

PISCICULTURA E OS DESAFIOS DE PRODUZIR EM REGIÕES COM ESCASSEZ DE ÁGUA

Fish-farming and challenges of producing in regions with water scarcity

Elenise Gonçalves de Oliveira^{1*} e Francisco José de Seixas Santos²

¹ Universidade Federal do Ceará - Centro de Ciências Agrárias - Departamento de Engenharia de Pesca da UFC, Bloco 827, Campus do Pici, CEP: 60.455-760, Fortaleza-CE, Brasil. elenisego@yahoo.com.br

²Embrapa Meio-Norte, UEP-Parnaíba, BR 343 km 35, CEP 64.200-970, Parnaíba-PI, Brasil. francisco.seixas@embrapa.br

RESUMO

A produção aquícola vem aumentando e até 2030 deverá responder por 50% da oferta de pescado em todo o mundo, demonstrando a importância dessa atividade para a segurança alimentar. Também chama a atenção o fato de como a demanda e a escassez de água vem aumentando. Assim, em regiões que convivem com escassez hídrica, como as regiões semiáridas, é fundamental tornar o uso da água mais eficiente. Nesse trabalho serão abordadas estratégias de exploração piscícola que primem pelo uso racional da água. Dentre essas estratégias estão: piscicultura em reservatórios de uso múltiplo; em canais de irrigação; em tanques convencionais, com ou sem recirculação de água, e com reaproveitamento do efluente na fertirrigação de plantas; aquaponia; piscicultura em águas de rejeito de dessalinizador e envolvendo o uso do efluente da piscicultura na fertirrigação de planta halófitas e o uso dessa na alimentação de caprinos/ovinos. Esses modelos são dinâmicos, se ajustando à realidade local; são acessíveis do ponto de vista econômico; e promovem um uso mais eficiente da água. Além disso, contribuem para a segurança alimentar, para a promoção de empregos no campo e a geração de renda.

Palavras chaves: Aquaponia, Canais de irrigação, Efluentes, Semiárido, Uso múltiplo.

ABSTRACT

Aquaculture production has been increasing in the past few years, and until 2030 it should match 50% of fish offer in the whole world, demonstrating the importance of this

activity to food security. It also brings attention to the fact that the demand and water scarcity increasing. Thereby, in regions that live with water scarcity, as in semi-arid regions, its fundamental make more efficient use of water. In this work, fish exploring strategies will be covered that excel the rational use of water. Among these strategies there are: fish-farming in multiple-use reservoirs; in irrigation channels; in conventional tanks, with our without water recirculation, and with reuse of effluent in plant fertirrigation; aquaponic; fish farming in desalinated water and involving use of effluent of water fishing in halophyte plants fertirrigation and use of that in sheep and goats feeding. Those models are dynamic, adjusting itself based on local reality; they are accessible in a economic point of view; and promote the more efficient use of water. Besides, they contribute to food security, for promoting jobs in countryside and generation of income.

Key words: Aquaponic, Irrigation channel, Effluent , Semi-arid , Multiple-use

1. INTRODUÇÃO

No início dos anos 2000 o pescado respondia por cerca de 15% das proteínas de origem animal consumida pela população (FAO, 2002). Na atualidade 540 milhões de pessoas dependem da pesca e da aquicultura como fonte de proteína e de renda e para 400 milhões dos mais pobres, os peixes fornecem metade ou mais das proteínas de origem animal e dos minerais dietéticos(FAO, 2012a).

Considerando as estatísticas da FAO (2012b e 2014) é possível observar que em uma década a oferta mundial de pescado proveniente da aquicultura cresceu 87,1%, saindo de 35,6, para 66,6 milhões de toneladas no período de 2000 para 2012. Nesse mesmo período a oferta de pescado proveniente da captura, declinou em 3,69%, caindo de 94,2 para 91,3 milhões de toneladas. A taxa de crescimento no período em questão foi mais acentuada na aquicultura continental (95,8%) que na marinha (73,9%).

A aquicultura deverá continuar crescendo nas próximas décadas e deverá atingir uma produção de 93,6 milhões de toneladas até 2030, vindo a se equiparar a oferta de pescado de captura, que, por sua vez, deverá permanecer na faixa de 93,2 milhões de toneladas (World Bank, 2013).

Todo esse cenário mostra a indiscutível importância da aquicultura para a segurança alimentar, mas é muito desafiador, uma vez que para atingir todo o volume de produção previsto, a aquicultura certamente deverá ampliar suas áreas de cultivo e aumentar as demandas por água e insumos.

Considerando que a oferta de água vem caindo ano a ano, é fundamental reconhecer que todas as atividades que demandam água, dentre elas a aquicultura, deverão melhorar a eficiência do uso da água. Assim, um uso mais eficiente da água passa tanto pela redução nas suas demandas (aspecto quantitativo), quanto pela manutenção da água em condições compatíveis com o exigido pelas espécies cultivadas, como também do monitoramento, controle e reaproveitamento dos efluentes gerados (aspecto qualitativo).

Em regiões que convivem secularmente com escassez hídrica, como as regiões semiáridas, é premente tornar o uso da água mais eficiente e aumentar a oferta de alimento (pescado). Nesse contexto, deve-se primar pela adoção de modelos de exploração aquícola que se integre a outras atividades, dentre elas a agricultura irrigada, ou que reduzam o uso de águas novas, como ocorre nos sistemas fechados que adotam a recirculação de água.

2. A ÁGUA

2.1 Oferta e as demandas de água

O volume total de água na terra é de cerca de 1,4 bilhão de km^3 , dos quais aproximadamente 35 milhões de km^3 (2,5%) correspondem a água doce. Dos recursos de água doce, cerca de 24 milhões de km^3 , ou 70%, está sob a forma de gelo e cobertura de neve permanente em regiões montanhosas, regiões da Antártida e do Ártico (UN-Water, 2014a). Do total de água doce, menos de 1% (cerca de 200.000 km^3) está teoricamente disponível para os humanos e os ecossistemas e, como agravante, há ainda o fato da distribuição espacial e temporal ser muito irregular (UN-TF-IMR, 2009).

