

A importância da organização da cadeia de valor da tilápia na gestão da crise hídrica



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Pesca e Aquicultura
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 24

**A importância da
organização da cadeia de
valor da tilápia na gestão
da crise hídrica**

**Embrapa Pesca e Aquicultura
Palmas, TO
2015**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pesca e Aquicultura
Quadra 104 Sul, Av. LO 1, nº 34, Conjunto 4,
1º e 2º pavimentos, Plano Diretor Sul
CEP 70020-901 Palmas, TO
Fone: (63) 3229.7800 / 3229.7850
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Unidade responsável pela edição
Embrapa Pesca e Aquicultura

Editoração eletrônica e
tratamento das ilustrações
Jury Felipe Alves de Souza

Foto da capa
Renata Melon Barroso

1ª edição
Versão eletrônica (2015)

Unidade responsável pelo conteúdo
Embrapa Pesca e Aquicultura

Comitê de Publicações
Presidente: *Eric Arthur Bastos Routledge*

Secretária-Executiva: *Renata Melon Barroso*

Membros: *Alisson Moura Santos, Andrea Elena Pizarro Munoz, Hellen Christina G. de Almeida, Jefferson Christofoletti, Marcelo Könsgen Cunha, Marta Eichemberger Ummus*

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Pesca e Aquicultura

A importância da organização da cadeia de valor da tilápia na gestão da crise

hídrica / autores, Renata Melon Barroso... [et al.]. Palmas, TO : Embrapa Pesca e Aquicultura, 2015.

48 p. (Documentos / Embrapa Pesca e Aquicultura, ISSN 2318-1400 ; 24).

1. Estiagem. 2. Piscicultura. 3. Gestão. 4. Mercado. I. Barroso, Renata Melon. II. Evangelista, Balbino Antonio. III. Tahim, Elda Fontinele. IV. Tenório, Ruy Albuquerque. V. Carmo, Fernando Jesus. VI. Sabbag, Omar Jorge. VII. Embrapa Pesca e Aquicultura. VIII. Série.

CDD 664.942

© Embrapa 2015

Autores

Renata Melon Barroso

Médica-veterinária, doutora em Biologia Molecular, analista da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO

Balbino Antonio Evangelista

Geógrafo, doutor em Engenharia Agrícola, analista da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO

Elda Fontinele Tahim

Engenheira de Pesca, Doutora em Economia, Instituto Centro de Ensino Tecnológico do Ceará, Fortaleza, CE

Ruy Albuquerque Tenório

Engenheiro agrônomo, doutor em Ciências, Universidade do Estado da Bahia
Paulo Afonso, BA

Fernando Jesus Carmo

Engenheiro Agrônomo,
Coordenadoria de Assistência Técnica Integral
(CATI), Santa Fé do Sul, SP

Omar Jorge Sabbag

Engenheiro Agrônomo, doutor em Geografia,
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho,
Ilha Solteira, SP

Apresentação

O agravamento da crise hídrica é um assunto sensível, pois impacta a biodiversidade, a sobrevivência humana e também aumenta a concorrência pelo uso da água. A diminuição da quantidade de água acelera o processo de eutrofização, afetando diretamente a qualidade do corpo hídrico e a capacidade produtiva para a prática da piscicultura. O presente trabalho aborda a importância da organização da cadeia produtiva para minimizar os efeitos da estiagem prolongada em pisciculturas de tilapias em reservatórios de relevância na produção aquícola do Brasil. Uma caracterização de cada reservatório estudado incluindo uma análise temporal do efeito das consequências da estiagem também é abordado.

Eric Arthur Bastos Routledge
Chefe de Pesquisa e Desenvolvimento

Sumário

Introdução	09
Caracterização produtiva e a estiagem nos polos de piscicultura dos reservatórios de Ilha Solteira, Submédio e Baixo São Francisco e Castanhão e Orós, no período de 2012 a 2015.....	13
Ações de Mitigação.....	28
Consequências de mercado	33
A importancia da caracterização climática e do Cerrado no abastecimento das grandes bacias hidrográficas brasileiras	36
Projeções das mudanças climáticas globais e os impactos sobre os recursos hídricos brasileiros	39
Considerações finais	42
Referências	45

A importância da organização da cadeia de valor da tilápia na gestão da crise hídrica

Renata Melon Barroso

Ruy Albuquerque Tenório

Balbino Antonio Evangelista

Elda Fontinele Tahim

Fernando Jesus Carmo

Omar Jorge Sabbag

Introdução

Entre as ações governamentais que impulsionaram o crescimento da aquicultura no Brasil está a publicação da Instrução Normativa Interministerial (INI) nº 6, de 31/05/2004, na qual foram definidas as normas de autorização de uso das águas de domínio da União para fins aquícola. O Plano de Desenvolvimento da Aquicultura, apresentado pela Secretaria Especial da Pesca e Aquicultura para os anos de 2008 a 2011, previa ações para o desenvolvimento sustentável da atividade aquícola e entre elas o apoio à implementação dessa atividade nas águas de domínio da União com a planificação dos parques aquícolas e o ordenamento territorial da aquicultura.

Os efeitos do setor aquícola sobre o desenvolvimento regional são evidentes no país. Grandes empresas rurais têm entrado no setor disponibilizando grandes extensões de terra de áreas agrícolas tradicionais para o cultivo de peixes. No entanto, pode se dizer que, em consequência do lançamento da INI nº 6 e dos altos valores das terras agrícolas no país, a aquicultura tem se desenvolvido mais intensamente nas regiões dos grandes reservatórios. Dessa forma, a utilização dos reservatórios públicos para cultivo comercial de peixes é considerada como a grande aposta para alavancar a produção de peixes no Brasil.

Construídos com o objetivo de gerar energia ou abastecimento estratégico de água para as grandes cidades, os reservatórios da União representam 5,5 milhões de hectares de área inundada, dos quais até 1% são disponibilizados para a atividade aquícola. Levando-se em consideração que o processo é recente, a disponibilização desse recurso gera a expectativa de um crescimento significativo da produção em um futuro próximo.

O sistema de produção de peixes em tanques-rede, com poucas iniciativas antes dos anos 2000, desenvolve-se no país com o estabelecimento de empresas secundárias, favorecendo o adensamento da cadeia produtiva nas áreas potenciais, transformando-as em grandes polos produtivos. Empresas de equipamentos vêm aprimorando-se cada vez mais para atender as necessidades locais, definindo assim, as características produtivas da região. Da mesma forma, piscicultores pioneiros no sistema adquiriram experiência, aperfeiçoando suas técnicas de manejo e, com isso, sua capacidade produtiva. Como consequência, observa-se a cada ano uma maior profissionalização e confiança dos produtores em aumentar o tamanho das unidades de produção (tanque-rede), inicialmente entre 4 a 9 m³ e atualmente podem chegar entre 18 a 90 m³, com alguns empreendimentos usando estruturas de grandes volumes (300 a 1.200 m³) observados em diferentes regiões do país. No geral, a densidade utilizada é de 50 a 100 kg/m³.

Estudos para cultivo em tanques-rede com espécies nativas de valor comercial estão sendo conduzidos para gerar pacotes tecnológicos economicamente viáveis. No entanto, a tilápia tem sido responsável por 87,3% de todas as solicitações de cessão de uso de águas da União (MPA, 2015). Diversos fatores contribuem para esse fenômeno: pacote tecnológico de manejo e reprodução estabelecidos, bom desenvolvimento em altas densidades, ração adequada, melhoramento genético, precocidade e boa aceitação do mercado consumidor. Com um crescimento anual entre 20-25%, a produção de tilápias movimentou em 2014 aproximadamente R\$ 1 bilhão com as

198,49 mil toneladas despescadas, o equivalente a 41,9% do total da piscicultura do país (IBGE, 2015).

Com uma rentabilidade entre 15 a 20%, a produção de tilápia vem atraindo muitos investidores nacionais e internacionais. Recentemente, a notícia de que a maior empresa de tilapicultura do mundo, a *Regal Spring*, estuda investir R\$ 50 milhões na instalação de uma indústria verticalizada com a produção de 100.000 t de tilápias/ano, causou grande expectativa em investidores do setor (FIS, 2015). A tradicional indústria de conserva de pescado Gomes da Costa também cogita o investimento de R\$ 30 milhões para a inauguração de sua primeira planta de conserva de pescado de água doce a ser instalada no Paraná (SEAFOOD BRASIL, 2015).

Dentre os principais gargalos atuais da piscicultura em reservatórios públicos está a regularização da outorga de uso da água e o licenciamento ambiental. Em média, os processos têm levado quatro anos para finalizar retardando o acesso às linhas de crédito disponíveis para a atividade. As exigências relacionadas com a regularização dos empreendimentos já evitaram a entrada de novos investidores no negócio. No entanto, desde 2012 um novo desafio atinge o setor alterando o cenário da produção e da comercialização nos principais polos produtivos que utilizam os reservatórios: as estiagens prolongadas. Reservatórios de grande relevância para a piscicultura, como: UHE Ilha Solteira (SP); Itaparica, no Submédio São Francisco (BA/PE/AL) e o Açude do Castanhão (CE), têm sofrido baixas consecutivas de volume durante as estiagens de inverno sem conseguirem recuperar seus níveis nas chuvas de verão. O cenário tende a se agravar, pois o clima no ano de 2015 passa pelo fenômeno conhecido como “El Niño” que altera o padrão de pressão e do clima em todo o mundo, que ocasiona períodos excepcionalmente mais quentes e secos, especialmente na região nordeste do país.

Em pesquisa de campo realizada no âmbito do Projeto Tilápia, executado pela Embrapa Pesca e Aquicultura e parceiros, foram constatados que além da alta produção dos citados reservatórios

(aproximadamente 90.000 t de tilápia/ano), a piscicultura da tilápia é responsável por aproximadamente 4.000 empregos diretos, além da inclusão de pequenos produtores em municípios de baixíssimo IDH, como Glória/BA, Jatobá/PE e Jaguaribara/CE, onde oportunidades e disponibilidade de emprego são muito restritas. Iniciativas bem sucedidas de associações de pequenos piscicultores espalharam-se nesses polos gerando renda para pequenos produtores, diminuição da pobreza, segurança alimentar e qualidade de vida para a região (Pedroza *et al.*, 2014). Segundo a Secretaria de Agricultura de Glória (BA), 80% dos empregos rurais formais do município são provenientes da piscicultura da tilápia. Em Jaguaribara (CE), pequenos agricultores, pescadores e outros profissionais que entraram na atividade após a implantação do Castanhão tiveram a possibilidade de melhorar a qualidade de vida de suas famílias. Hoje, alguns já podem ser classificados como médio/grande produtores.

A crescente produção de peixes nesses polos difunde e estimula o consumo do pescado em regiões onde não havia essa tradição. Apesar da falta de estatística, pode se dizer que o sertão nordestino é um grande consumidor de pescado, já que esse é um dos principais destinos de comercialização da tilápia produzida no Submédio São Francisco.

Dessa forma, a estiagem que acomete o país e afeta o nível dos reservatórios traz consequências não apenas para a produção de peixes, mas à economia estabelecida nas regiões que se transformaram, nos últimos anos, nos principais polos produtivos do Brasil.

