



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DO SOLO E ÁGUA

ANA CLÁUDIA MEDEIROS SOUZA

MANEJO INTEGRADO DO REJEITO DA DESSALINIZAÇÃO DA ÁGUA
SALOBRA NA AGRICULTURA

MOSSORÓ/RN
JANEIRO/2014

ANA CLÁUDIA MEDEIROS SOUZA

**MANEJO INTEGRADO DO REJEITO DA DESSALINIZAÇÃO DA ÁGUA
SALOBRA NA AGRICULTURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo do Solo e Água, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte dos requisitos para obtenção do título de “Mestre em Manejo do Solo e Água”.

Orientador: Prof. D.Sc. Nildo da Silva Dias

MOSSORÓ/RN

JANEIRO/2014

ANA CLÁUDIA MEDEIROS SOUZA

**MANEJO INTEGRADO DO REJEITO DA DESSALINIZAÇÃO DA ÁGUA
SALOBRA NA AGRICULTURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo do Solo e Água, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte dos requisitos para obtenção do título de “Mestre em Manejo do Solo e Água”.

APROVADA EM: ___/___/_____

Prof. D.Sc. Nildo da Silva Dias/UFERSA

Orientador

Prof.^a D.Sc. Karidja Kalliany Carlos de Freitas Moura/UFERSA

Examinadora

Prof.^a D.Sc. Márcia Regina Farias da Silva/UERN

Examinadora

MOSSORÓ/RN

JANEIRO/2014

Ao **Mestre Francisco Ernesto Sobrinho**,
exemplo raro e precioso de pesquisador, educador
e ser humano.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pelo dom da vida renovado a cada provação que se apresenta e nos sonhos que se concretizam.

Ao meu orientador e amigo, **Nildo da Silva Dias**, pelos ensinamentos, oportunidades e paciência nos momentos de indecisão.

À **Márcia Regina Farias da Silva** pela oportunidade de ingressar na Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Aos seres mais humanos que conheci, **Francisca de Medeiros Lopes e Egípcia Medeiros** (em memória), minhas mães por opção e de coração. O laço firme que nos une é consequência de todo amor, carinho e dedicação que vocês sempre demonstraram para comigo.

A minha mãe biológica, **Maria do Disterro Medeiros**, que sempre acreditou nas minhas escolhas profissionais.

A todos os **meus familiares**, principalmente, minhas tias **Maria de Fátima Medeiros e Lúcia de Fátima Souza e Cunha**; minha bisavó materna, **Antônia Izabel de Moraes Medeiros**; meus avós maternos, **Francisca Lucena de Medeiros e Lucas Delfino de Medeiros**; e avó paterna, **Joana Pereira de Souza** pelo apoio essencial nos últimos tempos, especialmente.

A **Renan Cabral de Figueirêdo**, pela compreensão e motivação nas horas difíceis.

A **Prof.^a Jeane Cruz Portela, Osvaldo Nogueira de Sousa Neto, Prof. Hilton Felipe Marinho Barreto e Raniere Barbosa de Lira** pelo apoio essencial durante e após a realização da pesquisa.

À equipe executora das ações abaixo relatadas, principalmente, **Adriana Araujo Diniz, Karidja Kalliany Carlos de Freitas Moura, Marcírio Lemos, John Lenon Vasconcelos Fonteles, Ítalo Sorac Rafael de Queiroz, Mikhael Rangel de Souza Melo, Marlon Luan da Costa Ferreira e Fiana Beatriz Tavares** pela dedicação e comprometimento.

Aos amigos e amigas que estiveram comigo em Mossoró/RN, tanto nos momentos felizes quanto nos dias de angústia, principalmente, **Ana Kaline da Costa Ferreira, Pedro Ramualyson Fernandes Sampaio, Jucirema Ferreira da Silva, Karen Mariany Pereira Silva, Ana Cecília da Costa Sinclair, Christiano Rebouças Cosme e Ana Luíza Lima Ferreira**.

Ao **Prof. Sérgio Nascimento Duarte**, pelo acolhimento em Piracicaba/SP, durante minha passagem pelo PROCAD Casadinha UFERSA – ESALQ/USP.

Aos **funcionários, bolsistas e voluntários** do Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta (**LASAP/UFERSA**).

À comunidade rural **Bom Jesus**, Campo Grande/RN, especialmente, ao **Sr. Ibo** pelo cuidado e contribuição nas atividades semanais durante a realização da pesquisa.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema do sistema de produção integrada com rejeito salino. Comunidade rural Bom Jesus, Campo Grande/RN, 2013	10
Figura 2 – Viveiro de cultivo de tilápias (A) e alevinões em seu interior (B) na comunidade rural Bom Jesus, Campo Grande/RN	13
Figura 3 – Biometria dos alevinões aos 15 dias de povoamento: reservatório de armazenamento das tilápias durante as medições (A), medida da biomassa (B), medição dos comprimentos parcial (C) e total (D)	14
Figura 4 – Localização da área de estudo na comunidade de Bom Jesus, Campo Grande, RN: Estação de tratamento da água salina (A) e rejeito salino lançado no solo seguindo o corpo hídrico (B)	18
Figura 5 – Construção de canteiros com sistema alternativo de distribuição de água (A) e Coquetel de leguminosas e gramíneas para a adubação verde (B)	19
Figura 6 – Capim-elefante (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum.) irrigado por sulco com rejeito salino	19
Figura 7 – Viveiro de produção de mudas (A) e Vista geral do experimento das espécies florestais (B)	20
Figura 8 – Entrega das tilápias pela Associação Comunitária de Bom Jesus, após a comercialização no Programa de Aquisição de Alimentos	23
Figura 9 – Largura da tilápia do Nilo, a partir do décimo dia após o povoamento do viveiro	24
Figura 10 – Altura da tilápia do Nilo, a partir do décimo dia após o povoamento do viveiro	25
Figura 11 – Comprimento da cabeça da tilápia do Nilo, a partir do décimo dia após o povoamento do viveiro	25
Figura 12 – Relação largura/peso médio com o cultivo de tilápia do Nilo com água salobra em viveiro	26
Figura 13 – Relação altura/peso médio com o cultivo de tilápia do Nilo com água salobra em viveiro	27
Figura 14 – Relação comprimento padrão e total/peso médio com o cultivo de tilápia do Nilo com água salobra em viveiro	27
Figura 15 – Fluxograma representativo da Unidade de Trabalho familiar (Utf) do produtor P	29