Entre os países com as maiores reservas hídricas renováveis per capita ($\text{m}^3/\text{pessoa/ano}$) estão a Islândia (518.293,00), Guiana (317.942,00), Suriname (228.464,00), Congo (196.551,00), Papua Nova Guiné (111.715,00), Gabão (104.859,00), Butão (104.000,00), Canadá (83.691,00), Noruega (77.016,00) e Nova Zelândia (73.302,00). Já entre os países que tem as menores reservas hídricas renováveis per capita

estão o Kuwait (6,916), Emirados Árabes (18,50), Qatar (29,91), Bahamas (56,98), Iêmen (82,13), Arábia Saudita (83,61), Barém (85,36), Maldivas (92,50), Líbia (108,20) e Singapura (114,20). No Brasil as reservas hídricas renováveis per capita são estimadas em 41.505,00 m³ e são menores que as registradas nos países fronteiriços como Guiana (317.942,00), Suriname (228.464,00), Peru (64.337,00) Bolívia (60.744,00), Paraguai (50.277,00) e Colômbia (44.836,00). Ainda no tocante as reservas hídricas renováveis per capita, merece destaque a China que com reservas hídricas de 2.051,00 m³ (Aquastat, 2015a), é o país com a maior produção de organismos aquáticos do mundo, o que demonstra que é preciso água para produzir, mas tão importante, quanto o volume de água é usá-la de forma eficiente.

Sobre as reservas hídricas Falkenmark (1989) e Fulkeenmarket *al.* (1989) consideram que uma região é dita ter água suficiente, quando a disponibilidade de água é de mais de 1.700 m³/habitante/ano; ter estresse hídrico, quando a disponibilidade de água fica entre 1.000 e 1.700 m³/habitante/ano; ter escassez crônica, quando a disponibilidade fica entre 500 e 1.000 m³/habitante/ano; e ter escassez absoluta, quando a disponibilidade é inferior a 500 m³/habitante/ano. Esse pressuposto considera que 1.700 m³ de água por ano é suficiente para produzir a comida e outros bens e serviços consumidos por uma pessoa.

No contexto da escassez de água, 364 milhões de pessoas vivem em áreas com 1.000 m³ de água/habitante/ano e 127 milhões de pessoas, em áreas com menos de 500 m³ de água/habitante/ano a UN-TF-IMR (2009). A UN-Water (2014b) também prevê que até 2025, 1,8 bilhões de pessoas em todo o mundo estarão vivendo em regiões com escassez absoluta de água e 2/3 da população mundial poderá viver em regiões com estresse hídrico.

A situação descrita acima é alarmante uma vez que as retiradas de água tem crescido cerca de 1% ao ano desde a década de 1980 e é esperado um aumento de 40% nas retiradas até 2030 e 55% até 2050 (2030 WRP, 2009). Esses aumentos serão devidos, principalmente a crescente demanda de produção pela agricultura, geração de energia e uso doméstico, nos países em desenvolvimento (UN DESA, 2015).

No tocante as demandas de água, pode-se dizer que os três grandes usuários da água são: a agricultura (inclui consumo para irrigação, pecuária e aquicultura), indústria (inclui consumo industrial, por termoelétrica e mineração) e o consumo doméstico ou

municipal (inclui consumo doméstico e comercial). Em termos proporcionais a agricultura é a maior usuária, atingindo uma média de 69% (2.722 km³/ano) das retiradas de água em todo o mundo, contra 19% (734 km³/ano) da indústria e 11% (462 km³/ano) do consumo doméstico. Essa relação pode variar, de acordo com a região do continente. Dessa forma, as retiradas de água pela agricultura, indústria e consumo doméstico pode ser, respectivamente, de 91; 7 e 2% no Sul da Ásia a 8; 16 e 77% na Europa Ocidental (Aquastat, 2015b).

No Brasil, as retiradas de água pela agricultura correspondem a 54,59% de todas as retiradas de água (Aquastat, 2015c), o que equivale a 2.373 m³/s. As demais retiradas ficam distribuídas pelo setor urbano (22%), industrial (17%), animal (6%) e rural (1%). Nessas retiradas há que considerar que a distribuição hídrica e as suas demandas no Brasil são bastante irregulares, tanto do ponto de vista espacial, quanto temporal. Assim, 81% das águas superficiais estão concentrados na Região Hidrográfica Amazônica, onde está o menor contingente populacional (cerca de 5% da população) e a menor demanda. Nas regiões hidrográficas banhadas pelo Oceano Atlântico, que concentram 45,5% da população do país, estão disponíveis apenas 2,7% dos recursos hídricos (Brasil, 2015).

2.2 Água no semiárido

As regiões áridas e semiáridas cobrem cerca de 30% de toda a superfície terrestre e são habitados por cerca de um bilhão de pessoas, grande parte das quais estão entre as mais pobres do mundo. Essas regiões ocupam a maior parte das nações em desenvolvimento no mundo, incluindo América Latina, a maior parte da África Sub-Saariana, grande parte da África Oriental e Austral e em partes da Índia e do Sudeste da Ásia (Malagnoux, 2007).

A América Latina e Caribe tem 25% da sua extensão territorial ocupada por regiões áridas e semiáridas (Carneiro et al., 2008) e no Brasil, o maior país da América Latina e o quinto maior do mundo, o semiárido abrange 969.589,4 km², o que equivale a 11,39% do território brasileiro e engloba 1.135 municípios. Desses, 1.048 ficam em oito Estados da região Nordeste e 85 no Estado de Minas Gerais (Brasil, 2005a; 2005b).

Caracterizado por precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros; índice de aridez de até 0,5; e risco de seca maior que 60% (Brasil, 2005a), o semiárido abrange 92,97% do território do Rio Grande do Norte; 87,60% de Pernambuco; 86,74% do Ceará; 86,20% da Paraíba; 69,31% da Bahia; 59,41% do Piauí; 50,67% de Sergipe; 45,28% de Alagoas e 17,49% de Minas Gerais (Medeiros, 2012).

Em 2010 a população residente no semiárido brasileiro correspondeu a 22.598.318 habitantes (Brasil, 2010), o que representa 11,85% da população brasileira; 42,57% da população do Nordeste; e 28,12% do Sudeste (Medeiros, 2012).

