Nº 1939 de 16/08/88	Municipal (SEMAM)	17,00	Teresina	Floresta Decidual Mista e
Parque Minihor das Samambaias		Municipal (SEMAM)	1,80	Teresina	
Parque Potycabana		Estadual (SEMAR)	8,00	Teresina	
Parque Ambiental Encontro dos Rios	Dec-Lei Nº 2265 de 12/93	Municipal	3,00	Teresina	
Parque Ambiental Poti I	Dec-Lei Nº 2.642 de 24/03/94	Municipal (SEMAM)	2.700,00	Teresina	
Parque Ecol. Recantos das Palmeiras		Municipal (PMMG)		Mons. Gil	Cerrado e Mata Ciliar
Parque Ecológico Cachoeira do Urubu	Dec. Nº 9.736 de 16/06/98	Estadual (SEMAR)	7,50	Esperantina e Batalha	Mata Ciliar e Cerradão
Parque Municipal do Acarape		Municipal (SEMAM)	5,00	Teresina	Mata Ciliar Antropizada
Parque Municipal do Boqueirão		Municipal (PMSJP)		São João do Piauí	Caatinga
Parque Municipal Floresta Fóssil	Dec.-Lei nº 2.145 de 08/01/93	Municipal (SEMAM)	13,00	Teresina	



NOME DA UNIDADE	DIPLOMA DE CRIAÇÃO	ADMINISTRAÇÃO DA UNIDADE	ÁREA (ha)	MUNICÍPIOS ENVOLVIDOS	BIOMAS/ ECOSISTEMAS
Parque Nac. da Serra da Capivara/Serra Vermelha/Angical	Dec. Executivo nº 99.143 de 12/3/90	Federal (IBAMA/FUMDHAM)	8.500,00	Canto do Buriti, S. João do Piauí e S. Raimundo Nonato	Caatinga
Parque Nac. Serra da Capivara/Baixão da Andorinhas	Dec. Executivo nº 99.143 de 12/03/90	Federal (IBAMA/FUMDHAM)	8.500,00	Canto do Buriti, S. João do Piauí e S. Raimundo Nonato	Caatinga
Parque Nac. Serra da Capivara/Chapada de Pedra Hume	Dec. Executivo nº 99.143 de 12/03/90	Federal (IBAMA/FUMDHAM)	18.000,00	Canto do Buriti, S. João do Piauí e S. Raimundo Nonato	Caatinga
Parque Nacional de Sete Cidades	Dec-Lei Nº 50.774 de 08/06/61	Federal (IBAMA)	6.221,00	Piripiri e Piracuruca	Transição Cerrado/Caatinga
Parque Nacional Serra da Capivara	Dec. - Lei nº 83.548 de 05/6/79	Federal (IBAMA/FUMDHAM)	129.140,00	São Raimundo Nonato e Canto do Buriti	Caatinga
Parque Nacional Serra das Confusões		Federal (IBAMA)		Caracol	Caatinga
Parque Zoobotânico	Dec. 1.608 de 08/05/73	Estadual (SEMAR)	136,10	Teresina	Floresta Descidual mista

Fonte: SEMA, 2000.

Anexo IV – Estudo de Caso

Capacidade de carga para o Açude Caldeirão, Município de Piripiri, Piauí.

Durante este trabalho, não foi encontrado uma boa fonte de informações contendo a informação sobre a área coberta pelos açudes DNOCS do Estado. Isto pode ser entendido uma vez que a prioridade é o volume d'água armazenado para fazer face às demandas das populações em períodos de estiagens prolongadas. A análise SWOT do PRODUTO 2 revelou que um dos pontos fortes é exatamente a quantidade de açudes já instalados no estado, onde pode-se considerar a piscicultura em tanques-redes como alternativa, bem como a implantação de piscicultura em viveiros escavados, onde as propriedades do solo permitam.

No entanto, para programar o potencial de instalação de pisciculturas utilizando a tecnologia de criação em tanques-redes, a área é um fator importante, uma vez que determina o número possível a ser instalado. É necessário também prever um espaço entre um tanque-rede e outro de modo a assegurar a qualidade d'água necessária. Além da área. É necessário saber o perfil batimétrico do corpo d'água, uma vez que, é necessário haver uma profundidade de aproximadamente 5 – 10 metros abaixo do 'piso' do tanque-rede, de modo a assegurar a qualidade d'água. Essencialmente o espaço deixado em torno do tanque-rede, permite correntes a trazerem água com teores de oxigênio mais elevados, e a levarem águas já usadas pelos peixes para sua respiração contendo menos oxigênio dissolvido.

Para determinar a 'capacidade de suporte' de um corpo d'água ainda deve se saber o tempo de residência da água no reservatório e volume do mesmo. São dados que as estações fluviométricas podem contribuir.

Na Figura 97 pode-se ver o exemplo de uma situação boa, pois o açude encontra-se bem delineado, praticamente todo dentro de apenas um conjunto de dados. Isso no entanto é raro, e impede a análise de todos os açudes da mesma forma. Mesmo assim, para o Açude Caldeirão é possível determinar a área aproximada de boa parte do mesmo. Após a importação, georreferenciamento e tratamento da imagem por classificação supervisionada, estima-se que o açude tenha 738 ha de superfície, ou 7.38 km² (Figura 98). Infelizmente o mesmo não se pode dizer dos outros açudes do Estado.

Para realizar este estudo de maneira adequada, ou seja, verificar a área de cada açude e seu potencial, idealmente seria importante utilizar uma imagem orbital (satelitária) de boa resolução do tipo Ikonos ou Quickbird, como por exemplo a Figura 99. Uma ideia de custos pode ser consultada na

Tabela 36.

Figura 97. Imagem Google Earth - Açude Caldeirão, Piauí (7,38 km²).

Figura 98. Área do Açude Caldeirão, Piauí (7,38 km²).

Tabela 36. Custos aproximados de imagens orbitais.

Satélite	Custo \$ USD	Resolução (m)	Encomenda mínima (km ²)
Pleiades 1	325,00	0,5	25
WorldView-2/3	437,50	0,5	25
GeoEye-1	437,50	0,5	25
QuickBird	437,50	0,6	25
RapidEye	640,00	5,0	500
SPOT 6/7.	515,00	1,5	100
IKONOS	250,00	0,8	25

Figura 99. Imagem Quickbird - Lagoa Rodrigo de Freitas - Rio de Janeiro.