Embora existam estudos sobre os possíveis impactos das mudanças climáticas sobre a geografia da produção agrícola brasileira, ainda são incipientes aqueles relacionados aos impactos dessas mudanças sobre os recursos hídricos do país, que têm reflexo direto sobre a vida das populações, como a geração de energia e abastecimento urbano, e as diversas atividades produtivas como agricultura de sequeiro, irrigada, piscicultura, dentre outras. Neste sentido, estudos de previsibilidade acerca dos possíveis impactos das mudanças climáticas sobre a oferta dos recursos hídricos tornam-se essenciais para o planejamento de

ações que minimizem os prejuízos e maximizem as oportunidades que possam surgir no setor produtivo.

Com intuito de subsidiar tais estudos, este documento descreve as características climáticas e produtivas entre os anos de 2012 a 2015 nos polos produtores de tilápia da Ilha Solteira (SP), do Submédio e Baixo São Francisco (BA/PE/AL) e do Castanhão e Orós (CE). Além disso, registra as dificuldades enfrentadas em virtude da estiagem, suas consequências para o mercado da tilápia e as propostas do setor para a mitigação do problema.

Para a elaboração desse estudo, empregou-se como fontes de dados relatos técnicos do setor produtivo e de órgãos governamentais, além de dados primários coletados em entrevistas de campo com agentes da cadeia de valor de tilápia produzida em tanques-rede nos polos pesquisados, abordando aspectos relacionados ao desenvolvimento da atividade, com foco nas suas características, no mercado e principalmente nos impactos da estiagem.

Caracterização produtiva e a estiagem nos polos de piscicultura dos reservatórios de Ilha Solteira, Submédio e Baixo São Francisco e Castanhão e Orós, no período de 2012 a 2015

Reservatório da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira

O reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) de Ilha Solteira, com 1.195 km² de área alagada, abrange uma região de tríplice fronteira, envolvendo os estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais onde os rios Paranaíba e Grande se encontram formando o rio Paraná. A barragem para a construção do reservatório da terceira maior usina do Brasil, foi finalizada em 1978 e, além de gerar energia elétrica, o reservatório abriga uma hidrovia, além de atividades de turismo, pesca e piscicultura. Esta é realizada nos braços dos reservatórios e produz 25.000 t das 35.000 t de tilápia cultivadas no estado de São Paulo.

Apresentando um aumento da produção em torno de 25% ao ano, o polo do reservatório da Ilha Solteira vem se estruturando desde os anos 2000 e hoje é um dos mais importantes do Brasil no cultivo da tilápia. A mobilização das prefeituras locais culminou na criação do Consórcio Intermunicipal de Piscicultura. Essa ação foi fundamental para auxiliar o setor no acesso às políticas públicas, na formação de parcerias para capacitação de mão-de-obra e desenvolvimento inicial da atividade. Em 2007 a instalação de uma produção modelo com o apoio da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral do estado de SP (CATI) atraiu investidores e produtores rurais. A região organizou-se ao longo dos últimos 10 anos consolidando associações e cooperativas de produtores, duas fábricas de ração (20.000 t/ano), quatro centrais de alevinagem (2 milhões de sementes/ano), quatro frigoríficos, além da presença de representantes de medicamentos e equipamentos. Hoje, apenas na microregião de Santa Fé do Sul existem 80 piscicultores dos quais cinco são empresas de grande porte (produção > 150 t/mês) com controle vertical da atividade. A grande maioria, no entanto, é constituída de produtores de médio porte (produção entre 80 a 150 t/mês). Os pequenos produtores da região representam apenas 10%, mas produzem em média, individualmente, 60 t/mês. A região emprega aproximadamente 3.000 funcionários diretos na cadeia do peixe.

Entre 2009 e 2010, 14 projetos de parques aquícolas tramitavam no Ministério da Pesca e Aquicultura, sendo seis do lado paulista, sete do lado sul mato-grossense e um nas margens mineiras do reservatório. Representando 157 ha e uma estimativa de produção de 88.845 t/ano, até hoje nenhum dos parques foi inaugurado. O grande potencial da região está em sua localização - próxima aos grandes produtores de insumos para a ração e a grandes centros consumidores, em seu clima bastante favorável ao cultivo de espécies tropicais e na facilidade de logística pela boa malha rodoviária, aérea e hidroviária.

Em 2012, a região registrou uma precipitação média de 929 mm, considerada abaixo da média que foi de 1.232 mm entre 1968 e 2011, e de 1.305,9 mm entre de 1991 a 2011 (UNESP). Em 2013, os 119 dias de chuva acumularam o volume de 1.461 mm, mas não foi o suficiente

para a recuperação do nível do reservatório devido à evapotranspiração de 1.511 mm. De acordo com as informações do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS (2015), a grande queda do volume útil do reservatório da Ilha Solteira ocorre a partir de janeiro de 2014 (Figura 1).

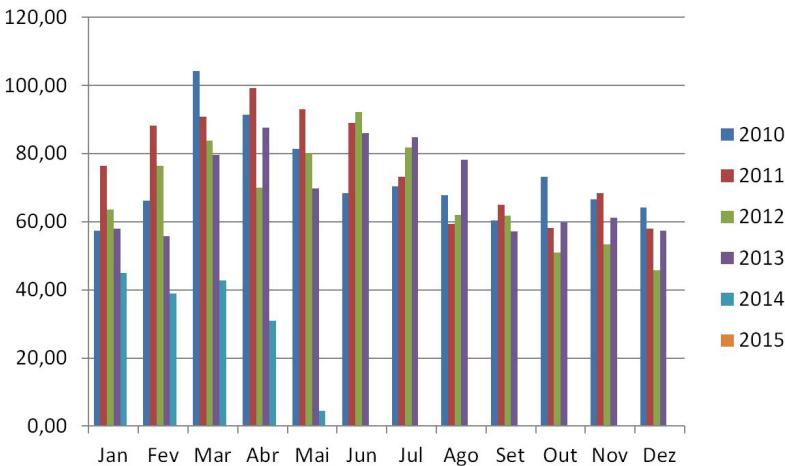


Figura 1. Percentual de volume útil do reservatório da Ilha Solteira nos últimos cinco anos. Construído a partir de dados da ONS.

A queda do nível dos rios da região sudeste somado à crise de abastecimento das grandes cidades, aumentou a tensão e a disputa pelo recurso. Em junho de 2014, o volume útil do reservatório de Ilha Solteira chega à zero, ou seja, inferior à cota mínima de operação, que para esse reservatório é de 323 metros acima do nível do mar (ONS), apesar do projeto da UHE de Ilha Solteira permitir que essa cota desça a 314 metros, limite mínimo de profundidade para não danificar seus equipamentos. No entanto, em dezembro de 2014, o nível do reservatório que era de 326,31 caiu para 320 metros e no primeiro mês de 2015, chegou a 318,77 metros. Dessa forma, tecnicamente, desde junho de 2014 o nível do volume útil do reservatório é zero.

As áreas aquícolas desta região estão localizadas nos braços do reservatório e cada braço apresenta características distintas devido

à influência dos diferentes afluentes, a profundidade do seu leito e a dinâmica das suas águas. Todos esses fatores determinam se um empreendimento é mais ou menos afetado pela estiagem prolongada. Por vezes, são observados empreendimentos vizinhos com impactos diferentes, neste caso, mais relacionados ao manejo zootécnico.

Com redução do nível do reservatório em mais de 9 metros, foram várias as instalações de engorda que tiveram que se deslocar para áreas mais profundas, ficando mais distantes das áreas aquícolas previstas no projeto inicial. O deslocamento gerou custos adicionais enormes, pois foi preciso montar toda infraestrutura de apoio em um novo local. Alguns produtores (principalmente os de pequeno porte) não suportaram os custos adicionais desse deslocamento e tiveram que deixar a atividade.

Piscicultores que resistiram ao deslocamento esperando que a situação se normalizasse, mesmo com seus tanques-rede em áreas de baixa profundidade, sofreram perdas por mortalidade devido à redução do nível de oxigênio na água. A baixa qualidade da água em certos pontos afetou o rendimento do peixe e a sua qualidade, com ocorrência de peixe menos atraente ao consumidor por apresentar *off-flavor* ocasionado por geosmina conferindo o cheiro de terra (cheiro característico em tilápias cultivadas em águas eutrofizados e com floração de cianobactérias). A mortalidade ocorrida em todo o reservatório não foi dimensionada, mas os produtores relataram que em setembro de 2014 perdas de produção de 30%, ou a 40%, se contabilizada a baixa taxa de povoamento de alevinos e a redução na densidade de estocagem nos tanques-rede. Há também relatos de pisciculturas que perderam 40 toneladas de tilápia num só dia pela queda do oxigênio dissolvido (CARMO, Fernando. Técnico CATI/SP, 2015. Comunicação Oral).

Além da mortalidade, as inseguranças com a qualidade da água e a falta de informações fidedignas a respeito do gerenciamento do reservatório fizeram com que piscicultores diminuíssem seus investimentos e o ritmo de crescimento da atividade no reservatório durante os meses de inverno de 2014.



Foto: Renata Melon Barroso

Figura 2. Produção de tilápia no reservatório de Ilha Solteira, Santa Fé do Sul/SP

Submédio e Baixo São Francisco

O polo de tilapicultura do Submédio e Baixo São Francisco (SBSF) formado pelos reservatórios de Itaparica, Moxotó e Xingó, cujas margens abrangem os estados de Alagoas, Bahia e Pernambuco, teve uma estimativa de produção no ano de 2014 de 32.988 toneladas de tilápia, uma das maiores do Brasil (RIBEIRO et al., 2015). As estiagens prolongadas que atingem algumas regiões do país desde 2012 também afetam esse polo, principalmente pela redução da capacidade de suporte e da produtividade das pisciculturas de forma geral.

A capacidade de suporte de um reservatório pode ser reduzida por um conjunto de fatores existentes na região como: baixos índices pluviométricos, baixa umidade relativa do ar e as altas temperaturas que influenciam diretamente no volume das águas dos reservatórios e consequentemente em sua vazão, propiciando assim, um tempo maior de residência de suas águas, acelerando com isso o processo de eutrofização dos ecossistemas aquáticos e tendo como resultado a diminuição da piscosidade (TENÓRIO, 2011).

A localização dos reservatórios do SBSF também favorece o processo de eutrofização, uma vez que estes se encontram na região semiárida, mais especificamente no Polígono das Secas, território

sujeito a períodos críticos de prolongadas estiagens. 58% da Bacia do São Francisco estão na área do polígono (Brasil, 2015), tendo como consequência a diminuição da vazão dos seus afluentes. No entanto, as reduções da vazão e do volume de água nos reservatórios do SBSF não comprometeram a produção de tilápia, pois a área destinada à piscicultura não foi totalmente explorada, permitindo ainda a implantação de novos projetos e o aumento da produção dos atuais projetos de tilapicultura, mesmo durante os períodos de longas estiagens, a exemplo do que ocorreu no ano de 2014 quando a vazão natural média do reservatório de Sobradinho, que alimenta os reservatórios do SBFS, foi de 1.188 m³/s (menor vazão média anual desde 1931) (ANA, 2015).