A região semiárida brasileira recebeu várias ações no sentido de melhorar a oferta hídrica e a segurança alimentar da população. Essas ações permitiu ampliar a oferta de alimento, via agricultura irrigada, pecuária e mais recentemente da aquicultura. Apesar dessas iniciativas, ainda há grandes porções territoriais com mananciais que não oferecem garantia de água para os vários tipos de usos, em particular, o abastecimento humano Brasil (2015). Esse fato é preocupante, uma vez que o semiárido brasileiro apresenta uma das maiores densidades demográficas das regiões semiáridas em todo o mundo (Santos et al., 2007) e também uma das maiores demandas de água, do Brasil.

Para agravar mais ainda, a região semiárida do Brasil, juntamente com outras com oferta mais regular de chuvas, vem enfrentando uma estiagem rigorosa, vindo nos anos de 2012 e 2013 a ser registrado uma redução de cerca de 50 e 16%, respectivamente, nos índices pluviométricos. Na região Nordeste essa redução se reflete no volume de água armazenada nos reservatórios, de forma que em reservatórios implantados em seis Estados da região (Bahia, Ceará, Pernambuco, Paraíba, Piauí e Rio Grande do Norte), a capacidade acumulada de água caiu para 45,3% em 2012 e 33,4% em 2013 (Brasil, 2015). Esses índices deverão se tornar mais crítico no biênio 2014/2015, uma vez que, as chuvas continuam irregulares e alguns dos reservatórios já atingiram ou estão em vias de atingir o volume morto.

Diante de tamanha escassez de água, é natural que os conflitos entre usuários da água aumentem e com eles a pressão por um uso mais eficiente dos recursos hídricos.

2.3. Água para piscicultura

Na piscicultura a quantidade e a qualidade são aspectos determinantes do sucesso da atividade. Do ponto de vista quantitativo, a água requerida pela aquicultura é o somatório da água necessária para abastecer as unidades de cultivo (viveiros, tanques, etc.) no início do processo de produção, repor as perdas por evaporação e infiltração que ocorrem no decorrer do ciclo e para renovação das águas, visando diluir e/ou eliminar resíduos gerados pelo cultivo e, por conseguinte, manter a qualidade da água. Assim, as estimativas são de que para repor perdas diárias por infiltração e evaporação na aquicultura em viveiros, seriam necessários 143,7m³/ha o que equivaleria a uma vazão de água de 1,38 L/s/ha/dia, além daquela, necessária para abastecer o viveiro (Oliveira & Santos, 2011).

Em se tratando de quantidade também é possível dizer que uma vazão entre 8 e 10 L/s/ha de espelho d'água de tanques ou viveiros com profundidade média de 1,5 m pode ser adotada para a maioria das espécies tropicais exploradas comercialmente. Considerando a espécie e o sistema de exploração, as demandas de água para produzir uma tonelada de peixes podem variar de 50 a 740.000 m³ (Oliveira & Santos, 2011).

Do ponto de vista qualitativo, a água afluyente e do próprio sistema de cultivo é determinante para o desempenho produtivo e integridade dos organismos cultivados. Além disso, os efluentes produzidos pela atividade são sempre motivo de atenção, uma vez que as decargas de matéria orgânica e nutrientes neles contidos, pode exceder os limites recomendados.

Na aquicultura convencional, a forma usual de manter a qualidade da água é mediante tracas sucessivas ou contínuas da água, o que gera maior demanda de água e, conseqüentemente, maior descarga de efluente.

As decargas de efluente mediante as renovações usuais de água nos sistemas aquícolas podem trazer prejuízos ao cultivo e ao meio ambiente, uma vez que, elas impedem a assimilação de carbono, nitrogênio e fósforo pelos organismos produtores, e transferem, via efluente, matéria orgânica e sólidos em suspensão (Boyd & Queiroz, 2004). Os efluentes também ricos em nitrogênio e fósforo contribuem para a eutrofização dos corpos de água receptores, além de ocasionarem redução ou alteração da biodiversidade (Henry-Silva & Camargo, 2009). Essas circunstâncias além de causarem poluição, prejudicando diretamente as comunidades aquáticas, muitas vezes trazem prejuízos a outras atividades beneficiárias dessas águas.

Avaliando os aspectos das demandas quanti-qualitativas de água para a piscicultura, é importante vislumbrar que a água é um recurso natural finito, que a sua demanda cresce continuamente, da mesma forma como a sua degradação e que todas as atividades que dela dependem, como é a piscicultura, devem adotar estratégias que levem a um uso mais eficiente.

3. ESTRATÉGIAS PARA UM USO EFICIENTE DA ÁGUA NA PISCICULTURA

3.1 Piscicultura em reservatórios de usos múltiplos

No Brasil os reservatórios são concebidos com finalidades múltiplas, que incluem o aproveitamento hidroelétrico, estocagem de água para irrigação, água para abastecimento público, aquicultura, pesca, indústria, transporte e recreação. A exploração da piscicultura em reservatórios de usos múltiplos é uma das estratégias mais antigas de uso mais eficiente da água. No Brasil essa modalidade de exploração inicialmente era feita de forma extensiva, onde ficava ao encargo de pessoas, ou entidades governamentais, a iniciativa de realizar o peixamento dos corpos hídricos. Espécies nativas como as pertencentes aos gêneros *Prochilodus*, *Colossoma*, *Piaractus*, *Leporinus* e *Cicla* e exóticas como *Cyprinus* e *Oreochromis*, são alguns dos exemplo de peixes usados nessa modalidade de exploração. As densidades de estocagem não eram controladas, mas havia uma perspectiva de ser criado um peixe em cada 10 m² de área. A produção atingia valores que ficavam muito abaixo de 1.000 kg/ha/ano e a produção obtida contribuía para a subsistência da família.

Com o advento dos tanques-rede/gaiolas, a partir da década de 1990 a estratégia de explorar reservatórios de uso múltiplo foi aprimorada e passou a ser feita de forma mais intensiva. O diversidade de peixes explorada nesse tipo de modalidade tornou-se mais restrita, merecendo destaque a tilápia do Nilo, com suas linhagens modernas como a Tailandesa ou Chitralada, a GIFT (Genetic Improved Farmed Tilapia) e a GST (Genomar Supreme Tilapia), os peixes redondos (tambaqui, pacu, o híbrido tambacu e a pirapitinga), o pirarucu e o híbrido dos surubins.