Figura 16 – Desempenho do girassol (A), coentro (B), pimentão (C) e tomate (D) 36

Figura 17 – Avaliação do diâmetro do caule (A), comprimento do caule (B), comprimento da raiz (C), massa seca da folha (D), do caule (E) e da raiz (F) em função da aplicação de diferentes tipos de águas: água de abastecimento (A₁), rejeito salino (A₂) e efluente da piscicultura (A₃) 38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado da análise da água tratada por dessalinização, do rejeito salino e da piscicultura	11
Tabela 2 – Composição e quantidades de sementes das espécies utilizadas no coquetel incorporado ao material de solo	19
Tabela 3 – Unidade de trabalho familiar do produtor P	28
Tabela 4 – Renda agrícola do produtor P	30
Tabela 5 – Produtividade dos subsistemas SP	31
Tabela 6 – Produtividade dos subsistemas SP por eficiência	32
Tabela 7 – Frequência acumulada dos subsistemas SP	33
Tabela 8 – Composição da renda familiar do produtor P	34
Tabela 9 – Produtividade média das hortaliças produzidas com rejeito salino e qualidade da forragem em relação aos cultivos com água de boa qualidade	36
Tabela 10 – Resumo da análise de variância para diâmetro do caule (DC), comprimento do caule, comprimento da raiz (CR), massa seca da folha (MSF), do caule (MSC) e da raiz (MSR)	38

RESUMO

O semiárido do Brasil tem um histórico de desafios e resistência aos fatores climáticos naturais, sobretudo, no tocante à escassez de recursos hídricos. Há cerca de 6 (seis) anos, o “Programa Água Boa” do Governo Federal instalou, em várias comunidades rurais, Estações de Tratamento de Água por Osmose Reversa como alternativa para a obtenção de água potável para as famílias por meio da dessalinização da água salobra de poços. Entretanto, no processo de dessalinização se gera, além da água potável, um rejeito altamente salino e de poder poluente elevado. Para minimizar os impactos ambientais negativos gerados pelo descarte do rejeito dessas estações de tratamento foram realizadas ações de pesquisa para analisar a viabilidade do uso deste resíduo na agricultura. Inicialmente foi instalado um projeto piloto na comunidade de Bom Jesus, Campo Grande - RN para investigar a viabilidade socioambiental e econômica do uso do rejeito salino para o cultivo de tilápias em viveiro e a sua utilização na forma bruta e/ou após uso em viveiro de criação de peixes para a produção de culturas agrícolas. O estudo constitui-se de ações de manejo integrado sustentável, compostas por quatro subsistemas interdependentes, quais sejam: 1) Inicialmente, a água salobra do poço é bombeada para a estação de tratamento; 2) O sistema de dessalinização produz a água potável para as famílias e, também, rejeito salino; 3) O rejeito salino é bombeado para viveiros de criação de tilápia e; 4) Por fim, o efluente da piscicultura, rico em matéria orgânica, é usado na irrigação de uma horta em sistema de produção agroecológico. Além disso, foi desenvolvida uma ação de pesquisa em casa de vegetação no Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) com o objetivo de analisar os efeitos do efluente da piscicultura na irrigação de mudas de essências florestais do bioma Caatinga para reflorestamento. Pode-se concluir que, o peso médio das tilápias foi de 500 g, proporcionando aumento na renda e oferta de proteína para as famílias da comunidade; o subsistema criação de peixes ocupa a segunda menor área entre as atividades desenvolvidas na comunidade e o mais eficiente referente à produtividade; a produção de mudas de essências da caatinga utilizando o rejeito salino é viável, porém, o desempenho depende da tolerância à salinidade da espécie; as ações da pesquisa apresentaram viabilidade econômica desse processo para a produção agrícola familiar, com vistas à geração de renda. O projeto colabora com a gestão participativa das águas residuárias e com a potencialização da geração de renda e segurança alimentar, além de contribuir para a conservação ambiental.

Palavras-chave: Segurança alimentar. Horta comunitária. Piscicultura. Reuso da água. Gestão participativa.

ABSTRACT

The semi-arid region of Brazil has a history of challenges and resistance to natural climatic factors, particularly with regard to water shortages. There are about six (6) years, the "Good Water Program" of the Federal Government installed in several rural communities, Seasons Water Treatment by Reverse Osmosis as an alternative for the production of drinking water for households through water desalination brackish wells. However, in the desalination process is generated, in addition to drinking water, saline highly polluting and high power waste. To minimize the negative environmental impacts generated by the disposal of these waste treatment plants research actions were undertaken to examine the feasibility of using this waste in agriculture. Initially a pilot project in the community of Bom Jesus, Campo Grande was installed - RN to investigate the environmental and economic feasibility of using saline waste for tilapia culture and its use in nurseries in crude form and/or after use in nursery establishment fish for the production of agricultural crops. The study consists of integrated sustainable management actions, composed of four interdependent subsystems, namely: 1) Initially, the brackish well water is pumped to the treatment plant; 2) desalination system produces drinking water for families and also saline effluents; 3) saline waste is pumped into ponds and creation of tilapia; 4) Finally, the effluent from fish farms, rich in organic matter, is used to irrigate a garden in agroecological system. Furthermore, we developed an action research in a greenhouse at the Department of Environmental Sciences and Technology, the Federal Rural University of the Semi -arid (UFERSA) in order to examine the effects of fish farming effluent for irrigation of seedlings of forest species the Caatinga for reforestation. It can be concluded that the average weight of tilapia was 500 g, providing increased income and supply of protein for families in the community, the fish farming subsystem occupies the second smallest area entre the activities in the community and more efficient regarding productivity, production of seedlings of savanna essences using saline waste is feasible, however, the performance depends on the salinity tolerance of the species, the actions of the research presented economic feasibility of this process for family farming, with a view to generating income. The project collaborates with participatory management of wastewater and the enhancement of income generation and food water, and contribute to environmental conservation.