Durante 2014, os reservatórios chegaram a apresentar volumes úteis de 2,89%, 15,78% e 17,39% respectivamente para Três Marias, Sobradinho e Itaparica (ANA, 2015), os outros reservatórios a jusante, Moxotó e Xingó, não sofreram grandes oscilações em seus volumes úteis por terem sido mantidos cheios devido aos manejos de comportas dos reservatórios, porém funcionaram como ecossistemas lênticos, ou seja, de águas paradas ou de pouca movimentação, sendo renovados apenas pelas águas turbinadas. A possibilidade da “extinção inexorável” do rio São Francisco (GLOBO, 2015), o maior rio em extensão e volume totalmente brasileiro e o terceiro maior rio do Brasil (PORTAL BRASIL, 2015), deve ser considerada em novos estudos.

A longa estiagem também afetou as pisciculturas do reservatório de Itaparica devido à redução do seu volume útil, que chegou a 1.739 hm³ no mês de outubro de 2014 (ONS, 2015), tendo como consequência a diminuição da densidade de estocagem nos tanques-rede. Porém, a grande extensão deste reservatório possibilitou que em certas áreas, a redução da produção não fosse percebida devido ao aumento do número de tanques-rede de projetos já existentes e de novos projetos implantados. É importante entender que a estiagem afetou o reservatório, mas o reservatório ainda tem capacidade de aumentar a sua produção. No entanto, novos projetos devem considerar o efeito

da estiagem e o aumento da eutrofização no reservatório, entre outros fatores.

Segundo Ribeiro et al. 2015 o reservatório de Itaparica apresentou a maior produção de tilápia do SBSF em 2014, com 14.676 toneladas. A estimativa da produção média de tilápia neste reservatório foi de 1.223 t/mês para o referido ano (Figura 3).

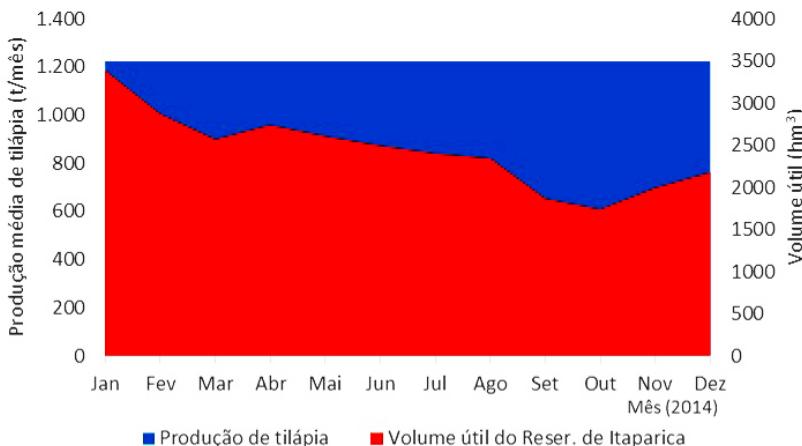


Figura 3. Valores médios da produção de tilápia (t/mês) no reservatório de Itaparica (SBSF) durante o período da longa estiagem ocorrida no ano de 2014 e valores do volume útil (hm^3) do reservatório. Dados obtidos de RIBEIRO et. al. (2015) e da ONS (2015).

No SBSF, até então, a principal interferência na produção de tilápia ocorre no período de inverno, quando as tilápias apresentam menor crescimento. Isto é perceptível pela redução de 20-30% nas vendas de rações. Outra intervenção verificada é no período de verão, quando aumenta a mortalidade em peixes cultivados da região devido às altas temperaturas. Considerando que essas interferências são constantes nos ciclos de produção, até o presente momento não foi registrado nenhuma redução da produção ao longo dos anos, exceção feita em três eventos de mortandades ocorridas anteriormente ao ano de 2007 (CARVALHO FILHO, 2004; CARVALHO FILHO, 2007; SOARES, 2007). A estiagem, no entanto, coloca o polo em condição de alerta por afetar o volume e a qualidade da água na região, podendo ser um fator restritivo a expansão da atividade na mesma.

Um diferencial que existe no SBSF em relação a outros polos de tilapicultura é a disposição dos reservatórios hidrelétricos em forma de cascata, funcionando como grandes *raceways*, com vazão superior a 1.300 m³/s, provocando a renovação das águas dos reservatórios de Xingó, Moxotó e Itaparica a cada cinco, 16 e 232 dias respectivamente em períodos não críticos (TEIXEIRA, 2006). Isto permite altas produtividades de tilápias, favorecidas ainda pelo clima tropical, que contribui na redução do ciclo de produção. Com a crise hídrica atual os reservatórios do SBSF estão funcionando como grandes açudes, esperando as chuvas para voltarem a funcionar como um ecossistema lótico, desta forma, os reservatórios não estão funcionando como grandes *raceways*, e com a diminuição de seus volumes de água aumentou a situação crítica nas pisciculturas, como pode ser vista pelo avanço das margens do reservatório de Moxotó (Figura 4).



Foto: Renata Melon Barroso

Figura 4. Produção de tilápia no reservatório de Moxotó, Jatobá/PE

No entanto, a perspectiva de piora da condição climática somada à transposição do rio São Francisco preocupa os produtores deste polo.

Açudes Castanhão e Orós

O Estado do Ceará apresenta condições favoráveis à piscicultura, clima quente ao longo do ano e grande volume de água de excelente qualidade, favorecendo o desenvolvimento de forma crescente da atividade, além de ser um dos maiores mercados consumidores. Contudo, a piscicultura no estado está concentrada no cultivo de tilápia em grandes reservatórios construídos como o objetivo de estocar água para múltiplos usos (abastecimento humano, irrigação, piscicultura,

recreação, além de auxiliar no controle de enchentes e na perenização do baixo curso do rio Jaguaribe). De acordo com FUNCUME¹, o período chuvoso no estado, por estar praticamente localizado no semiárido, é fortemente concentrado em quatro meses (fevereiro-maio) e com uma grande variabilidade interanual, cria um prognóstico de cautela durante o período de estiagem, não só para a piscicultura como também para as outras fontes de usos.

Embora o cultivo de tilápia seja realizado também em outros açudes do estado, as barragens do Castanhão e de Orós são os maiores polos produtores, onde o cultivo de tilápia é praticado em grande escala.

A barragem do Castanhão está localizada no município de Alto Santo, 253 km ao sul de Fortaleza, no sertão cearense. A bacia do reservatório ocupa áreas de outros três municípios - Jaguariaba, Jaguaribe e Jaguaretama, cuja capacidade de armazenar 6,7 bilhões de m³ de água em 325 km² (32.500 ha) de espelho d' água, responde sozinho por 38% de toda a capacidade de armazenagem de água do Estado do Ceará. Construído no terço médio da bacia hidrográfica do rio Jaguaribe-CE (HRC,2015), Castanhão é o maior açude público para múltiplos usos do Brasil. Com a delimitação dos parques aquícolas, essa barragem passou a se destacar como maior produtor de tilápia do Estado e um dos maiores do país.

Cabe ressaltar que a delimitação dos parques aquícolas da barragem do Castanhão, deu-se em 2006, após análise de parâmetros físicos, químicos e biológicos do corpo hídrico, pela Agência Nacional de Água - ANA. Foram delimitados três Parques Aquícolas, a saber: Jaguaribe /Jaguaretama, Jaguariaba e Alto Santo, utilizando como referência a cota 85, ou seja, cota considerada segura para a instalação dos tanques-rede em função da flutuação do nível d'água da barragem do Castanhão. O total da área de espelho de água a ser ocupada pelas quadras aquícolas é de 1.704,67 ha (500,78 ha Alto Santo, 804,48 ha Jaguariaba e 399,41 ha Jaguaribe/Jaguaretama), com 21.333 tanques rede de 4 m³ cada parque e produção anual prevista de 30.000 t de tilápias (NAMEKATA, 2008).

¹ Fundação Cearense Meteorologia e Recursos Hídricos.

Quanto a distribuição de lotes, ao todo, foram licitados e entregues 857 lotes aos produtores, compreendendo um total de 1.122 concessionários. Porém, de acordo com informações do Departamento Nacional de Obras contra as Seca - DNOCS, somente 30% da capacidade real de produção estavam sendo utilizados em 2013, isto, levando-se em conta o potencial de uso de até 1% da superfície de água do açude. Contudo, a Secretaria de Pesca de Jaraguáribe, ressalta que não se sabe exatamente quantos produtores/tanques-rede há atualmente produzindo nos parques aquícolas da barragem Castanhão, isto porque, a partir de 2014, houve uma migração de piscicultores vindos de outros açudes que se encontravam em situação crítica já por conta da estiagem, os quais exercem a atividade na concessão de outros permissionários não produtores, aumentando assim a concentração da produção na barragem do Castanhão.

A forte redução das chuvas (353,5mm abaixo da média para a região do médio Jaguaribe que é de 757,1mm), intensificadas a partir de 2012, diminuiu o volume de água do Castanhão a 15,6% em setembro de 2015, segundo os dados da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCME) (Figura 5).

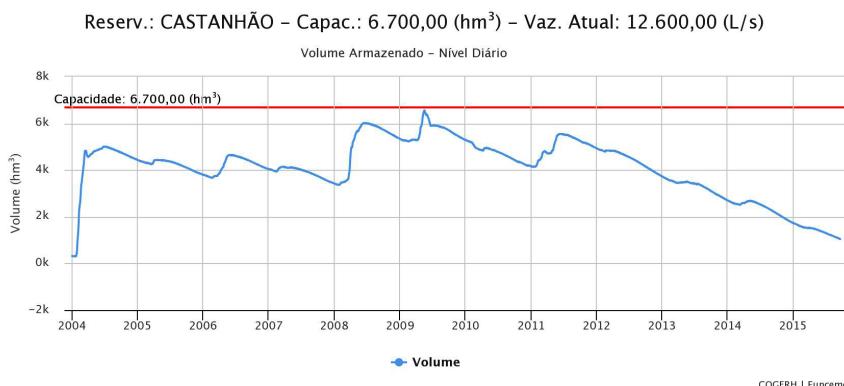


Figura 5. Capacidade do açude do Castanhão desde sua formação até 2015.

O triênio 2012-2014 foi o mais seco da história recente do Estado, quando foi registrado o acumulado de 1.505 mm das chuvas, sendo que a média histórica para apenas um ano é de 809 mm. Esta condição

levou o Estado do Ceará a enfrentar a pior crise de estiagem nos 40 anos de medições. Até então, o triênio mais seco havia sido 1981 a 1983, com 1.563 mm no período. Com a redução das chuvas, ocorre a elevação das temperaturas, que contribui diretamente para a elevação das perdas de água por evaporação, podendo chegar a 2.500 mm anuais, segundo informações da FUNCEME. Toda essa condição, considerando ainda a alta produção do açude, alta temperatura e eutrofização das águas, a capacidade de suporte do parque aquícola tem sido bastante impactada.