No Brasil as áreas de reservatórios passíveis de serem exploradas pela piscicultura, estão sendo delimitadas, mediante a criação de parques aquícolas¹, conforme

prevê a Instrução Normativa Interministerial MMA/SEAP nº 7 de 28/04/2005 (Brasil, 2005c). Esse instrumento prevê que o Governo Federal destinará no máximo 1% da lâmina d'água dos Reservatórios da União para a implantação de parques aquícolas¹.

¹Parque Aquícola - espaço físico contínuo em meio aquático, delimitado, que compreende um conjunto de áreas aquícolas afins, em cujos espaços físicos intermediários podem ser desenvolvidas outras atividades compatíveis com a prática da aquicultura (Decreto Nº 4.895 de 2003).

A política dos parques aquícolas em 2014 já contemplava reservatórios de 21 estados e 278 municípios de todas as regiões do país (Brasil, 2014a). Os primeiros parques aquícolas em atividades (Tabela 1), conforme o Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA (Brasil, 2014b), foram demarcados nos reservatórios de Itaipu (PR), Castanhão (CE), Ilha Solteira (MS, MG e SP), Furnas (MG), Três Marias (MG) e Tucuruí (PA). Nesses seis reservatórios, as áreas dos 45 parques aquícolas demarcados totalizaram 28.503,00 ha, com estimativa de gerar 66.056 ocupações e produzir 269.569,33 t/ano, de pescado. Ainda conforme o MPA, a previsão é de que até 2016, estejam concluídos os estudos para demarcação de parques aquícolas em 31 reservatórios, cuja capacidade de produção conjunta é estimada em 800 mil toneladas anuais de pescado, sendo este volume equivalente a 66% da atual produção nacional de pescado, que é de 1,24 milhões de toneladas por ano.

No Nordeste do Brasil, além dos parques aquícolas no Castanhão, merecem destaque outros 20 parques (Tabela 2), demarcados nos reservatórios Armando Ribeiro Gonçalves (RN), Boa Esperança (MA e PI), Itaparica (PE e BA), Moxotó (AL, PE e BA), Sobradinho (BA) e Xingó (AL, SE e BA) (Brasil 2014c). Esses reservatórios são estratégicos para atividades múltiplas na região semiárida, dentre as quais a piscicultura, e juntos podem produzir mais de 121 mil toneladas de peixes/ano, somente nos parques aquícolas.

Em tanques-rede instalados em reservatórios de usos múltiplos, é possível ser praticada densidades de estocagem de peixes superiores a 1.000 peixes/m³ nas fases iniciais do ciclo de vida a 150 - 250 peixes/m³ nas fases finais do ciclo de vida da espécie

cultivada. Além disso, a produção pode chegar a mais de 150 kg de peixes/m³, por ciclo de produção.

Em todo o Brasil, e de forma especial nas regiões com restrição hídrica, a adoção dos tanques-redes para produção de peixes é uma tecnologia que permite a água ser usada com o máximo de economia, uma vez que ela permanece disponível para fins precípuos, como geração de energia, irrigação, uso doméstico e industrial. Essa tecnologia permite explorar de forma racional o volume de água de pequenos, médios e grandes reservatórios, sem aumentos de uso de terras novas e nas demandas de água para o fim único de produção de peixes. Ela contribuiu também para o aumento da produção de pescado, a geração de empregos no campo, a geração de renda e a melhoria da segurança alimentar.

3.2 Piscicultura integrada a agricultura

A aquicultura tem baixo consumo consultivo de água, sendo, portanto, uma atividade onde a água passa pelo sistema de produção e pode ser disponibilizada para outros fins. Ao sair do sistema ela está enriquecida com matéria orgânica e mineral vindas de excretas de peixes e de alimentos não consumidos, tornando-se passível de uso em outros sistemas produtivos, como na produção vegetal.

Oliveira & Santos (2011), afirmam que a integração da aquicultura com a agricultura irrigada é uma estratégia de uso sustentável dos recursos hídricos, pois atende aos preceitos de atividades que promovem o uso múltiplo das águas contribuindo, assim, para uma eficiência hídrica e produtiva maior.

Gooley & Gavine (2003), lembram que o desenvolvimento de tais sistemas tem sido impulsionado por necessidades diferentes em diferentes partes do mundo, incluindo o desejo de melhorar a segurança alimentar em pequenas fazendas familiares de subsistência; ou para minimizar a poluição e usar de forma mais eficiente e eficaz recursos valiosos como a água.

A integração da piscicultura com a agricultura pode ser feita de diferentes formas entre as quais podem ser citadas: piscicultura diretamente em canais de irrigação; em tanques/viveiros com o aproveitamento da água biofertilizada pelos peixes (efluente) na irrigação de culturas vegetais e mediante o uso da aquaponia.

a) Piscicultura em canais de irrigação

O Brasil tem uma extensa rede de canais de distribuição de água voltados para irrigação. Em 2006 foram relacionados 97 projetos de irrigação em funcionamento, dentre os quais 39 na jurisdição da CODEVASF (Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba); 38 na jurisdição do DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas); e 20 na jurisdição do Ministério da Integração Nacional (Brasil, 2008). Os canais dos perímetros irrigados administrados pela CODEVASF e DNOCS, somam mais de 2.800 km de extensão (Oliveira & Santos, 2011), sendo parte deles passíveis de serem explorados para a produção de peixes.

Em canais de irrigação, a aquicultura pode ser conduzida diretamente nos canais de distribuição de água ou em tanques-redes/gaiolas neles instalados, o que vai depender, basicamente, das dimensões dos canais, da disponibilidade de recursos financeiros e ainda da gestão dos recursos hídricos.

Em experiências registradas nos canais de irrigação do Distrito de Irrigação Tabuleiros Litorâneos do Piauí (DITALPI), em Parnaíba, PI, constatou-se que telas de arame galvanizado revestido de zinco e PVC ou tela plástica de alta resistência, podem ser utilizadas para construir seções em canais de irrigação que apresenta formato de trapézio. Nesses ambientes é possível produzir mais de 17 kg de tilápia/m³ em 116 dias de cultivo (Oliveira et al., 2007), sem comprometer a qualidade da água dos canais (Lima et al., 2008); ou ainda produzir 59,97 kg de pirarucu/m³ em 189 dias de cultivo, grande parte desse período de tempo, com os canais com baixa renovação de água, já que parte do estudo ocorreu no período chuvoso, época em que a irrigação é baixa ou mesmo ausente (Oliveira et al., 2009). No DITALPI, a água que passou pelas seções de cultivo de peixes, foram utilizadas para irrigar culturas como acerola, caju, coco, goiaba, melancia, milho verde, ata, feijão, mandioca, melão e limão.