Keywords: Food Security. Community garden. Fish farming. Water reuse. Participatory management.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO	1
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3.1 Reuso de água.....	3
3.2 A tecnologia da osmose reversa e a destinação do rejeito salino.....	4
3.3 Estratégias de manejo e efeitos de sais no solo e na planta.....	5
3.4 Cultivo de tilápias em água salobra.....	7
4 MATERIAL E MÉTODOS	10
4.1 Cultivo de tilápias em viveiro utilizando água de rejeito salino.....	12
4.2 Análise econômica da piscicultura.....	15
4.2.1 Procedimentos de avaliação dos resultados do sistema de produção.....	16
4.3 Horta comunitária utilizando rejeito salino como suporte hídrico.....	17
4.4 Produção de mudas de essências florestais irrigadas com efluente da piscicultura.....	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.1 Cultivo de tilápias em viveiro utilizando água de rejeito salino.....	22
5.2 Parâmetros analisados na biometria.....	23
5.3 Análise comparativa dos resultados econômicos dos sistemas de produção.....	28
5.4 Horta comunitária utilizando rejeito salino como suporte hídrico.....	35
5.5 Produção de mudas de essências florestais irrigadas com água de abastecimento, rejeito salino e efluente da piscicultura.....	37
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1 INTRODUÇÃO

A região Nordeste do Brasil, em especial na sua porção semiárida, historicamente é afligida pela escassez de água. Conforme dados da Agência Nacional de Águas (ANA), nesta região, o balanço entre a disponibilidade e a demanda dos recursos hídricos superficiais está entre as mais preocupantes do país. A situação mais crítica é a observada na região hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental, com média inferior a $1.200 \text{ m}^3 \text{ hab}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, sendo que em algumas unidades hidrográficas dessa região são registrados valores menores que $500 \text{ m}^3 \text{ hab}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (BRASIL, 2007).

Apesar desta deficiência em recursos hídricos superficiais, de acordo com levantamentos da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS) poderiam ser explorados do subsolo da Região Nordeste, sem risco de esgotamento dos mananciais, pelo menos 19,5 bilhões de metros cúbicos de água por ano, correspondendo a 40 vezes o volume explorado atualmente (SOARES et al., 2006). No entanto, na grande parte dos casos a utilização destas águas, seja para o dessedentamento humano ou para a irrigação, esbarra em um sério obstáculo, a elevada quantidade de sais nelas contidas, uma vez o contato com as rochas cristalinas do semiárido brasileiro, os teores de sólidos totais dissolvidos (STD) nas águas subterrâneas superam os 2.000 mg L^{-1} em 75% dos casos.

Ao considerar que estes valores de sólidos totais dissolvidos nas águas subterrâneas são duas vezes maiores que os limites máximos permitidos deste parâmetro na água para o consumo humano, de acordo com a Portaria MS N° 518 de 2004, os Governos Estaduais e Federal desde meados da década de 1990, têm procurado mitigar este problema por meios da instalação de equipamentos de dessalinização das águas salobras subterrâneas, objetivando a geração de água doce para o abastecimento de comunidades no Nordeste.

O método de dessalinização predominante é a osmose reversa (PORTO et al., 2001), devido principalmente, à simplicidade e robustez do equipamento, aos baixos custos de instalação e operação associados à capacidade de tratar volumes baixos ou moderados de água bruta. O emprego desta tecnologia acaba por amenizar as precárias condições do abastecimento hídrico nas localidades nordestinas contempladas pelos programas governamentais neste âmbito.

Ressalta-se que, a dessalinização das águas salobras pode constituir-se em uma ferramenta concreta de desenvolvimento regional no semiárido do Nordeste brasileiro; entretanto, faz-se necessário que se considerem os riscos ambientais decorrentes, isto porque, para gerar a água potável necessariamente este processo de dessalinização produz uma água altamente salobra de poder poluente elevado, denominada de rejeito salino ou salmoura;

estimada em aproximadamente 60% da água bruta inicialmente tratada por osmose reversa, com concentração de sais superior à salinidade da água original.

Considerando o número de dessalinizadores nesta região, estimado em 400 equipamentos, um grande volume de rejeito está sendo gerado no semiárido brasileiro que, na maioria dos casos, não está recebendo qualquer tratamento e, mesmo assim, está sendo despejado no solo ou nos corpos hídricos, propiciando a desertificação das áreas e a salinidade das águas (PORTO et al., 2001). Deste modo, dada à quantidade de estações de tratamento instaladas na região, fazem-se necessários estudos que quantifiquem a poluição ambiental da deposição do rejeito salino nos solos receptores, bem como o seu potencial de utilização agrícola.

São várias as alternativas de destinação do rejeito salino das estações de tratamento apontadas na literatura; portanto estas são, muitas vezes, ações isoladas que podem diminuir em parte os impactos da deposição do rejeito salino, mas não o suficiente para fechar o ciclo de produção ambientalmente sustentável. Desse modo, se faz necessário que se desenvolvam pesquisas que estabeleçam um sistema integrado de produção com o rejeito salino dos dessalinizadores capaz de eliminar os riscos de impactos ambientais negativos e que, também, contribuam para a segurança alimentar da(s) localidade(s) beneficiada(s).

Neste sentido, esta pesquisa-ação tem o objetivo geral de avaliar a sustentabilidade socioambiental, econômica e o potencial de uso agrícola do rejeito da dessalinização da água salobra em um sistema integrado de produção, tendo em vista, os riscos ambientais e a segurança alimentar de uma comunidade rural beneficiada com uma estação de tratamento de água por osmose reversa. Para tanto, apresenta os seguintes objetivos específicos: estudar a viabilidade do cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em viveiro, utilizando rejeito salino da dessalinização por osmose reversa; analisar a viabilidade econômica da piscicultura, utilizando rejeito salino como suporte hídrico; avaliar a viabilidade técnica de uma horta comunitária, construída a partir de princípios sistemáticos de sustentabilidade agrícola em bases ecológicas, tendo como suporte hídrico o rejeito salino e; investigar os efeitos do efluente da piscicultura na irrigação de mudas de essências florestais do bioma Caatinga para reflorestamento.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Reuso de água

A água, durante o ciclo hidrológico, sofre alterações em sua qualidade e quantidade. Isso ocorre nas condições naturais em razão das inter-relações dos componentes do sistema de meio ambiente, quando os recursos hídricos são influenciados devido ao uso para suprimento das demandas dos núcleos urbanos, das indústrias, da agricultura e das alterações do solo (SETTI et al., 2001).