De acordo com o DNOCS, órgão que gerencia a barragem Castanhão, apesar desta situação, a produção no reservatório aumentou 6,4%, passando de 12,1 mil toneladas em 2013 para 12,9 mil toneladas em 2014. Essa expansão se deve à migração de outros produtores de açudes que não apresentam mais condições de produzir por conta de suas baixas capacidades de armazenando de água. Contudo, a produção não chegou ao esperado, que era de 18 mil toneladas para 2014 (FREITAS, 2015).

Mais do que as perdas produtivas propriamente ditas, percebe-se que o efeito da estiagem prolongada é modulado de acordo com o grau de organização do setor produtivo no reservatório em questão. No Castanhão, a insegurança produtiva freou o crescimento produtivo, que já vinha sendo afetado pela baixa qualidade da água na região de cultivo. As causas dessa má qualidade hídrica vão desde manejo alimentar inadequado, eliminação de resíduos na água, sendo agravada pela concentração dos produtores em uma parte do açude (grande parte da produção do Castanhão concentra-se em uma extensão de 30 km). Isso ocorre devido à falta de infraestrutura e acesso no restante do entorno do açude. Essa concentração da produção em apenas uma região do reservatório pode ser responsável pela eutrofização das águas dessa parte do reservatório, piorando a qualidade da água e propiciando mortalidades dos peixes cultivados com grandes prejuízos para os piscicultores (cerca de 1000 t em um só dia) (CAVALCANTE, 2015). Para 2015, Associação Cearense de Aquicultores (Aceaq) estimou

uma perda de 30% da produção da tilápia para os meses mais críticos, em decorrência do baixo nível de água e da mortalidade ocorrida.

No caso do polo da barragem do açude Orós a situação é menos crítica, essa barragem tem capacidade para 2,1 bilhões de m³ e drena uma área de 25.000 km, contando atualmente com uma capacidade de armazenamento de 43 - 89%, o que corresponde a 0,92 bilhões de m³ (DNOCS, 2015). Isto porque, na região onde está localizada a barragem choveu um pouco mais do que na região do Castanhão, chegando 420,6mm quando a média histórica é de 684,7mm (FUNCEME/COGERH, 2015). É uma das barragens mais importantes da região centro-Sul do Ceará, sendo a segunda barragem em termo de volume do estado e está localizada no município de mesmo nome que fica aproximadamente a 450 km de Fortaleza. Da mesma forma que a barragem do açude Castanhão, a barragem de Orós tem múltiplo uso como: abastecimento no município de Orós, navegação e turismo, porém a principal atividade econômica é a piscicultura em tanque-rede. Nesta barragem, o cultivo de tilápia teve início em 2004 com cerca de 20 tanques-rede como um projeto experimental, expandindo-se para cerca de 6 mil tanques em 2014 (DAMACENO e TAHIM, 2010; KUBITZA, 2011). Entretanto, o parque aquícola nesta barragem ainda não foi criado, observando-se o desordenamento da atividade no açude, uma vez que os produtores não conseguiram a outorga do uso da água e nem o licenciamento ambiental junto aos governos Federal e Estadual para o desenvolvimento do setor de forma sustentável (SUSSEL, 2013; KUBITZA, 2011). A atividade envolve cerca de 360 famílias (pequenos produtores) organizadas em 36 associações em 19 comunidades ribeirinhas², com uma produção média mensal estimada de 540 t/mês. Estima-se que 80% da renda dessas comunidades venham da criação de tilápia (BARBOSA, 2015). A produção da barragem tem se mantido em uma média de 6,5 mil toneladas/anos e considerando um preço médio ao produtor de R\$ 4,20 / kg, a receita anual bruta das 360 famílias de produtores pode chegar a aproximadamente R\$ 27

² Jurema, Montante, Saco, Pereiro dos Pedros, Baixas, Tabuleiro, Jardim, Brejinho, Mata Fresca, Boa Vista, Ilha Grande, Vassoura, Jiquí, Sítio Cedro Barragem, Sítio Cidade, Vila Palestina, Vila Guassussê e Pão de açúcar.

milhões, já a produção estimada para 2011/2012, foi de 8,3 mil t/ano (KUBITZA, 2011). Diante da dificuldade de dados estatísticos oficiais, seria importante que o governo e/ou demais instituições envolvidas com o setor buscassem estimar e a divulgar informações oficiais para se ter uma análise mais precisa dessa atividade, que tem grande importância econômica para o estado.

Contudo, de acordo com o coordenador do Centro Vocacional Tecnológico³ do município de Orós, a produção mensal se estabilizou entre 2012 e 2013 e vem caindo de forma acentuada para cerca de 270 t/mês, nos últimos dois anos (especialmente em 2015), devido à baixa no volume de água do reservatório. Entre outros problemas, houve uma grande mortandade de peixes por falta de oxigênio entre os meses de maio e junho de 2014/2015, contribuindo fortemente para a redução da produção e prejuízos para os pequenos produtores - maioria na região.

Uma das características marcante do segmento de piscicultura em tanques-rede nos polos produtores do estado relaciona-se ao fato da atividade ser praticada, na sua grande maioria, por micro e pequeno produtores organizados em grupos informais e/ou associações. Como as técnicas de produção são de fácil aprendizado, propicia a participação destes produtores no segmento. Corroborando com esse fato, Polese (2014) afirma que a piscicultura em tanques-rede é uma técnica relativamente barata e simples, de fácil manejo, se comparada à piscicultura em viveiros escavados, pois utiliza-se de ampla variedade de ambiente aquático como reservatórios de hidroelétrica, açudes e outros corpos d'água além de dispensar custos com construções de viveiros.

Ao analisar a produção no agregado, verifica-se que o Ceará, diante do problema da estiagem que atinge fortemente o estado nos últimos três anos, tem acumulado sérios impactos negativos no seu agronegócio. Isso fez com que o estado perdesse a liderança na produção de tilápia para os estados de São Paulo, Paraná e região do Submédio e Baixo São Francisco.

³ Instituição que presta assistência técnica aos piscicultores da barragem.

Com crescimento quase que exponencial no período de 2005 a 2011, tornando-se líder nacional na produção de tilápia, a produção praticamente estagnou entre 2012 e 2014 e, em 2015, a Associação Cearense de Aquicultores (Aceaq) estima uma queda na produção de 30% (Figura 6), principalmente em função da redução de água nos açudes cearenses, provocada pela falta de chuvas, causando uma situação de instabilidade para os produtores, em particular, pela incerteza se no próximo ano haverá chuvas suficientes para a recarga dos reservatórios e consequente expansão da produção. Mas o fato é que mais um fenômeno *El Niño* ocorrendo de maneira intensa e com previsões de redução das chuvas e elevação da temperatura e evaporação nos estados da região nordeste.

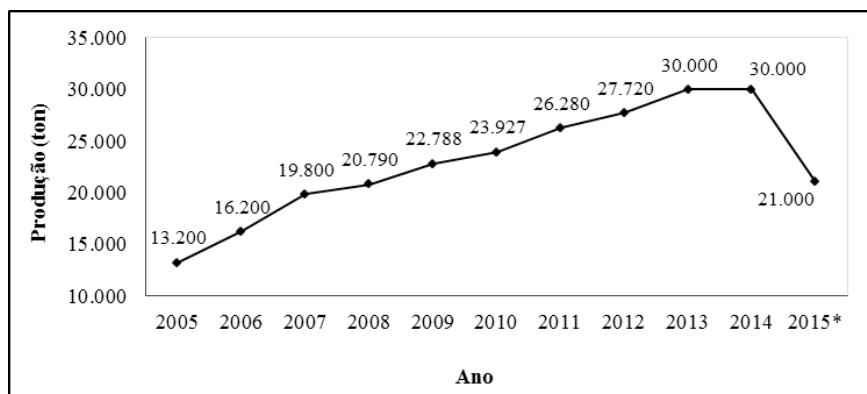


Figura 6. Evolução da produção de tilápia no estado do Ceará (2005-2015*)

*Valor estimado

Fonte: MPA/DECE/ACEAQ(2005-2014)

O Ceará é também o maior consumidor desta espécie no país, apresentando um grande potencial de crescimento do mercado interno para este produto. Isso se deve ao fato do consumo ter sido bastante estimulado pelos peixamentos realizados pelo DNOCS, na década de 70 e posteriormente o incentivo para os cultivos comerciais de tilápia na década de 90, gerando uma grande oferta de pescado no estado. No entanto, com a redução dos estoques naturais nos reservatórios e o desenvolvimento da tecnologia de cultivo, essa demanda passou a

ser atendida pela piscicultura onde a tilápia tornou-se a espécie mais cultivada por sua boa aceitação e elevado valor comercial atraindo a entrada de vários novos produtores e levando ao crescimento acentuado do segmento (POLESE, 2014).

Toda a tilápia produzida nos polos cearenses tem como destino o mercado interno (regional e local), sendo comercializada, principalmente, na forma de peixe inteiro sem vísceras. Nestes polos predominam as vendas de peixes para atacadistas/intermediários que são os responsáveis pela distribuição para o comércio local/regional como: feiras livres, peixarias, supermercados, além da venda direta para o consumidor final, porém em quantidade reduzida. Destaca-se ainda, as vendas para restaurantes e lojas de peixes vivos que têm aumentado consideravelmente no estado, representando parcela significativa do comércio de tilápias. Esse tipo de comércio se dá por meio da intermediação (alguns intermediários / atacadistas que dispõem de infraestrutura para transporte de peixes vivos) que faz a ligação entre produtores, restaurantes e lojas de peixes vivos. Já as vendas para frigoríficos ainda são bastante reduzidas pela falta dessas estruturas nos polos produtivos. Dessa forma, os principais canais de comercialização da tilápia cearense são as vendas para atacadistas / intermediários, as vendas para os pesque-pagues (que podem ser diretas ou através de um transportador de peixes vivos) e as vendas diretas ao consumidor final. Os pequenos produtores, como no caso do polo de Orós, vendem também parte da produção para a merenda escolar, via Programa de Aquisição de Alimentos (PAA).



Foto: Renata Melon Barroso

Figura 7. Produção de tilápia no reservatório do Castanhão, Jaguaribara/CE

Ações de Mitigação

Os polos produtivos são delimitados pela área de concentração da produção na qual estão presentes também outros elos da cadeia, como fornecedores de ração, de sementes, de equipamentos, indústria de processamento, além da estrutura de comercialização e mercado. Pode-se dizer que os polos produtivos de tilápia estão bem estruturados e que a sua governança inclui um diálogo participativo entre todos os elos da cadeia. Essa característica propiciou que ações coordenadas para mitigar a situação fossem organizadas pelo próprio setor.

A primeira ação foi a realocação das áreas produtivas. Produtores das áreas afetadas moveram seus tanques-rede para áreas mais profundas, à frente ou adjacente às áreas prévias. A eutrofização visível em algumas áreas estimulou produtores a solicitarem áreas adicionais para rotatividade da produção com uma área de vazio produtivo.