No Egito, Ishak (1982; 1986), relatam produção de 40 kg/m³ para tilápia criada em canais de irrigação, havendo expectativa de se chegar a até 100 toneladas anuais a cada hectare de gaiolas colocadas em canais de irrigação.

b) Piscicultura em tanques /viveiros com aproveitamento do efluente na irrigação de plantas

Em um sistema integrado peixe-agricultura irrigada, desta feita entre peixes criados em tanques e feijão verde irrigado com o efluente da piscicultura, Santos (2009) produziu 88 kg de tilápia em cada tanque de 3.000 L e um total de 2.112 kg (24,93 kg/m²), em um período de 140 dias. Os efluentes gerados nesse sistema atenderam a uma demanda de rega de 8,75 ha implantados com feijão *Vigna*, durante dois ciclos de cultivo; cada ciclo (de 60 dias), possibilitando assim a produção total de 20,7 toneladas de grãos verdes de feijão.

Outra experiência exitosa com integração foi obtida em um estudo, onde foram mantidas em tanques diferentes, com recirculação de água, três espécies de peixes (pirarucu, *Arapaima gigas*, com 62,3 g de peso inicial e densidade de 7 peixes/m³; tambaqui, *Colossoma macropomum*, com 24,5g de peso inicial e densidade de 12 peixes/m³; e tilápia, *Oreochromis niloticus*, com peso médio inicial de 64,3 g e densidades de 40 (D1) e 80 (D2) peixes m⁻³. Nesse sistema após 42 dias de cultivo Fernandes et al., (2014) obtiveram, respectivamente sobrevivência e produtividade de: 100% e 0,51 kg/m³; 98,1% e 0,60 kg/m³; 97,5% e 2,32 kg/m³; e 95,8% e 2,38 kg/m³ para o pirarucu, tambaqui e tilápia na D1 e D2. Os autores relatam que há uma perspectiva favorável de produzir três espécies de peixes, com um mesmo quantitativo de água, vindo a reduzir as demandas por água nova e, ainda, contribuir para mitigar os efeitos negativos das descargas de efluentes. É importante destacar que o efluente desse sistema foi utilizado por Souza et al. (2014) para irrigar tomate cereja (*Lycopersicon esculentum*), resultando em uma economia de água nova e em uma economia de 66,66% na adubação nitrogenada da cultura.

Um sistema de produção integrado de alimento, desenvolvido pela Embrapa Meio Norte, em Parnaíba/PI, tem como ponto central a piscicultura conduzida em tanques com capacidade para 8.000 L, construídos com papelão, plástico ou taipa. O modelo em questão atende unidades familiares que visam a segurança alimentar e complementação de renda. Ele envolve a produção de peixes e o aproveitamento dos efluentes na produção de hortaliças, frutíferas, leguminosas, forragens, tuberculos, etc, em cultivo convecinal ou

hidropônico e, ainda, à criação de animais como caprino, aves (galinha caipira, guiné), preá e minhoca. O sistema de produção prevê unidades em áreas de 100 a 1.000 m², que se adequam a realidade local, produzindo alimento e reaproveitando 100% dos resíduos gerados em todo o sistema (Guilherme, 2014).

c) Aquaponia

A aquaponia, é um outro exemplo de integração, onde há aproveitamento da água biofertilizada pelos peixes para produção vegetal, desta feita sem uso de solo. Passível de uso até mesmo em áreas urbanas, a aquaponia tem crescido de importância, em parte fortalecida pela discussão do uso sustentável da água e de outros recursos naturais; das limitações de expansão das culturas agrícolas em áreas onde o custo da terra é alto; e, ainda; necessidade de mitigar os efeitos das descargas de resíduos pela aquicultura.

Na aquaponia, a água após cumprir suas funções no ambiente de cultivo dos organismos aquáticos, sai do sistema carreando consigo sólidos e nutrientes. Os sólidos (sobras de alimento e excrementos dos peixes) são removidos do efluente através dos processos de sedimentação ou filtração (Cortez et al., 2009) e após a filtragem os efluentes são direcionados para as camas hidropônicas, vindo as plantas a atuar como biofiltro, retirando para benefício próprio, compostos nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato) e fósforo. No processo de reciclagem de nutrientes as bactérias nitrificantes presentes no substrato e nas raízes das plantas são decisivas para garantir o bom funcionamento do sistema (Diver, 2006).

Em sistema aquapônico a densidade de peixes não deve exceder a 45 kg/m³, quando utilizado nos tanques de peixes apenas aeração e se houver adição de oxigênio puro, essa quantidade pode superar os 100 kg/m³. A produtividade de vegetais, por sua vez, está relacionada à quantidade de ração distribuída diariamente aos peixes, podendo indicar que o fornecimento de 60 g de ração, nutre 1,0 m² de folhosas (13 a 25 pés) e o fornecimento de 100 g de ração é adequado para a mesma área de frutas (Braz Filho, 2014).

3.3. Piscicultura aproveitando o rejeito de dessalinizadores

Em regiões com restrições hídricas, muitas vezes o suprimento de água só é possível, mediante o uso de água subterrânea. Para isso são perfurados poços, fato que se intensifica em períodos de estiagem, como o que vem sendo registrado nos últimos três anos. Para amenizar os efeitos dessa estiagem, o Governo Federal (Brasil, 2014d), só na região Nordeste, viabilizou a construção de 1.234 poços e outros 2.319 estavam previsto serem construídos. Em 10 de abril de 2015 o SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas) estimava em 260.066, o número de poços cadastrados no Brasil, sendo que destes, 153.055 (58,85%) encontravam-se nos nove estados que apresentam municípios dentro do semiárido (Siagas, 2015).

A utilização de água dos poços perfurados sofre para com uma grande limitação, que é o elevado teor de sais. Em 50% dos poços perfurados a salinidade é elevada podendo, em alguns casos, chegar a até 35‰ de salinidade (CPRM, 1997).