A despeito de ser o Brasil o maior detentor mundial de água potável, com 8% das reservas mundiais, respondendo por 18% do potencial de água de superfície do planeta, ao se considerar, em lugar da disponibilidade absoluta de recursos hídricos renováveis, aquela relativa à população dele dependente, o país deixa de ser o primeiro e passa ao vigésimo terceiro do mundo, visto que, enquanto a região Amazônica concentra 80% dos recursos hídricos brasileiros, abrigando 7% da população, na região Nordeste, que abriga 27% da população, apenas estão disponíveis 3,3% desses recursos (PAZ et al., 2000).

Certamente, em qualquer situação fisiográfica a depleção dos recursos hídricos deve ser avaliada com preocupação, mas em regiões como o Nordeste do Brasil, caracterizada por um clima semi-árido, representado por altas temperaturas, elevadas taxas de evaporação e baixas precipitações pluviais, fatores que favorecem a escassez de água, a preocupação há de ter caráter iminente (SOARES et al., 2006).

Em função desse quadro, o reuso da água vem sendo difundido de forma crescente no Brasil, impulsionado pelos reflexos financeiros associados aos instrumentos trazidos pela Lei 9.433 de 1997, que visa à implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos: outorga e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos (RODRIGUES, 2005).

A reutilização, reuso de água ou o uso de águas residuárias não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo há muitos anos. Existem relatos de sua prática na Grécia Antiga, com a disposição de esgotos e sua utilização na irrigação. No entanto, a demanda crescente por água tem feito do reuso planejado da água um tema atual e de grande importância (CETESB, 2010).

Para Cunha et al. (2011), o reuso de água deve ser considerado como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água.

Segundo Hespanhol (1999), o planejamento, a implantação e a operação corretos de reuso trazem uma série de melhorias: minimização da descarga de esgoto nos corpos hídricos; preservação dos recursos subterrâneos; preservação do solo, com acúmulo de húmus e aumento da resistência à erosão; aumento da produção de alimentos (irrigação agrícola), elevando os níveis de saúde, qualidade de vida e de condições sociais.

3.2 A tecnologia da osmose reversa e a destinação do rejeito salino

No Brasil, principalmente na região semiárida, um grande desafio é promover o abastecimento de água às famílias residentes nas áreas rurais e mais ainda, dotar essas comunidades de capacidade produtiva. As águas subterrâneas são apontadas como uma alternativa viável para garantir o acesso das comunidades rurais do Nordeste à água, a partir de investimentos públicos na perfuração de poços tubulares. Entretanto, essas fontes hídricas apresentam, na maioria dos casos, restrições de uso para dessedentamento humano (AYERS; WESTCOT, 1999), por apresentarem problemas de salinidade.

A tecnologia da osmose reversa têm sido amplamente utilizada para o tratamento da água salobra (AMORIM et al., 2004; PORTO et al., 2004), com experiências de êxito na maioria das localidades aonde têm sido implantadas as unidades de tratamento de água por dessalinização. O uso da dessalinização por osmose reversa tem progredido notavelmente, o mercado tem sido ampliado consideravelmente e as aplicações também, sendo o aspecto econômico o que limita sua expansão (JUAN, 2000).

Nos últimos anos, equipamentos de dessalinização vêm sendo instalados no Brasil, sobretudo na região Nordeste, onde, além da reconhecida escassez de águas superficiais, as águas subterrâneas disponíveis são por vezes salinas. Independentemente da eficiência da membrana e da estrutura instalada dos dessalinizadores, o sistema de osmose reversa produzirá sempre a água potável, mas também a água residuária (rejeito, salmoura ou concentrado); estimada em aproximadamente 60% da água bruta inicialmente tratada por osmose reversa, com concentração de sais superior à salinidade da água original. Deste modo, o grande desafio da utilização do sistema de tratamento de água com osmose reversa reside na deposição ou reutilização da água de rejeito de forma a evitar impactos negativos ao ambiente.

De acordo com Amorim et al. (2001), a água de rejeito tem potencial para contaminar mananciais, solos e, em casos extremos, a fauna e a flora da região. Um exemplo disto pode ser verificado através dos dados obtidos por Amorim et al. (1997), que indicam que, a condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) atingiu valor maior que $12,0 \text{ dS m}^{-1}$ e a

percentagem de sódio trocável (PST) atingiu valor maior que 15%, nos primeiros 30 cm do solo, em locais onde o rejeito era depositado em uma comunidade rural de Petrolina, PE.

Em geral, nos países desenvolvidos, o rejeito está sendo transportado para os oceanos ou injetado em poços de grande profundidade; todavia, outras alternativas estão sendo estudadas, como: bacias de evaporação, redução de volume do rejeito por plantas aquáticas, bacias de percolação e irrigação de plantas halófitas (PORTO et al., 2001).

Nos EUA a destinação do rejeito pela irrigação é usada principalmente para pequenos volumes, mas conforme Mickley (2004), isto requer disponibilidade de terra e normalmente mistura com águas para diminuir a salinidade, ficando limitada pela disponibilidade de água para diluição, pelo clima e pelas taxas de absorção do solo. Áreas de lazer, como gramados, parques e campos de golfe, além de espaços abertos e cinturões verdes de preservação ambiental, podem ser irrigados.

Na Califórnia, pesquisas avaliam o uso de rejeito em sistemas construídos para serem o habitat de peixes e plantas (“wetlands”), de acordo com Amorim et al. (2004). Dubon & Pinheiro (2001) observaram resultados promissores ao investigar o crescimento da tilápia (*Oreochromis*) em águas de elevada salinidade.

No Brasil, o rejeito não está recebendo, na quase totalidade dos casos, qualquer tratamento; mesmo assim, está sendo despejado no solo, propiciando alto acúmulo de sais nas camadas superficiais do terreno (PORTO et al., 2001).