A mobilização em Santa Fé do Sul (SP) ocorre desde 2010 com a formação da Associação dos piscicultores, que auxilia o setor nas questões legais, regularização e licenciamento ambiental. Ainda, a Câmara Setorial do Pescado do estado de São Paulo é presidida por um produtor de alevinos de Santa Fé do Sul que estimula a participação de outros atores da cadeia nas reuniões para fortalecimento do setor na região. Além disso, este polo abriga grandes investimentos e empresas com acesso e influência política estadual, facilitando a conversa com os órgãos reguladores. Pode se dizer que os diferentes elos da cadeia produtiva interagem entre si, dialogando de forma participativa, ainda que a governança da cadeia esteja nas mãos das grandes empresas verticalizadas do polo.

A estiagem prolongada fez com que o abastecimento de água no estado de São Paulo chegassem a um nível crítico. Dessa forma, um grande esforço foi realizado para aumentar o volume do abastecimento das grandes cidades paulistas. Em consequência, reservatórios como o da Ilha Solteira foram gerenciados para auxiliar neste abastecimento. A gestão do nível das águas do reservatório da Ilha Solteira foi questionada pelo setor que reagiu levando trabalhadores rurais e produtores para as ruas de Santa Fé do Sul em meados de 2014 quando o nível do reservatório estava mais crítico. A manifestação solicitava um gerenciamento mais justo (que considera o múltiplo uso) das águas do reservatório pela CESP. A discussão resultou em uma batalha judicial entre piscicultores, a CESP e o Operador Nacional do Sistema. Segundo os empresários, o funcionamento da usina abaixo da cota 323 metros prejudica a produção de peixes porque enquanto a vazão do rio na barragem continua alta, para garantir a geração de energia, a montante (acima da usina) fica vazia, impedindo a criação dos peixes nos tanques, acusando CESP e ONS de má gestão da água. A organização dos piscicultores em torno da Associação, trazendo as autoridades para discussão, foi um fator decisivo para que a situação melhorasse. Foram feitas várias reuniões com Ministros, Secretários, Diretores de Agências e Empresa concessionárias, na tentativa de

sensibilizar todos quanto à importância da preservação da atividade de piscicultura no reservatório de Ilha Solteira.

No Ceará, a implantação dos parques aquícolas no Açude do Castanhão não acompanhou o planejamento inicial (Figura 8-A). A ausência de infraestrutura ao redor do reservatório levou a implementação apenas do Parque Aquícola Nova Jaguaribara (Figura 8-B), pela proximidade com o município com rodovias de grande circulação de veículos.

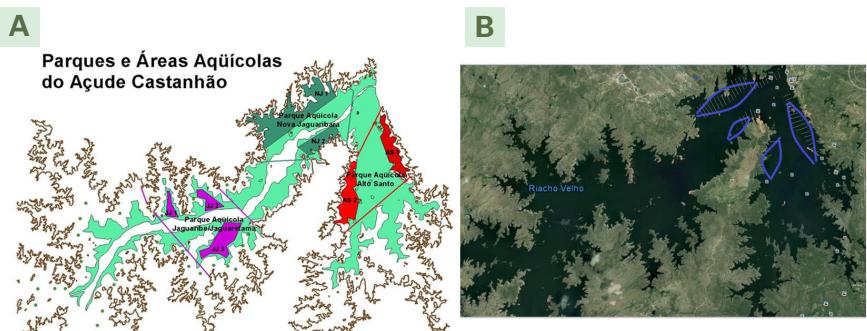


Figura 8. A) Planejamento dos parques aquícolas do açude do Castanhão; B) concentração da produção atual.

Fonte – ANA/ACEAQ

A concentração de 95% da produção deste reservatório em perímetro de 30 km agravou bastante a condição ambiental local, favorecendo a ocorrência da mortalidade de tilápias em 2015. Dessa forma, a mobilização para mitigação da situação deste reservatório envolveu a confecção de um “Plano de ação para reordenamento do Parque Aquícola do Castanhão”, proposto pelo DNOCS juntamente com o setor produtivo. O plano propõe uma metodologia de reordenamento das áreas produtivas para melhor aproveitamento do potencial do reservatório; implantação de ações de biosseguridade e de sustentabilidade nos cultivos; cadastramento, qualificação e legalização dos empreendimentos; ordenação da atividade e implantação de medidas de controle que proporcionarão a minimização dos impactos ambientais e, a criação de um grupo gestor do Parque Aquícola. A discussão sobre a implementação dessas ações é complexa, pois

envolve um setor produtivo bastante heterogêneo. Ainda assim, ações para solucionar o problema são necessárias devido à condição de insegurança e de abandono do Parque Aquícola pelo MPA, responsável pelo gerenciamento e monitoramento dos Parques Aquícolas licenciados. De qualquer forma, produtores estão cientes de que devem agir em prol da sustentabilidade da atividade no Castanhão. Assim, o reordenamento já vem ocorrendo gradativamente inclusive com infraestrutura de estradas e rede elétrica sendo construídas pelo setor produtivo. Importante ressaltar o grande apoio que a Associação Cearense de Aquicultores (ACEAQ) dá, não apenas aos seus associados, mas à sustentabilidade da piscicultura do Castanhão, com consequências positivas para os demais piscicultores do estado. A presença de organizações bem estruturadas como esta geralmente afeta positivamente o setor como um todo. A ACEAQ tem encabeçado as discussões e auxiliado na idealização dos planos de ação para a mitigação dos impactos da baixa hídrica no Castanhão.

A proposta do DNOCS aponta sugestões de novas localizações dos empreendimentos, de forma a aumentar a capacidade de suporte deste reservatório a despeito do seu baixo nível hídrico atual (Figura 9).

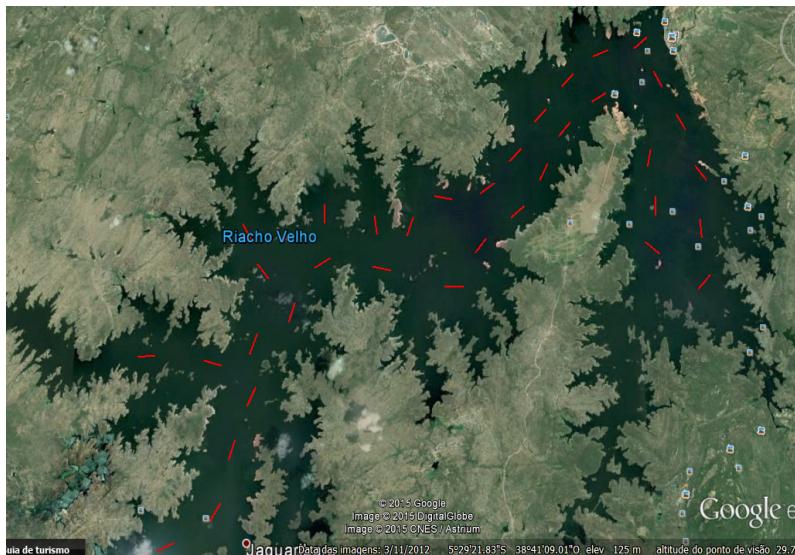


Figura 9. Áreas analisadas para a nova distribuição do parque.

Importante ressaltar o grande apoio que a Associação Cearense de Aquicultores (ACEAQ) dá, não apenas aos seus associados, mas à sustentabilidade da piscicultura do Castanhão, com consequências positivas para os demais piscicultores do estado. A presença de organizações bem estruturadas como esta geralmente afeta positivamente o setor como um todo. A ACEAQ tem encabeçado as discussões e auxiliado na idealização dos planos de ação para a mitigação dos impactos da baixa hídrica no Castanhão, além de ações e defesa da valoração dos produtores do estado, na confecção de um plano de marketing para o estado, entre outras.

Espera-se que a fragilidade do setor possa mudar com a publicação do novo Plano de Desenvolvimento da Aquicultura 2015-2020, apresentado em Agosto de 2015 pelo MPA. Entre outras ações para aumentar a produção aquícola, o plano inclui:

- Agilizar os processos de cessão de uso de águas de domínio da União para fins de aquicultura;
- Criar uma rede de instituições para o monitoramento ambiental da aquicultura em águas de domínio da União;
- Criar mecanismos de gestão dos parques e áreas aquícolas que proporcionem gestão coletiva e participativa desses empreendimentos;
- Rever o Decreto nº 4895, de 25 de novembro de 2003, que dispõe sobre “a autorização de uso de espaços físicos de corpos d’água de domínio da União para fins de aquicultura, e dá outras providências”.

Tais ações certamente deverão culminar em estímulo e aumento produtivo, mas o monitoramento das condições ambientais e de gerenciamento participativo dos reservatórios será fundamental para o futuro produtivo desses recursos.

Consequências de mercado

Como observado nos capítulos anteriores, os efeitos da estiagem prolongada nas pisciculturas dos reservatórios afetados está muito mais ligada ao gerenciamento produtivo do que a elevação de mortalidade e baixa da produção. Dessa forma, a crise hídrica chega alertando o setor produtivo e órgãos públicos sobre a importância socioeconômica de uma gestão efetiva (como a organização de um Comitê Gestor do Reservatório) que previna e minimize os efeitos das alterações climáticas sobre as pisciculturas.

Segundo a Associação Brasileira de Piscicultura (Peixe BR, 2015), os efeitos da seca sobre a piscicultura levou a uma queda de 10% no abastecimento nacional de tilápia no início de 2015. Especificamente em Santa Fé do Sul/SP, a produção de tilápia caiu 30% entre julho e setembro de 2014, comparado com a produção do mesmo período do ano anterior. Destaca-se que o prejuízo não se limita apenas à produção do peixe, mas também a outros elos da cadeia, como o fornecimento de alevinos que caiu cerca de 50% no inverno de 2014 (GLOBO RURAL, 2014).

Entretanto, as expectativas de que a crise hídrica prolongada levaria a um recuo de entre 20% e 25% até o final deste ano não procederam. No estado de São Paulo, por exemplo, a aquicultura movimentou em 2014 R\$ 4 bilhões (BARROS, 2015). O crescimento da produção, que vinha acontecendo numa escala de aproximadamente 25 % ao ano, teve uma redução. Entretanto, os piscicultores que tiveram condições financeiras e ambientais continuaram ampliando suas instalações, além das ações de realojamento possibilitaram a rápida retomada produtiva dos demais produtores. Dessa forma, nem os cenários desfavoráveis de escassez hídrica e dificuldades econômicas e políticas previstos para 2015, frearam a produção de tilápia que mantém a expectativa de fechar o ano com um crescimento de 17% em relação a 2014. É fato, no entanto, que o dinamismo do setor também ocorre nos canais de comercialização que rapidamente se transformam em momentos de necessidade.

Sendo assim, as lacunas de abastecimento nos mercados de São Paulo e do nordeste brasileiro, principalmente do grande mercado cearense, foram rapidamente tomados de tilápias oriundas de outros estados, principalmente do Paraná.

O oeste do Paraná, representado pelos polos de Toledo e Cascavel, é o maior polo produtor de tilápia do Brasil (aproximadamente 50.000 t/ano). A região conta com organizadas estruturas logísticas de transporte e distribuição que enviam semanalmente ao Ceará aproximadamente 100 t de tilápia inteira resfriada. O transporte dura dois dias e o produto chega ao destino com ótima qualidade e preços competitivos. Em geral, sob o ponto de vista do produtor, o polo do oeste do Paraná tem os melhores preços de venda (preço pago ao produtor), variando entre R\$ 3,50/kg (650 g) e R\$ 3,70 (850 g). A tilápia da região abastece importantes centros de distribuição, como Ceagesp, Ceasa-RJ, alguns frigoríficos de São Paulo, dentre outros mercados.