O uso dos dessalinizadores tem se apresentado como alternativa para tornar potável a água dos poços salinizados. Com a dessalinização é possível obter 50% de água potável sendo, por outro lado, eliminados 50% de água com alto teor de sal, causando graves problemas ambientais. Nesse contexto a piscicultura ou a carcinicultura, pode se integrar ao sistema, promovendo assim um aproveitamento eficiente dos rejeitos dos dessalinizadores, para produzir proteína animal de excelente qualidade. Além disso, outras atividades podem se integrar ao sistema de forma a aproveitar os efluentes da aquíicultura e os produtos gerados, mediante o uso desses efluentes.

Em um consórcio rejeito de dessalinizador, camarão marinho (*L. vannamei*) e erva sal (*Atriplex nummularia*), Carneiro et al. (2001), após 97 e 110 dias de cultivo, conseguiram produzir, respectivamente, 75 e 106 kg de camarão em viveiros de 400 m².

Um sistema de aproveitamento de rejeito de dessalinizador, envolvendo quatro subsistemas: obtenção de água dessalinizada para consumo humano; produção de tilápia (vermelha e tailandesa); produção de erva sal; engorda de caprino e/ou ovino com uso de erva sal, foi testado por Porto et al. (2004a). Nesse sistema tilápia estocada na densidade de 4 peixes/m³, em viveiro de 330 m³, abastecido com rejeito de dessalinizador com salinidade de 7,28‰, atingiu peso de 518,72 g em 153 dias de cultivo; o rendimento do feno da erva-sal foi de 14.900 kg de matéria seca/ha e o ganho de peso de ovino/caprino, quando alimentados com 1,5 kg de feno da erva-sal, foi de 138 g/dia (Porto et al., 2004b).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escassez de água é um dos principais problemas a ser enfrentado por muitas sociedades neste séculos e nos vindouros. Paralelamente tem aumentado as demandas por alimentos e as exigências por modelos sustentáveis de produção que vislumbrem os sistemas produtivos causando menos impactos com as descargas de resíduos no meio ambiente e demandando menos água ou tornando mais eficiente o seu uso.

Nesse contexto a piscicultura, apesar de ser grande usuária de água, apresenta baixo consumo consuntivo, o que permite que as águas usadas na produção de peixes, permaneçam disponíveis para outros fins, em especial em regiões que enfretam escassez de água como é o caso da região semiárida do Brasil.

Nesse documento foi feito um apanhado de tecnologias acessíveis do ponto de vista econômico, social e ambiental que atuam promovendo a produção de peixes com um uso mais eficiente da água. Dentre essas tecnologias estão a produção de peixes em ambientes de uso múltiplos; em canais de irrigação; em tanques, com ou sem recirculação de água; em sistema integrado com culturas vegetais ou mesmo animal; em sistema aquapônico; e em rejeitos de dessalinizadores.

Os modelos propostos são dinâmicos, no sentido de aceitarem ajustes de acordo com a realidade local; são acessíveis do ponto de vista econômico; promovem um uso mais eficiente da água, uma vez que com um mesmo quantitativo de água é possível produzir o peixe, alimento nobre, e outras culturas. Além disso, contribuem para a segurança alimentar, para a promoção de empregos no campo e a geração de renda.

5. REFERÊNCIAS

AQUASTAT website - Food and Agriculture Organization of the United Nations. A total renewable water resources per inhabitant (m³/inhab per year). 2015a. Acesso em 01 abril de 2015. Disponível em: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/maps/World-Map.TRWR.cap_eng.htm.

AQUASTAT website - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Water uses (FAO). 2015b. Acesso em 26 março de 2015. Disponível em: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/index.stm.

AQUASTAT website - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Maps and spatial data - Global interactive maps by theme: Proportion of total water withdrawal withdrawn for agriculture. 2015c. Acesso em 01 abril de 2015. Disponível em: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/maps/World-Map.WithA.Twith_eng.htm.

BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F. Manejo das condições do sedimento do fundo e da qualidade da água e dos efluentes de viveiros. In: CYRINO, J. E. P. et al. (ed.). Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: TecArt, 2004. p. 25-44.

BRASIL - Ministério da Integração Nacional. Delimitação do semi-árido brasileiro. Brasília: MI/SPDR. 2005a. 32p.

BRASIL - Ministério da Integração Nacional. Relatório final do grupo de trabalho interministerial para redelimitação do semi-árido nordestino e do polígono das secas. Brasília: MI. 2005b. 118p.

BRASIL - Diário Oficial da União. Instrução Normativa Interministerial MMA/SEAP nº 7 de 28/04/2005. Brasília: DOU, 2005c. Acesso em 20 abril de 2015. Disponível em: <http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=76067>.

BRASIL - Ministério da Integração Nacional. A irrigação no Brasil: situação e diretrizes. Brasília: IICA, 2008. 132 p. Acesso em 24 abril de 2015. Disponível em: http://www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=4acec1ad-1463-40fd-8a71-e05f6a29d55c&groupId=10157.

BRASIL – Ministério da Pesca e Aquicultura. “Políticas públicas para o desenvolvimento sustentável da aquicultura brasileira. 2009. Acesso em 23 abril de 2015. Disponível em: http://www.suframa.gov.br/fiam/seminarios/5/1_palestra_kadu_manauas.pdf.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Síntese de Indicadores Sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 317p.

BRASIL – Ministério da Pesca e Aquicultura. Políticas públicas da pesca e aquicultura. 2011. Acesso em 23 abril de 2015. Disponível em: <https://cppnorte.files.wordpress.com/2011/08/apresentac3a7c3a3o-ministra-ideli-salvatti-no-senado-somente-leitura.pdf>.

BRASIL – Ministério da Pesca e Aquicultura. Estudos Prévios. 2014a. Acesso em 20 abril de 2015. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/index.php/aquicultura/aguas-da-uniao/parques-aquicolas/estudos-previos>.

BRASIL – Ministério da Pesca e Aquicultura. Parques aquícolas continentais, 2014b. Acesso em 20 abril de 2015. Disponível em: http://www.mpa.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=106&Itemid=473.