Conforme Mickley (2004), a escolha da melhor opção para se dispor o rejeito da dessalinização deve atender, dentre outros fatores, às disponibilidades locais (terra, compatibilidade das águas receptoras e distância), às disponibilidades regionais (geologia, leis estaduais, geografia e clima), ao volume de concentrado, aos custos envolvidos, à opinião pública e à permissibilidade.

3.3 Estratégias de manejo e efeitos de sais no solo e na planta

A salinidade do solo é um dos fatores de maior preocupação na agricultura moderna, e o manejo inadequado da irrigação é um dos principais responsáveis pelo aumento da quantidade de solos degradados (EPSTEIN & BLOOM, 2006).

Embora, a fonte principal e direta de todos os sais presentes no solo seja a intemperização das rochas, são raros os exemplos em que esta fonte de sais tenha provocado diretamente problemas relacionados com a salinidade do solo. A salinização do solo por este fenômeno é denominada salinização primária (RICHARDS, 1954).

Os problemas de salinidade têm sido também associados à água utilizada na irrigação, à drenagem deficiente e à presença de águas sub-superficiais ricas em sais solúveis a pouca profundidade. Nesses casos, ou seja, quando a salinização resultante é devido à ação antrópica, a mesma é conhecida como salinização secundária. Além disso, a salinização pode ser causada pela aplicação de fertilizantes, de forma excessiva e pouco parcelada ao longo do ciclo cultural, induzindo o sistema radicular ao estresse osmótico (DIAS, 2004).

De um modo geral, um solo é considerado salino quando a quantidade de sais existentes é capaz de prejudicar o desenvolvimento das plantas. Para a maioria das culturas isso ocorre quando a condutividade elétrica do extrato de saturação é igual ou superior a 2 dS m^{-1} (HOLANDA et al., 2010).

A salinidade e a sodicidade nos solos afetados por sais representam a maior ameaça para a agricultura em escala global. A primeira afeta, principalmente, a absorção de água pelas plantas, devido à redução do potencial osmótico da solução do solo, enquanto que a segunda afeta a estrutura do solo e, indiretamente, a disponibilidade da água (BERNARDO, 1995). Segundo Costa et al. (2004), a presença de sais no solo pode também provocar problemas de toxicidade para as plantas. O conjunto desses problemas resultará na diminuição da produção agrícola.

Para remover os sais solúveis, a lixiviação é o método mais eficaz para a recuperação de solos salinos. A técnica recomenda a aplicação de água em quantidade suficiente para dissolver e transportar os sais solúveis até o sistema de drenagem. A profundidade de recuperação depende do tipo de cultura que se vai explorar. Para uma cultura de sistema radicular superficial, a profundidade poderá ser de 60 cm; no entanto, se a cultura a ser explorada apresentar sistema radicular profundo, o solo deverá ser corrigido a cerca de 2,00 m de profundidade (RIBEIRO et al., 2003).

Na recuperação de solos salino-sódicos e sódicos, o excesso de sódio trocável deve ser substituído pelo cálcio, fornecido por corretivos químicos, como, por exemplo, o gesso, e o produto dessa reação devem ser eliminados da zona das raízes, por lixiviação (RICHARDS, 1954; BARROS et al., 2005).

Paulus et al. (2010) acrescentam que, a escassez de água no mundo é um problema diagnosticado, especialmente, em países com grandes regiões semiáridas, como o Brasil. Diante do quadro de baixa oferta de água potável, tornam-se importantes os projetos de pesquisa e a geração de tecnologias que permitam o uso de águas salinas na produção de alimentos. Os autores supracitados afirmam ainda que, o uso de água salina na produção de hortaliças constitui no momento atividade essencial, tendo em vista o aumento da demanda de água doce, tanto pela atividade agrícola quanto pelo abastecimento urbano e industrial.

De acordo com Dias (2004), várias práticas de manejo têm sido utilizadas para se produzir, economicamente, em condições de salinidade, dentre elas, destaca-se o uso de plantas tolerantes, sendo, portanto, importante os estudos que visem avaliar a sensibilidade das espécies ao estresse salino.

A água que tem função importante na constituição dos tecidos vegetais chega até mais de 90% em algumas plantas; dessa forma, visando à utilização da água de qualidade inferior na agricultura, deve-se utilizar um manejo racional, através de alternativas economicamente viáveis, de modo que a cultura atinja a produtividade esperada (MEDEIROS et al., 2007).

3.4 Cultivo de tilápias em água salobra

Nas últimas décadas, a aquicultura mundial tem se expandido e, especialmente, no Brasil, o crescimento mais efetivo ocorreu como reflexo do declínio da pesca extrativista e de simultâneo aumento na demanda de pescado, além do incentivo do Governo Federal, através do estímulo à criação de organismos aquáticos.

Conforme Nogueira (2007), os especialistas do setor acreditam que, além do potencial para produção, o Brasil possui também um grande potencial de consumo para os produtos aquícolas, cuja constatação está baseada em uma série de motivos, dentre os quais destacam-se:

- o baixo consumo *per capita* atual por pescados registrado no Brasil, quando comparado a outros países do mundo e mesmo da América Latina, indicando um elevado potencial a ser explorado;
- a tendência crescente de valorização e do aumento do consumo de alimentos mais saudáveis e com menores teores de gordura saturada, com destaque para os pescados e;
- a elevação da renda nas classes mais pobres, principalmente, nos últimos dez anos.

Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2009), a produção aquícola brasileira foi estimada em mais de 289.000 toneladas no ano de 2008, representando uma receita de mais de R\$ 2 bilhões, predominando o cultivo de peixes de água doce (mais de 70% da produção).

A previsão é de que até 2030 a demanda internacional de pescado aumente em mais 100 milhões de toneladas por ano, de acordo com a FAO. A produção mundial hoje é da ordem de 126 milhões de toneladas. O Brasil é um dos poucos países que tem condições de atender à crescente demanda mundial por produtos de origem pesqueira, sobretudo, por meio da aquicultura. Segundo a FAO, o Brasil poderá se tornar um dos maiores produtores do mundo

até 2030, ano em que a produção pesqueira nacional teria condições de atingir 20 milhões de toneladas (BRASIL, 2011).