As lacunas de mercado desse momento também foram propícias aos produtores da região norte do Paraná. Com dificuldades para engrenar na atividade devido às burocracias no licenciamento das pisciculturas de tanque-rede nos reservatórios do rio Paranapanema, os produtores dessa região estavam prontos para abastecer o mercado paulista acometido pela insegurança de produção do polo da Ilha Solteira. Com preços ao produtor entre R\$ 4,50 e R\$ 5,50 para peixes entre 700 e 850 g, esse polo foi claramente beneficiado pelos canais de venda estabelecidos em São Paulo.

O grande mercado cearense para a tilápia também fez com que distribuidores e atacadistas estreitassem as comercializações com produtores do Submédio e Baixo São Francisco, beneficiando os produtores deste polo, cuja comercialização é um dos principais desafios. Com preços ao produtor variando entre R\$ 5,00 e R\$ 5,50, esse é o polo que produz tilápias de maior tamanho (1 a 1,2 kg) e em menor tempo de produção (em torno de 180 dias). Apesar da ausência de frigoríficos, o peixe é distribuído inteiro, no gelo e vêm abastecendo o mercado da grande Fortaleza e o sertão nordestino.

Apesar de não terem sido levantado os dados da produção de tilápias no lago de Furnas, sabe-se que a estiagem também compromete a produção de tilápias nessa região sul de Minas Gerais. Somente em 2014, a produção foi 50% inferior ao ano anterior. Com isso, cerca de 600 piscicultores, cuja maioria é de pequeno porte e mão-de-obra familiar, foram obrigados a abandonar o cultivo, buscando renda em outras atividades, como a prestação de serviços nas lavouras de café (Diário do Comércio, 2015). Neste cenário de redução na oferta, produtores buscam agregar valor com a venda da tilápia viva cujos preços variam entre 50 a 80% a mais do que preço médio da tilápia (R\$ 4,00/kg) praticado na região.

Com relação ao preço da tilápia para o consumidor, não apenas os efeitos da estiagem e consequente desabastecimento momentâneo afetaram os preços de varejo. O aumento médio de 8% do preço da tilápia no varejo ao longo do ano de 2015 pode estar também relacionado ao aumento do custo de produção que por sua vez está associado ao aumento do valor das commodities. Apesar do valor abaixo do IPCA⁴ do período, que registrou índice acumulado de 9,49% (acumulado de 2015), pode-se dizer que esta inflação e a taxa de desemprego (chegando a 8,3% em agosto 2015 - segundo dados divulgados pelo IBGE, 2015), têm diminuído progressivamente o poder de compra do brasileiro. Análises complementares de mercado são necessárias para avaliar as consequências e possíveis substituições de compra.

A formação de preço de mercado é resultante das condições de oferta e demanda. A oferta está relacionada, de um lado, com as condições técnicas e os custos de produção de uma mercadoria, e de outro, com a receita, a qual depende das condições da demanda. Em se tratando de oferta, os efeitos da estiagem representam a quebra da expectativa de produção de uma determinada região, com acréscimo nos preços dos alimentos básicos e queda da demanda agregada. Ainda, pode

⁴ O Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) é a medida oficial da inflação no país.

representar a redução no nível de renda e ocupação rural, desdobrando-se sobre os demais setores econômicos (KHAN et al., 2005).

Neste contexto, devem-se apontar outros fatores inibitórios à agropecuária brasileira, sob a ótica de um potencial crescimento, não limitados à estrutura de mercado, mão de obra qualificada, inovações tecnológicas em variedades e processos produtivos, bem como tecnificação na aquisição de maquinários modernos. Adversidades climáticas – como a diminuição da disponibilidade da água - diminuem a oferta mundial de produtos agropecuários resultando na elevação dos preços das matérias-primas destinadas à comercialização. Quando se soma o alto risco climático ao de variação de preços, constata-se que a agropecuária brasileira apresenta uma conjugação de riscos que acaba por afetar todos os segmentos produtivos, sobretudo na unidade de produção primária para o agronegócio.

A importância da caracterização climática e do Cerrado no abastecimento das grandes bacias hidrográficas brasileiras

O clima, entendido como descrição estática das condições atmosféricas médias de um determinado local ou região, influencia diretamente a maioria das atividades humanas. Por isso, seu conhecimento é de considerável relevância para os mais variados fins e aplicações, tais como o planejamento das atividades relacionadas à pesquisa, produção agropecuária e de energia, necessidades hídricas das populações e preservação do meio ambiente (PEREIRA et al., 2002; VIANELLO e ALVES, 1991).

Para avaliar o impacto dos elementos climáticos, especialmente chuva e temperatura nos reservatórios hídricos, faz-se necessário que essa análise seja efetuada não somente na escala local, na zona de contribuição dos reservatórios, mas em toda a malha hídrica formadora e abecedora das bacias hidrográficas nacionais. Neste sentido,

faz necessário lembrar que a região de Cerrados se apresenta como importante na captação de abastecimentos de 8 do total das 12 bacias.

Dos componentes climáticos, a precipitação pluviométrica é um dos fatores que mais afetam as atividades de produção, por causa do seu caráter aleatório, aumentando, consequentemente, os riscos na programação dessas atividades. Devido à distribuição irregular, os estudos nesse campo têm-se acentuado e vários trabalhos mostram preocupação com os fenômenos pluviométricos, visando, principalmente, a reduzir o risco de investimento em virtude das flutuações climáticas e obter produções agrícolas rentáveis (AZEVEDO, 1974; CASTRO et al., 1981 e ASSAD et al., 1991).

Desde o segundo semestre de 2012, tem se observado um comportamento pluviométrico bem abaixo da média em diferentes regiões do País (ANA,2014).

De 2012 a 2014, destaca-se a situação extremamente crítica no semiárido brasileiro, especialmente em 2012 e 2013. Em 2014, a frequência normal das chuvas é retomada, mas ficando abaixo da média na porção norte da região, onde na maior parte das estações do ano foi classificado como seco ou muito seco. Em 2012, quase 90% das estações apresentaram índices classificados como ano seco, sendo que neste, em 36% os totais de chuva estiveram entre as três menores já registradas. Ainda, em 23 estações foram registrados recordes de seca para períodos de retorno superiores a 100 anos.

No ano de 2013, em 77% das estações o volume de chuva foi classificado como ano seco, especialmente no norte da Bahia e na região central do estado de Pernambuco. O ano de 2014 ainda foi considerado como seco, apesar do percentual de postos com índices de anos secos terem reduzido para 56% dos 950 postos de medições de chuva.

A conclusão da análise do relatório é de um primeiro ano muito crítico em termos climáticos, com acentuadas e drásticas reduções das vazões e estoques de água dos reservatórios, seguido de dois anos também com pouca precipitação e índice típicos de anos secos.

Na bacia do rio São Francisco, área de contribuição da UHE Três Marias verificou-se em 2014 que em todas as estações as chuvas estiveram bem abaixo da media, sendo que no trimestre de janeiro a março, registraram valores acumulados significativamente inferiores à média histórica, apresentando comportamento de chuvas caracterizado como muito seco ou extremamente seco. A bacia hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental que se insere quase inteiramente no semiárido, apresentou a menor disponibilidade hídrica do país, cerca de 10% (ANA, 2014).

No sudeste do Brasil as chuvas em 2014 foram especialmente atípicas, e levando em consideração apenas estações com mais de 50 anos de dados, verificou-se que em 25% delas o volume das chuvas ficaram entre as três piores já registradas. Em São Paulo este número sobe para 50%, sendo que em 30% o volume foi o mais seco já registrado. As bacias de contribuição dos principais reservatórios de abastecimento urbano da região Sudeste contaram em 2014 com precipitações próximas as mais baixas já registradas no histórico, o que impediu a recuperação dos níveis dos reservatórios.

A escassez atípica de chuvas e as altas taxas de evapotranspiração verificadas na Região Nordeste desde 2012 e na Região Sudeste desde 2013, e que se intensificou em 2014, promoveram características de vulnerabilidade dos recursos hídricos já identificadas, que se agravaram ainda mais.

A importância do Cerrado no abastecimento das grandes bacias hidrográficas brasileiras

Quando o tema é recurso hídrico, a região de Cerrado é conhecida e designada como o “berço das águas” do Brasil. Isto se deve, especialmente por receber volumes consideráveis de chuva e apresentar grandes áreas de chapadas com solos bem desenvolvidos, profundos e de elevada permeabilidade. As águas captadas e conduzidas ao lençol freático abastecem oito das 12 grandes regiões hidrográficas brasileiras. Isso decorre do fato deste bioma englobar a

região do Planalto Central Brasileiro, ou seja, região alta e central em relação ao restante do país, fazendo com que esta área funcione como um grande “guarda-chuva”, no qual a água que o atinge escoa em diferentes direções.

Entre as oito grandes regiões hidrográficas que recebem águas do Cerrado, destacam-se: a do Paraguai, a do Parnaíba, a do São Francisco, a do Tocantins/Araguaia e a do Paraná (LIMA e SILVA, 2007). Nos casos das bacias do Paraguai, a vazão que deixa o Cerrado, parte mais alta da bacia, é maior do que aquela que deixa o território brasileiro no sentido de outros países, ou do mar (LIMA e SILVA, 2007). Na Bacia do São Francisco, mais de 90% da água que passa em sua foz vem do bioma Cerrado, enquanto a contribuição para as bacias do Tocantins/Araguaia e do Paraguai são de 70% e 50%, respectivamente (LIMA e SILVA, 2007). Isso faz com que a gestão dos recursos hídricos no bioma Cerrado seja tratada de forma prioritária, pois problemas com as suas águas podem ser propagados por grande parte do território brasileiro.

Projeções das mudanças climáticas globais e os impactos sobre os recursos hídricos brasileiros

No Brasil, o tema mudança climática está em ampla discussão, envolvendo os mais diversos setores, sejam governamentais ou não. A temática foi incorporada como uma questão estratégica para o país, subsidiando discussões sobre os seus efeitos em diferentes áreas. Embora marcado por muita polêmica, o aquecimento do planeta é fato, e reconhecido pela comunidade científica internacional e pelo governo brasileiro como fruto também da ação do homem, o que demanda alto comprometimento com o tema e com o desenvolvimento de tecnologias e ações voltadas para a mitigação e adaptação. Segundo Magalhães (2009), essas mudanças trarão enormes impactos para a vida no planeta, sendo sentidas, especialmente, nas atividades ligadas ao clima, como a agricultura. Esta análise está orientada para o impacto nos reservatórios e, especificamente, sobre a atividade de piscicultura.

Neste sentido o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), apresenta vários cenários futuros de mudanças do clima, desde os mais otimistas, com reduções das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), até os mais pessimistas, com manutenção ou aumento de GEE, que podem causar impactos significativos aos ecossistemas terrestres e no ciclo hidrológico, com possibilidades de aumento da demanda hídrica das plantas e menor disponibilidade hídrica nos solos, nos rios e reservatórios.