BRASIL – Ministério da Pesca e Aquicultura. Audiência Pública. Senado Federal. Comissão de Agricultura e Reforma Agrária. Recursos Hídricos do Semiárido Nordeste. 2014c. Acesso em 23 abril de 2015. Disponível em: www19.senado.gov.br/sdleg-getter/public/getDocument?docverid.

BRASIL – Ministério da Integração Nacional. Observatório da seca: Perfuração e recuperação de poços, 2014d. Acesso em 24 abril de 2015. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/observatoriodaseca/recuperacao-pocos.html>.

BRASIL. Agência Nacional de Águas, Ministério do Meio Ambiente. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: Informe 2014. Brasília: ANA, 2015. 107p. Acesso em 16 abril de 2015. Disponível em: http://conjuntura.ana.gov.br/docs/conj2014_inf.pdf.

BRAZ FILHO, M. S. P. Aquaponia - Alternativa para sustentabilidade na aquicultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 24, 2014, Anais... Vitória: UFES, 2014. Palestra, 6p. Acesso em 24 abril de 2015. Disponível em: <http://www.abz.org.br/publicacoes-tecnicas/anais-zootec/palestras/79362-aquaponia---alternativa-para-sustentabilidade-aquicultura.html>.

CARNEIRO, M. C.; TOMYIOSHI, C. M.; LOURENÇO, C. E. L.; MELO JÚNIOR, H. N.; GUEDES FILHO, R. Resultados preliminares do cultivo de camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) em rejeito de dessalinizador: Estudo de caso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMIÁRIDO, 3, 2001, Anais... Petrolina: ABCMAC, 2001 5p.

CARNEIRO, A.P.; SILVA, H.P.; ABRAHAM, E.; MORATÓ, J.; SUBIRANA A.; TOMASONI, M.. Uso da água nas terras secas da Iberoamérica: indicadores de eficiência hidro-ambiental e sócio-econômica. *Ecosistemas*, v. 17, n. 1, p. 60-71, 2008.

CORTEZ, G. E. P.; ARAÚJO, J. A. C. DE; BELLINGIERI, P. A.; DALRI, A. B. Qualidade química da água residual da criação de peixes para cultivo de alface em

hidroponia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, n.4, p.413-417, 2009.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Salinização das águas subterrâneas em uma área do cristalino - Tauá, Ceará. São Paulo: ABRH, v.3, p.475-482, 1997.

DIVER, S. *Aquaponics: Integration of hydroponics with aquaculture*. Fayetteville: ATTRA - National Sustainable Agriculture Information Service, 2006. 28 p.

FALKENMARK, M. The Massive Water Scarcity Now Threatening Africa-WhyIsn't It Bein Add ressed ?. *Ambio*, v.18, n. 2, p. 112-118, 1989.

FALKENMARK, M.; LUNDQVIST, J.; WIDSTRAND, C. Macro-scale water scarcity requires micro-scale approaches: Aspects of vulnerability in semi-arid development. *Natural Resources Forum*, v. 13, n. 3, p. 258-267, 1989.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The state of world fisheries and aquaculture 2002. Rome: FAO Fisheries Department. 2002.150p. Acesso em 24 março de 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/005/y7300e/y7300e00.htm>.

FAO.Fisheries and Aquaculture Department. Fisheries and Aquaculture and Climate Change. Rome: FAO Fisheries and Aquaculture Department. 2012a. Acesso em 17 Maio de 2015. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/climatechange/en>.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of world fisheries and aquaculture 2012. Rome: FAO, 2012b. 231p. Acesso em 24 março de 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e00.htm>.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The state of world fisheries and aquaculture 2014. Rome: FAO. 2014. 221p. Acesso em 28 março de 2015. Disponível em: <http://www.fao.org/documents/card/en/c/097d8007-49a4-4d65-88cd-fcaf6a969776/>.

FERNANDES, I. C.; OLIVEIRA, E. G.; SILVA, J. P. P.; ALBUQUERQUE NETO, A. F.; MORAES, O. M.; SALES, L. R. S. Desempenho de pirarucu, tambaqui e tilapia em um cultivo integrado, com recirculação de água. FENACAM'14 - FEIRA NACIONAL DO CAMARÃO, SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CARCINICULTURA, 11, SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AQUICULTURA, 8, 2014, Anais... Fortaleza: ABCC, 2014, p. 89.

- GOOLEY, G. J.; GAVINE, F. M. Integrated agri-aquaculture systems a resource handbook for Australian industry development: A report for the Rural Industries Research and Development Corporation. Queensland: RIRDC Publication, 2003. 183p.
- GUILHERME, L. C. Sistema Embrapa – produção integrada de alimentos. Prêmio Innovagro 2014: El fruto del ingenio. 2014. 13p. Acesso em: 24 abril 2015. Disponível em: http://www.redinnovagro.in/pdfs/embrapa_prem.pdf.
- HENRY-SILVA, G. G; CAMARGO, A. F. M. Impacto das atividades de aquicultura e sistemas de tratamento de efluentes com macrófitas aquáticas – relato de caso. Boletim do Instituto de Pesca, v. 34, n.1, p. 163-173, 2008.
- ISHAK, M. M. Aquaculture Egypt: Development of fish farming in Egypt, Report No. 1 (phase I), Cairo: Institute of Oceanography and Fisheries and the International Development Research Centers, 1982.
- ISHAK, M. M. Development of farming in Egypt (cage and pen culture), Report No.4 (phase II). Cairo: Institute of Oceanography and Fisheries and the International Development Research Centers, 1986. 101p.
- LIMA, C. B.; OLIVEIRA, E. G.; ARAÚJO FILHO, J. M.; SANTOS, F. J. S.; PEREIRA, W. E. Qualidade da água em canais de irrigação com cultivo intensivo de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). Revista Ciência Agronômica, v.39, n.4, p.531-539, 2008.
- MALAGNOUX, M. Arid Land Forests of the World Global Environmental Perspectives In: Afforestation and Sustainable Forests as a Means to Combat Desertification. Jerusalem: FAO, 2007, 14p. Acesso em: 18 março 2009. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ah836e/ah836e00.pdf>.
- MEDEIROS, S. S.; CAVALCANTE, A. DE M. B.; PEREZ MARIN, A. M.; TINOCO, L. B. DE M.; SALCEDO, I. H.; PINTO, T. F. Sinopse do censo demográfico para o semiárido brasileiro. Campina Grande: INSA, 2012. 103p.
- OLIVEIRA, E. G.; LIMA, C. B.; SANTOS, F. J. S.; ARAÚJO FILHO, J. M.; COSTA, M. C. Desempenho de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) linhagem chitralada tailandesa, em canais de irrigação do Distrito de Irrigação Tabuleiros Litorâneos do Piauí - Parnaíba/PI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 15, 2007, Anais... Manaus: AEP, 2007. p.127-128.
- OLIVEIRA, E. G.; SANTOS, F. J. S.; OLIVEIRA, V. Q. Qualidade da água de canais de irrigação com cultivo de pirarucu (*Arapaima gigas*) em diferentes densidades. In: Seção

Inovações Tecnológicas Aquicultura e Pesca do Pecnordeste 2009. Resumos... Fortaleza: FAEC, 2009.