Além disso, a aquicultura possui potencial frente a outras atividades produtivas devido às características favoráveis, como: índices médios de impacto ambiental, transformação de subprodutos e resíduos agrícolas em proteína animal de excelente qualidade e possibilidade de aproveitamento de áreas improdutivas de pequeno tamanho ou de baixo rendimento agropecuário (KUBITZA, 1998; BORGHETTI e OSTRENSKY, 1999; ROUBACH et al., 2003).

Nesse contexto, a piscicultura de acordo com Sabbag et al. (2007) pode ser considerada uma alavanca para o desenvolvimento social e econômico, possibilitando o aproveitamento efetivo dos recursos naturais locais, principalmente, os hídricos e a criação de postos de trabalhos assalariados.

A atividade possibilita a produção de peixes por metro cúbico de água e está, diretamente, relacionada com os diferentes sistemas de criação. Os sistemas são classificados quanto ao grau de interferência no ambiente aquícola e a demanda de insumos. O sistema intensivo é caracterizado pela elevada densidade de estocagem e dependência total do alimento exógeno (ZANIBONI-FILHO, 1997).

No que se refere à tilápia, esta constitui hoje a espécie de maior produção da aquicultura brasileira, tendo alcançado um total de 155.450 toneladas em 2010, segundo o Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura divulgado do MPA. O número representa 40% da aquicultura continental nacional e seu valor de mercado é estimado em R\$ 1,3 bilhões ao ano (BRASIL, 2013).

O estoque inicial de tilápia do Nilo introduzido no Brasil foi formado por 60 indivíduos provenientes da Estação de Piscicultura de Bouaké, Costa do Marfim, África (NUGENT, 1988), em 1971, por meio do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), em Pentecostes, Estado do Ceará (CASTAGNOLLI, 1992); e recebeu o nome de tilápia do Nilo ou nilótica por ser originária da bacia do rio Nilo (NOGUEIRA, 2003). Sua introdução visava à produção de alevinos para peixamentos dos reservatórios públicos da Região Nordeste e das companhias hidrelétricas de São Paulo e Minas Gerais contribuindo para a rápida disseminação da espécie nessas regiões (NOGUEIRA, 2007).

A tilápia do Nilo da linhagem Chitralada teve sua introdução oficial no Brasil no ano de 1996, com 20.800 exemplares importados do Agricultural and Aquatic Systems, do Asian Institute of Technology (AIT), com sede na Tailândia (ZIMMERMANN & FITZSIMMONS, 2004). No entanto, a sua importação foi realizada pela ALEVINOPAR (Associação de Produtores de Alevinos do Estado do Paraná) e SEAB (Secretaria da Agricultura e

Abastecimento do Paraná). Portanto, as linhagens de tilápia do Nilo, existentes no Brasil, possuem duas origens, a tilápia de Bouaké, originária da Costa do Marfim, região oeste da África e a tilápia tailandesa ou Chitralada, originária da Tailândia, onde foi importada do Japão, cujo estoque teve origem do Egito, região leste da África (MOREIRA, 1999). Esta é a mais cultivada no país e comumente conhecida por tilápia Tailandesa ou Chitralada (OLIVEIRA et al., 2007). Foi desenvolvida na Ásia, a partir da combinação de materiais genéticos de *Oreochromis niloticus* originários de diversos locais da África e melhorada no Palácio Real de Chitralada na Tailândia em 1965 (KUBTIZA, 2005).

Com a evolução da questão ambiental e das condições que o planeta apresenta, o cultivo racional de organismos aquáticos, atividade zootécnica mais conhecida como aquicultura, apresenta-se como atividade economicamente emergente na competição pelo recurso água (ELER & MILLANI, 2007).

Diante desse contexto torna-se importante salientar que, segundo Kubitza (2005), algumas espécies e linhagens de tilápia são eurialinas, o que lhes conferem a capacidade de adaptação a ambientes de diferentes salinidades, podendo ser cultivadas tanto em água doce como em água salobra ou salgada.

Macedoviegas & Souza (2005) constataram que tilápias cultivadas em águas salobras e salgadas não apresentam problemas de *off-flavor*; já os peixes cultivados em água doce, podem apresentar sabores e/ou odores indesejáveis causados por ingredientes da sua alimentação, rancidez oxidativa na estocagem das rações ou por absorção de certas substâncias presentes na água de cultivo.

Com isso, Kubitza (2005) reforça que, além de sua carne, geralmente, se assemelhar em sabor à carne de peixes marinhos, a textura desta também é superior à observada em tilápias cultivadas em água doce. Assim, o cultivo de tilápias nesses ambientes pode resultar em produtos extremamente atrativos quanto ao aspecto do sabor, além de se prestarem melhor à comercialização.