A mudança climática no Brasil ameaça intensificar as dificuldades de acesso à água, decorrentes da combinação das alterações do clima, na forma de falta de chuva ou pouca chuva acompanhada de altas temperaturas e de altas taxas de evaporação. A competição por recursos hídricos poderá levar a uma crise potencialmente grave, sendo os mais vulneráveis os agricultores do semiárido, os quais já enfrentam um problema crônico de falta de água. No semiárido brasileiro, ocorre uma enorme variabilidade espacial e temporal das chuvas, com alternância de anos de secas e de chuvas abundantes. A elevação da temperatura associada às mudanças de clima decorrentes do aquecimento global, independentemente do que possa vir a ocorrer com as chuvas, já são suficientes para causar maior evaporação de água dos lagos, açudes e reservatórios e maior demanda evaporativa das plantas, tornando a água um bem mais escasso, com sérias consequências para a sustentabilidade do desenvolvimento regional (MARENGO, 2007).

Segundo as projeções de MCG para as Áreas Susceptíveis a Desertificação (ASD's) do Estado de Minas Gerais, apresentados pelo MMA (2010), haverá um aumento médio de temperatura variando de 1,3 °C a 3,8 °C, até o ano de 2050, o que será suficiente para alterar o regime de chuvas e de evapotranspiração. As quantidades de chuvas serão menores e concentradas em um menor período, e os veranicos serão mais longos, o que deve aumentar os conflitos pelo uso da água nos municípios das ASD's mineiras, que já apresentam, naturalmente, baixa disponibilidade hídrica. No cenário atual, a precipitação pluviométrica média anual varia de 750 mm a 1.500 mm, sendo menores que 1.000mm na região semiárida do Estado. Nessa região,

no trimestre mais quente, a precipitação pluviométrica varia de 300 mm a 500 mm, com valores que crescem do vale do São Francisco, na direção de suas cabeceiras, ao sul. O trimestre mais seco e mais úmido, para as áreas semiáridas e subúmidas secas são, respectivamente, junho a agosto e novembro a janeiro. A temperatura média anual das ASD's mineiras apresenta pequena variação, sendo maior que 21 °C na maior parte da área (MMA, 2010).

Embora já existam estudos sobre os possíveis impactos das mudanças climáticas sobre a geografia da produção agrícola brasileira, ainda são incipientes em relação aos impactos dessas mudanças sobre os recursos hídricos do país, o que teria reflexo direto sobre a vida das populações, como geração de energia e abastecimento urbano, como sobre as diversas atividades produtivas como agricultura de sequeiro e irrigada, piscicultura, entre outros.

Neste sentido, estudos de previsibilidade acerca dos possíveis impactos das mudanças climáticas sobre a oferta dos recursos hídricos tornam-se essencial para o planejamento e a adoção de ações que minimizem os prejuízos e maximize as oportunidades que possam surgir neste setor produtivo.

As previsões de mudanças do clima do Brasil, apresentadas no Quinto Relatório (AR5) do IPCC, apontam, de maneira geral, para o aumento da temperatura, bem como da redução e maior variabilidade das chuvas, especialmente durante as estações de verão e outono. Essas previsões ocorrem tanto nos cenários de redução quanto da manutenção ou aumento das emissões de GEE.

Sobre a temperatura, até o final do século XXI estão previstas elevações máximas, de entre 2 °C a 8 °C, para as regiões Norte, Nordeste e Sudeste. Ainda, com o aquecimento, ocorreria o aumento da evaporação e consequente redução da disponibilidade hídrica, tendo como prováveis consequências a substituição da Caatinga por uma vegetação mais árida e o semiárido mais seco pelo desmatamento da Amazônia (CHOU et al., 2014; COLLINS et al., 2011; MARTIN et al., 2011).

Sobre as previsões de ocorrência de chuvas, o relatório do IPCC aponta para o aumento da sua variabilidade interanual no período chuvoso (dezembro a fevereiro) nas regiões Nordeste e Centro-Sul, e redução dos volumes precipitados no período chuvoso (verão e outono) na maior parte do país, com os máximos de redução ocorrendo nas regiões Centro-Oeste e Sudeste, sendo mais intensas nos primeiros 30 anos, menos intensa entre 2040-2070, e novamente bastante intensa nos 30 anos seguintes.

A região Sudeste, onde está localizado o reservatório de Ilha Solteira, é conhecida como a região de baixa previsibilidade climática, por ser uma região de transição pluviométrica. As chuvas se concentram no período de verão e outono, com anomalias positivas (aumento) ou negativas (redução) de chuva, com grandes incertezas das previsões.

Para a região Nordeste, espera-se aumento das chuvas na sua parte nordeste durante o verão e redução das chuvas no inverno (junho a agosto) no litoral leste, onde costuma ocorrer inundação e deslizamento.

Coppe (2005) apresentou previsões de redução das médias da vazão anual das bacias do Paraná, Paranaíba e São Francisco, nos cenários A2 (otimista) e B2 (pessimista), para o período 2071 – 2100. Essas reduções seriam de 2,4% e 8,2%, 5,9% e 5,9% e 23,4% e 26,4%, respectivamente.

Considerações finais

Apesar do forte crescimento da piscicultura brasileira, ainda são incipientes os estudos que a relacionam com as características climáticas locais e regionais, especialmente com a oferta e demanda hídrica. Períodos atípicos, com fortes restrições hídricas, como têm ocorrido atualmente, tem impactado o setor e desperta atenção também para os cenários de previsões das mudanças climáticas globais. A caracterização e monitoramento dos recursos hídricos são essenciais para a identificação de oportunidades, definição de políticas públicas e ações efetivas na gestão territorial com foco no desenvolvimento sustentável, na redução de possíveis riscos e mitigação de impactos econômicos, ambientais e socioculturais.

A piscicultura, em especial, o cultivo de tilápia em tanque-rede, é uma atividade que tem crescido de forma significativa no país graças ao desenvolvimento de novos processos de manejo, maior absorção tecnológica pelas pisciculturas comerciais, rações apropriadas e melhoramento genético que permitiram o cultivo em altas densidades. Além disso, a boa aceitação da tilápia no mercado nacional faz com que 99% da produção sejam consumidas no país. Ressalta-se ainda a criação dos parques aquícolas nos grandes reservatórios, fator preponderante para a expansão da atividade. Todos esses fatores contribuíram para a concentração da atividade em polos produtivos, na sua maioria, formado por pequenos e médios produtores, embora já se observe a presença de grandes produtores altamente tecnificados influenciando na governança da cadeia de valor destes polos.

Cada polo tem suas especificidades, uns mais adensados e melhor estruturados do que outros, como é o caso do polo da Ilha Solteira, em que a cadeia é bem estruturada, com governança bem definida, formação de consórcios e envolvimento efetivo do governo local. No caso dos polos do Ceará, destaca-se como característica marcante do segmento a presença de micro e pequenos produtores organizados em grupos informais e/ou associações, cujos grupos compostos, geralmente, são familiares e a cadeia é pouco adensada. A pesar da existência do parque aquícola no polo do Castanhão, este se apresenta menos ordenado, sendo necessárias ações radicais de gestão para melhorar a eficiência produtiva deste polo e prepara-lo para futuros desafios, inclusive para que atinja a produção estimada para a capacidade do reservatório. Enquanto que na barragem do Orós os produtores não têm outorga do uso da água e nem o licenciamento ambiental, observando-se também um desordenamento da atividade neste polo.

Observa-se, contudo, que o segmento de piscicultura em tanque-rede em cada um desses polos tem gerado impactos socioeconômicos significativos, resultando na geração de emprego e renda e consequentemente na melhoria da qualidade de vida dos produtores, principalmente no nordeste brasileiro.

No entanto, com a estiagem nos últimos três anos, a atividade foi fortemente impactada, observando-se redução na profundidade da columna d'água e do oxigênio dissolvido, causando eutrofização e mortalidade de peixes em massa, entre outras consequências socioeconômicas. A situação crítica dos reservatórios pode ainda piorar as consequências para o cultivo caso os efeitos dos "El Nino" se prolonguem por mais tempo. No polo do SBSF os impactos da estiagem são menos expressivos por conta da disposição dos reservatórios hidrelétricos em forma de cascata que permite a renovação de suas águas garantidas de forma regular e contínua pelo reservatório de Sobradinho, isto permite altas produtividades no polo, considerando ainda que a capacidade de suporte ainda não foi atingida, por estes motivos não foi observada grandes perdas na produção aquícola.

De qualquer forma, o efeito da seca sobre a piscicultura levou a uma queda de 10% no abastecimento nacional no início do ano de 2015, além de afetar também outros elos da cadeia. No entanto, a cadeia da tilápia está bem estruturada em polos produtivos que por terem características diferentes possibilitam interagirem em momentos como esse. Dessa forma, o abastecimento de mercado de tilápia foi rapidamente reordenado, tomando formatos diferentes, mas sem impactos para o consumo. A forte estrutura da cadeia também foi evidente na retomada dos níveis produtivos nos polos afetados.

As informações apresentadas corroboram para a importância de sistema de gestão dos reservatórios utilizados pela atividade aquícola, que permitam um gerenciamento planejado e participativo dos riscos ambientais através de ações mitigadoras de baixo impacto socioeconômico. Um dos pontos que merece destaque é o apoio governamental como facilitador das ações mitigadoras. Esse apoio deve ser formado a partir de várias esferas da administração pública (Ministério, Prefeitura, etc.) e abranger desde participação nas discussões, capacitação, dentre outras ações.

Faz-se necessário ainda o desenvolvimento de uma política nacional de sustentabilidade da atividade aquícola com garantias para o tilapicultor e para a indústria do pescado, que possa assegurá-los de

prejuízos provenientes dos períodos de estiagem ou de quaisquer outras adversidades climáticas, promovendo ainda uma constância de mercado que garanta a venda da produção. Para este fim devem ser consideradas as peculiaridades de cada polo produtivo, observando os vários aspectos climáticos, os manejos de comportas e os recursos hídricos que são outorgados para a prática da piscicultura em açudes e reservatórios hidrelétricos, os quais estão inseridos dentro de um contexto de usos múltiplos de suas águas.

Referências

ACJ - Associação Comunitária de Jurema/Prefeitura Municipal de Orós. **Mostrar a piscicultura da Comunidade Jurema, projetos e outros: 2º festival de tilápia Orós. Jurema/Orós: 11 de nov. 2014** Disponível em <http://pisciculturajurema.blogspot.com.br>. Acesso em 26 de junho de 2015.

ANA (Brasil). Agência Nacional de Águas, Superintendência de Usos Múltiplos e Eventos Críticos. **Boletim de Monitoramento dos Reservatórios do Rio São Francisco**, Brasília, V.9, n. 11, p. 07, 2014.

ANA (Brasil). Agência Nacional de Águas, Superintendência de Usos Múltiplos e Eventos Críticos. Boletins Diários 14/08/2015: **Acompanhamento da Bacia do Rio São Francisco**. Recuperado em 15 de agosto 2015, 10 h. http://arquivos.ana.gov.br/saladesituacao/BoletinsDiarios/SF_14-8-2015.pdf

ANA (Brasil). Agência Nacional de Águas, Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. **Encarte Especial sobre a crise Hídrica**. Informe 2014. Disponível em <http://conjuntura.ana.gov.br/docs/crisehidrica.pdf>. Acesso em setembro de 2015.