OLIVEIRA, E. G.; SANTOS, F. J. S. Conservação e uso racional de água: Integração aquicultura-agricultura. In: MEDEIROS, S. S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. O.; PAZ, V. P. S. (Eds). Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2011. p.113- 161.

PORTO, E. R.; ARAÚJO, O.; ARAÚJO, G. G. L.; AMORIM, M. C. C.; PAULINO, R. V.; MATOS, A. N. B. Sistema de produção integrado usando efluentes da dessalinização. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004a. 22p.

PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C.; PAULINO, R. V.; MATOS, A. N. B. Sistema de produção usando o rejeito da dessalinização de água salobra no semi-árido brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 13, 2004, Anais... Cuiabá: ABAS, 2004b. 8p.

SANTOS, C. F.; SCHISTEK, H.; OBERHOFER, M. No semi-árido, viver é aprender a conviver: conhecendo o semiárido, em busca da convivência. Sobradinho: Articulação Popular São Francisco Vivo, 2007. 48p. Acesso em 29 abril de 2015. Disponível em: <http://www.irpaa.org/publicacoes/cartilhas/no-semiarido-viver-e-aprender-a-conviver.pdf>.

SANTOS, F. J. S. Cultivo de tilápia e uso de seu efluente na fertirrigação de feijão vigna. 2009. 153p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande.

SIAGAS - Sistema de Informações de Águas Subterrâneas. Total de poços cadastrados. 2015. Acesso em 29 abril de 2015. Disponível em: http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/uf_pocos.php.

SOUZA, J. R. M.; FERREIRA, F. J.; OLIVEIRA, E. G.; FEITOSA, H. O.; FILHO, F. L. A. Desenvolvimento de tomate cereja irrigada com efluente da piscicultura sob diferentes doses de nitrogênio. In: CONGRESO LATINOAMERICANO, 20 y CONGRESO PERUANO DE LA CIENCIA DEL SUELO, 16, 2014, Cusco – Perú: SLCS/SPCS, 2014.7p.

UN DESA - United Nations, Department of Economic and Social Affairs. The critical role of water in achieving the sustainable development goals: Synthesis of knowledge and recommendations for effective framing, monitoring, and capacity development. 2015,

95p. Acesso em 15 abril de 2015. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/?page=view&nr=1157&type=13&menu=220>

UN-WATER – The united nations inter-agency mechanism on all freshwater related issues, including sanitation. Statistics detail: The volume of freshwater resources on Earth is around 35 million km³. 2014a. Acesso em 23 de março de 2015. Disponível em <http://www.unwater.org/statistics/statistics-detail/en/c/211801/>

UN-WATER – The united nations inter-agency mechanism on all freshwater related issues, including sanitation. Water scarcity already affects more than 40 percent of the people on the planet. 2014b. Acesso em 26 março de 2015. Disponível em: <http://www.unwater.org/statistics/statistics-detail/en/c/211807/>.

UN-TF-IMR - UN-Water task force on indicators, monitoring and reporting. Monitoring progress in the water sector: A selected set of indicators. Annexes: Indicators in Use. 2009. 47 p. Acesso em 26 de março de 2015. Disponível em http://www.unwater.org/downloads/TFIMR_Annex_FinalReport.pdf.

WORLD BANK . Fish to 2030: Prospects for fisheries and aquaculture. Washington: WORLD BANK/FAO/ IFPRI/AES, 2013. 80p. (World Bank Report, n. 83177-GLB).

2030 WRP. Water Resources Group. Charting our Water Future: Economic Frameworks to Inform Decision Making. 2009. 198p. Acesso em 15 abril de 2015. Disponível em: http://www.2030waterresourcesgroup.com/water_full/Charting_Our_Water_Future_Final.pdf.

Tabela 1. Primeiros parques aquícolas continentais no Brasil

Reservatório	Área Total (km²)	Capacidade e Suporte (t)	Parques	Área parque (ha)	Áreas individuais produtivas (m²)	Famílias atendidas	Emprego Diretos
Furnas	1.440	79.269	16	3.087	3.964	9.896	39.586
Ilha solteira	1.195	104.105	14	1.813	5.350	8.996	35.986
Três Marias	1.090	55.875	5	3.040	2.973	5.630	22.520
Castanhão	320	32.000	3	7.307	1.250	3.224	12.896
Itaipú	1.350	6.038	3	11.289	2.000	608	2.432

Tucuruí	1.165	14.753	4	7.000	1250	1.117	4.468
Total	6.560	288.380	45	33.547	16.787	29.471	117.888

Fonte: Brasil (2009)

Tabela 2. Principais reservatórios com os parques aquícolas demarcados ou em estudo, na região semiárida do Brasil

Reservatório	Área Total(km²)	Capacidade e Suporte (t/ano)	Parque s¹	Famílias Atendidas¹	Emprego Diretos¹
Armando Gonçalves	195,0	1.100,00 ³	05	91	455
Boa Esperança	352,2	11.763,48 ³	03	62	670
Castanhão	320,0	32.000,00	03	3.224	12.896
Itaparica	828,0	27.655,20 ³	05	362	2.890
Sobradinho	4.214,0	46.915,87 ³	04	96	720
Xingó	60,0	2.004,00 ³	03	176	880
Total	5.969,2	121.438,55	23	787	5.615

¹Brasil(, 2014c); ³Brasil, (2011)