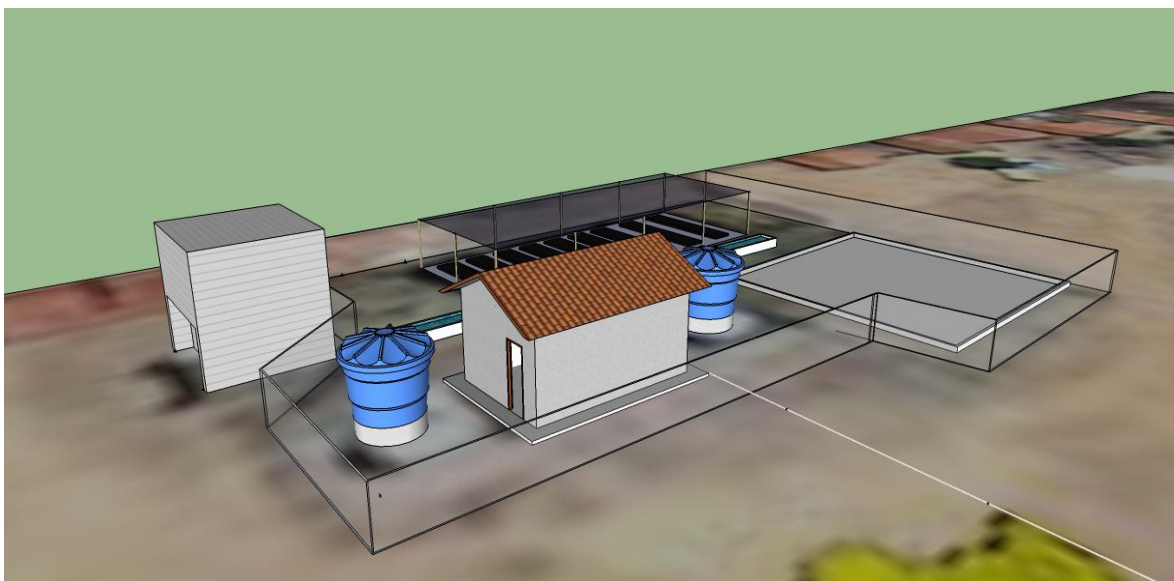
4 MATERIAL E MÉTODOS

De modo geral, as ações descritas a seguir tiveram como pressupostos resultados de investigações científicas sobre estratégias de manejo das águas salinas tais como: sistema de cultivo, tipo de irrigação, mistura das águas e, principalmente, a seleção de plantas tolerantes aos efeitos dos sais da água de irrigação apontadas por Gheyi et al. (2010).

Para tanto, inicialmente, avaliou-se a viabilidade do uso do rejeito salino no cultivo de tilápias em viveiro e sua utilização na forma bruta e/ou após uso em viveiro de criação de peixes para a produção de culturas agrícolas, na comunidade rural Bom Jesus, município de Campo Grande/RN.

Deste modo, o estudo constitui-se de ações de manejo integrado sustentável, compostas por quatro subsistemas interdependentes, quais sejam: 1) Inicialmente, a água salobra do poço é bombeada para a estação de tratamento; 2) O sistema de dessalinização produz a água potável para as famílias e, também, rejeito salino; 3) O rejeito salino é bombeado para viveiros de criação de tilápia e; 4) Por fim, o efluente da piscicultura, rico em matéria orgânica, é usado na irrigação de uma horta em sistema de produção agroecológico, fechando o sistema de produção ambientalmente sustentável. Na **Figura 1** pode ser visto, esquematicamente, o sistema de produção integrada com rejeito salino e a dualidade do benefício (rejeito gerado no processo).

A.



B.

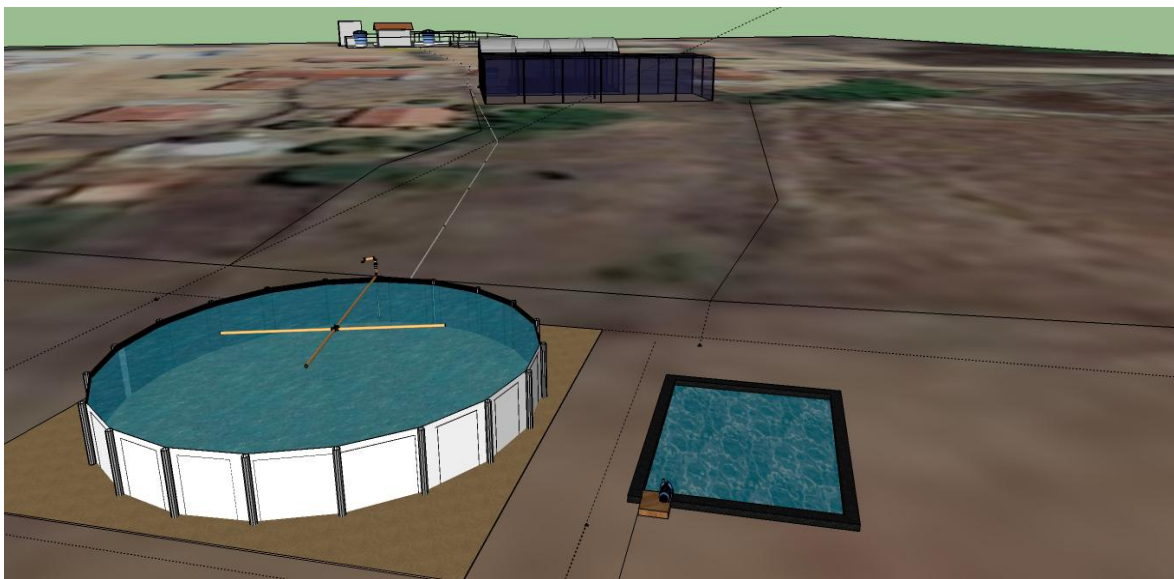


Figura 1. Esquema do sistema de produção integrada com rejeito salino. Comunidade rural Bom Jesus, Campo Grande/RN, 2013.

Além disso, foi desenvolvida uma ação de pesquisa em casa de vegetação, no Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas (DCAT), da Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), com o objetivo de testar o uso do rejeito salino em espécies nativas da caatinga.

De acordo com as diretrizes propostas por Ayers & Westcot (1999) verifica-se que, o rejeito salino tem grau de restrição de uso severo quanto aos riscos de salinidade ($CE_a > 3,00 \text{ dS m}^{-1}$); quanto à toxidez de íons específicos, esta tem grau de restrição de uso severo para cloreto ($Cl^- > 10 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$) e moderado para sódio ($Na^+ > 10 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$) e; quanto aos problemas de infiltração de água no solo, não há grau de restrição de uso. Porém, os riscos de toxidez e os efeitos dos sais podem ser reduzidos, permitindo o cultivo econômico de várias espécies agrícolas, dadas as condições específicas das diretrizes na interpretação da qualidade da água para irrigação proposta por estes autores e, especialmente, pela adoção de um rigoroso manejo da água e do solo, principalmente, na seleção de plantas tolerantes à salinidade. As características químicas das águas dessalinizadas e do rejeito do dessalinizador utilizadas nos estudos estão descritas na **Tabela 1**.

Tabela 1. Resultado da análise da água tratada por dessalinização e do rejeito salino.