ANDRADE, L. **Mapeamento do Sebrae revela o boom da produção de tilápia: Espécie é a aposta dos piscicultores e já representa metade da produção total do país**. SEBRAE. Disponível em <http://revistagloborural.globo.com/Empreender/noticia/2015/01/o-boom-da-producao-de-tilapia.html>. Acesso em 26 de junho de 2015

ASSAD, E.D.; RODRIGUEZ de CASTRO, L.H. **Análise freqüencial de pluviometria para a estação de Sete Lagoas, MG**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.26, n.3, p.397-402. 1991.

BARBOSA, H. **Mortandade de peixes intrigou pescadores no açude Orós**. Diário do Nordeste. Caderno regional, Fortaleza: 19 mar. 2015. Disponível em: <http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/regional/mortandade-de-peixes-intriga-pescadores-no-açude-oros-1.1223846>. Acesso: 28 de junho de 2015.

BARROS, B. **Seca reduz em 10% oferta de peixes no Sudeste**. São Paulo, 2015. Disponível em <<http://alfonsin.com.br/seca-reduz-em-10-oferta-de-peixes-no-sudeste/>>. Acesso em: 10 Jun 2015.

BARROSO, R.M.; MUÑOZ, A.E.P; XAVIER, M; FLORES, R.M.V; RIOS, J.L. **O mercado da tilápia: 4º trimestre de 2014**. Informativo Mercado da Tilápia nº 2- EMBRAPA, Fev. 2015. Disponível em <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1011452/1/cnpasa2015.info2.pdf>>. Acesso em: 13 Jun 2015.

BRASIL (2015). Ministério do Meio Ambiente. (n.d.). **Programa de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco** p.134. Recuperado em 14 de agosto, 2015, de http://www.mma.gov.br/estruturas/PRSF/_arquivos/diag.pdf

CAPOBIANCO JUNIOR, T. L. **Tendências e perspectivas de mercado e da produção de tilápias no Brasil**. Setembro 2013. Disponível em <<http://www.infopesca.org/>>. Acesso em 11 Jun 2015.

CARVALHO FILHO, J. **Grande mortandade de tilápias deixa perplexos os piscicultores de Paulo Afonso**. Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, v. 14, n. 81, p. 13, 2004.

CARVALHO FILHO, J. **Piscicultores do rio São Francisco amargam novo prejuízo com mortandade de tilápias**. Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, v. 17, n. 99, p. 65, 2007.

CAVALCANTE, C . M.; RIBEIRO,C.; COSTA, I. **Açude Castanhão: 2,6 mil toneladas de peixes morrem em 15 dias**. Jornal o Povo. Caderno cotidiano, página 2. Fortaleza: 27 de jun. 2015.

CAVALCANTE, A. **Seca gera impacto negativo no cultivo da tilápia**. Panorama da Aquicultura. 04/09/2013 Disponível em: <http://www.panoramadaaquicultura.com.br/novositep=2505>. Acesso em 18 de jun. de 2015

DAMACENO, M. N. ; TAHIM, E. F. **Un caso de innovación y emprendimiento: mujeres productoras de pescado en la represa de Orós**. Infopesca Internacional, v. I, p. 25-28, 2010

DIÁRIO DO COMÉRCIO. **Produção de tilápia cai 50% em Furnas**. Julho 2014. Disponível em <<http://www.faemg.org.br/Noticia.aspx?Code=6597&ContentVersion=C>>. Acesso em: 09 Jun 2015.

DNOCS- Departamento de Obras Contra as Secas. **A Barragem Orós**. 2015. Disponível em: <http://www.dnocs.gov.br> Acesso em 12 de junho de 2015.

CARVALHO FILHO, J. **Cadê a água que estava aqui? Os efeitos da estiagem na produção aquícola dos reservatórios**. Panorama da Aquicultura. 2014. Disponível em <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/novosite/?p=4099>>. Acesso em 11 Jun 2015.

FIS - FISH INFORMATION & SERVICES. **Regal Springs will produce tilapia in Brazil**. 25 de jun. 2015. <http://www.fis.com/fis/worldnews/worldnews.asp?monthyear=6-2015&day=25&id=77486&l=e&country=&special=&ndb=1&df=0>. Acesso em 01 de outubro de 2015.

FREITAS, E. **Produção de tilápia está em alta no Castanhão**. Diário do Nordeste: Regional. Fortaleza: 14/03/2015. Disponível em: <http://limoeiroplantaopolicial.blogspot.com.br/2015/03/producao-de-tilapia-esta-em-alta-no.html>. Acesso em 14 de julho de 2015

FUNCEME (Brasil). Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Secretaria dos Recursos Hídricos. **Evolução dos Máximos Volumes d'água Armazenados por Região Hidrográfica**. Disponível em http://www.funceme.br/produtos/script/acudes_e_rios/Boletim_anual_maximos_niveis_regioes/?show_img=no. Acesso em setembro de 2015.

GLOBO. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/pesquisadores-anunciam-extincao-inexoravel-do-rio-sao-francisco-6188992>. Acesso em: 14.08.2015.

GLOBO RURAL. **Estiagem provoca redução de 30% na produção de tilápia em SP**. Setembro 2014. Disponível em <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2014/09/estiagem-provoca-reducao-de-30-na-producao-de-tilapia-em-sp.html>. Acesso em: 09 Jun 2015.

KHAN, A. S.; CRUZ, J. A. N.; SILVA, L. M. R.; LIMA, P. V. P. S. **Efeito da seca sobre a produção, a renda e o emprego agrícola na microrregião geográfica de Brejo Santo e no estado do Ceará.** Revista Econômica do Nordeste, v.36, nº. 2, p. 242-262, 2005.

KUBITZA, F.; CAMPOS, J. L.; ONO, E. A.; ISTCHUK, I. P. **Panorama da piscicultura no Brasil: particularidades regionais da piscicultura.** Parte II. Revista Panorama da aquicultura. Vol. 22 nº 133, set/out 2012.

KUBITZA, F. **Açude Orós: Tilapicultura consolida desenvolvimento econômico e social, mas piscicultores ainda lutam por licenciamento.** Revista Panorama da aquicultura. Vol. 21 nº 132, jun/ago 2011. Disponível em: http://www.matsuda.com.br/Matsuda/upload/artigostecnicos/pan127_kub.pdf. Acesso em 24/06/2015

LOPEZ, J. 2013. **Tilapia: un mercado en expansión y con nuevos actores.** INFOFESCA Internacional, nº 55, p.17:20;

MARENCO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade - caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI.** 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007. v.1, p.214.

MILLY, P.C.D., DUNNE, K.A. & VECCHIA, A.V. 2005. Global pattern of trends in streamflow and water availability in a changing climate. *Nature* 438: 347-350.

NAMECATA, Y. **Relatório anual 2006.** Fortaleza: DNOCS. 2008. Disponível em : http://www.dnocs.gov.br/php/CGU/dnocs_relatorio_anual_2006.pdf. Acesso em 16 de jun. de 2015

ONS (Brasil) Operador Nacional do Sistema Elétrico. **Situação dos Principais Reservatórios do Brasil.** Disponível em http://www.ons.org.br/resultados_operacao/boletim_diario/. Acesso em setembro de 2015.

ONS (Brasil) Operador Nacional do Sistema Elétrico. **Situação dos Principais Reservatórios do Brasil.** (http://www.ons.org.br/historico/percentual_volume_util.aspx, acessado em 14/09/2015)

PEDROZA, M. ; BARROSO, R. M. ; FLORES, R. M. V. ; Silva, A. P. . **Modelos Associativos como Estratégia de Inclusão Produtiva para Pequenos Piscicultores.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, v. 6, p. 1-56, 2014.

POLESE, M. F. **Produção de Tilápias em tanques-rede.** XXIV Congresso Brasileiro de Zootecnia. Universidade Federal do Espírito Santo Vitória ES, 12 a 14 de maio de 2014. Disponível em : www.zootec.org.br. Acesso em 15/06/2015

PORTAL BRASIL. Disponível em: http://www.portalbrasil.net/brasil_hidrografia.htm. Acesso em: 14.08.2015.

RIBEIRO, M. R. F.; SANTOS, J. P. dos; PEREIRA JÚNIOR, E. de A.; WEHBI, M. D.; SILVA, I. de L. L. e; SILVA; E. M. da; TENÓRIO, M. A. L. dos S.; LOPES, J. P.; TENÓRIO, R. A. **Piscicultura nos reservatórios hidrelétricos do Submédio e Baixo São Francisco.** Actapesca, Aracajú, v. 3, n. 1, p. i-xvii (no prelo), 2015.

SCHAEFFER, R.; SZKLO, A.; LUCENA, A. F. P. ; SOUZA, R. R. ; BORBA, B. S.M.C. ; COSTA, I. V. L. ; PEREIRA JUNIOR, A. O. ; CUNHA, S. H. F. . Capítulo 3.2. **Impactos Ambientais, Econômicos e Sociais - Energia.** In: Sergio Margulis; Carolina B. S. Dubeux; Jacques Marcovitch. (Org.). Economia da Mudança Climática no Brasil. 1ed.Rio de Janeiro: Synergia, 2011, v. 1, p. 80-91.

SEAFOOD BRASIL, Gomes da Costa procura diversificar seus produtos enlatados com tilápia em conserva. 03 de out. 2013. (<http://seafoodbrasil.com.br/gomes-costa-procura-diversificar-produtos-enlatados-tilapia-conserva/> - acessado em 17/09/2015).

SOARES, M. do C.F., LOPES, J.P., BELLINI, R & MENEZES, D.Q.. A piscicultura no rio São Francisco: é possível conciliar o uso múltiplo dos reservatórios? Rev. Bras. Enga. Pesca 2[2], 2007. p. 69-83.

SRH- Secretaria de Recursos Hídrico/Governo do Estado do Ceará. Castanhão: características técnicas. Jan/2015. Disponível em http://atlas.srh.ce.gov.br/infra-estrutura/acudes/detalhaCaracteristicasTecnicas.php?cd_acude=40&status=1. Acesso em 25 de jun. de 2015

SUSSEL, F. R. Tilapicultura no Brasil e entraves na produção. São Paulo: Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Pirassununga, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Junho 2013. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/TilapiculturaEntraves2013.pdf>. Acesso em 12 de junho de 2015.

TEIXEIRA, A. L. de C. M. Estudo da viabilidade técnica e econômica do cultivo de tilápia do nilo *Oreochromis niloticus*, linhagem chitralada, em tanques-rede com duas densidades de estocagem. [Dissertação de Mestrado].- Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2006, Recife.

TENÓRIO, R. A. Biorremediação em ambientes límnicos eutrofizados com a utilização de *Dendrocephalus brasiliensis Pesta*, 1921 (Crustacea: Anostraca: Thamnocephalidae) e seu aproveitamento na aquicultura. [Tese de Doutorado]. Maceió (AL): Instituto de Química e Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas, 2011.



Pesca e Aquicultura



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



CGPE 12440