Água	CE_a (dS m^{-1})	pH	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^+	Cl^-	CO_3^-	HCO_3^-	RAS (mmol L^{-1}) ^{0,5}
		 $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$						
Tratada	0,46	8,0	0,6	0,1	5,1	1,8	0,5	3,8	8,62
Rejeito	5,96	7,4	22,4	8,6	39,6	64,6	0,3	8,1	10,06

4.1 Cultivo de tilápias em viveiro utilizando água de rejeito salino

Este experimento foi conduzido na comunidade rural Bom Jesus, município de Campo Grande/RN, no período de outubro de 2012 a fevereiro de 2013. Para o funcionamento do sistema de produção integrado foi montado um viveiro circular pré-moldado destinado à aquicultura, confeccionado em laminado reforçado de PVC flexível e estrutura desenvolvida em termoplástico de engenharia.

O viveiro dispõe de uma área de 50,24 m², volume de 65.300 L, profundidade de 1,50 m, reposição por evaporação de 440 L dia⁻¹ e taxa de renovação diária da água de 1%. Após o enchimento do viveiro com água de rejeito salino, este foi povoado com 150 fêmeas e machos de alevinões (**Figura 2**) de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), correspondendo a uma densidade de estocagem de 3 peixes m⁻², para acumular o concentrado que serviu para irrigar espécies nativas da Caatinga. O comprimento e o peso médio inicial do alevinões eram de 17 cm e 90 g, respectivamente.

Além disso, foi construída uma lagoa com lona plástica para receber as descargas dos viveiros, sendo enriquecida com matéria orgânica (fezes e ração dos peixes), cujo efluente resultante foi, posteriormente, utilizado para a irrigação. Antes de iniciar a criação no tanque de piscicultura foi ministrado um curso de formação com o grupo da comunidade que atua nessa atividade, onde foi abordado o manejo da criação de alevinos, informações sobre alimentação, tipo de ração, tempo de despesca e captura.

É importante ressaltar que, a escolha da tilápia do Nilo deve-se ao seu potencial produtivo em condições de alta salinidade. Dentro dos seus limites de tolerância à salinidade, as tilápias se adaptam bem às diferentes condições de qualidade de água. São bastante tolerantes ao baixo oxigênio dissolvido, convivem com uma faixa bastante ampla de acidez e alcalinidade na água, crescem e até mesmo se reproduzem em águas salobras e salgadas e toleram altas concentrações de amônia tóxica comparadas à maioria dos peixes cultivados (SILVA, 2006).

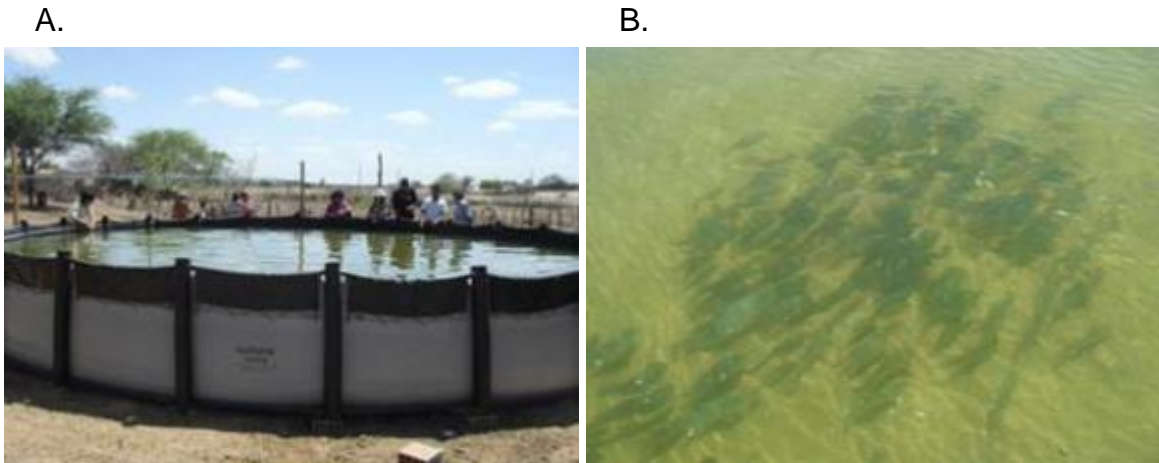


Figura 2. Viveiro de cultivo de tilápias (A) e alevinões em seu interior (B) na comunidade rural Bom Jesus, Campo Grande/RN.

O crescimento e o ganho de peso das tilápias foram monitorados, semanalmente, por meio da biometria (**Figura 3**), sendo esta realizada por amostragem em 30% da população, desde a fase de alevinões até a os peixes alcançarem peso médio de 500 g, peso este considerado comercial. A captura dos peixes para a biometria era feita com uma tarrafa e com os animais ainda em jejum, nas primeiras horas da manhã (entre 7:00 e 8:00 h), evitando estresse e mortalidade. Na ocasião, mensuravam-se os seguintes parâmetros biométricos: peso médio corporal em gramas; comprimento parcial em cm (compreendido da extremidade anterior da cabeça até o início da nadadeira caudal); comprimento total em cm (compreendido da extremidade anterior da cabeça até o final da nadadeira caudal); altura do corpo em cm (medida a frente do 1º raio da nadadeira dorsal); largura do corpo em cm (medida a frente do 1º raio da nadadeira dorsal); comprimento da cabeça em cm (compreendido entre a extremidade anterior da cabeça e o bordo caudal do opérculo).

Os peixes eram alimentados com rações extrusadas, com teores de proteína bruta (PB) variando nas fases crescimento (35% PB) e engorda (com 32% PB). A frequência de arraçoamento dos peixes deu-se em quatro horários distintos: 8, 10, 13 e 15 h, diariamente. O reajuste da ração ocorria semanalmente, de acordo com a biometria e as recomendações do fabricante, evitando-se perdas. Os peixes eram alimentados sete dias por semana, excetuando-se aqueles em que foram realizadas as biometrias.

Diariamente, às 7:00, 13:00 e às 17:00 h, mensurava-se a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) na água dos viveiros e, quando o OD estava abaixo de 4 mg L^{-1} ou a posição do cardume no viveiro encontrassem sobre a superfície da água no viveiro, era um indicativo de falta de oxigênio dissolvido na água, sendo necessário a sua oxigenação com aeradores evitando, assim, o estresse e, conseqüente, perda de peso e, em casos extremos, mortalidade

dos animais. Além do OD, foram monitorados o pH, a condutividade elétrica e temperatura da água.

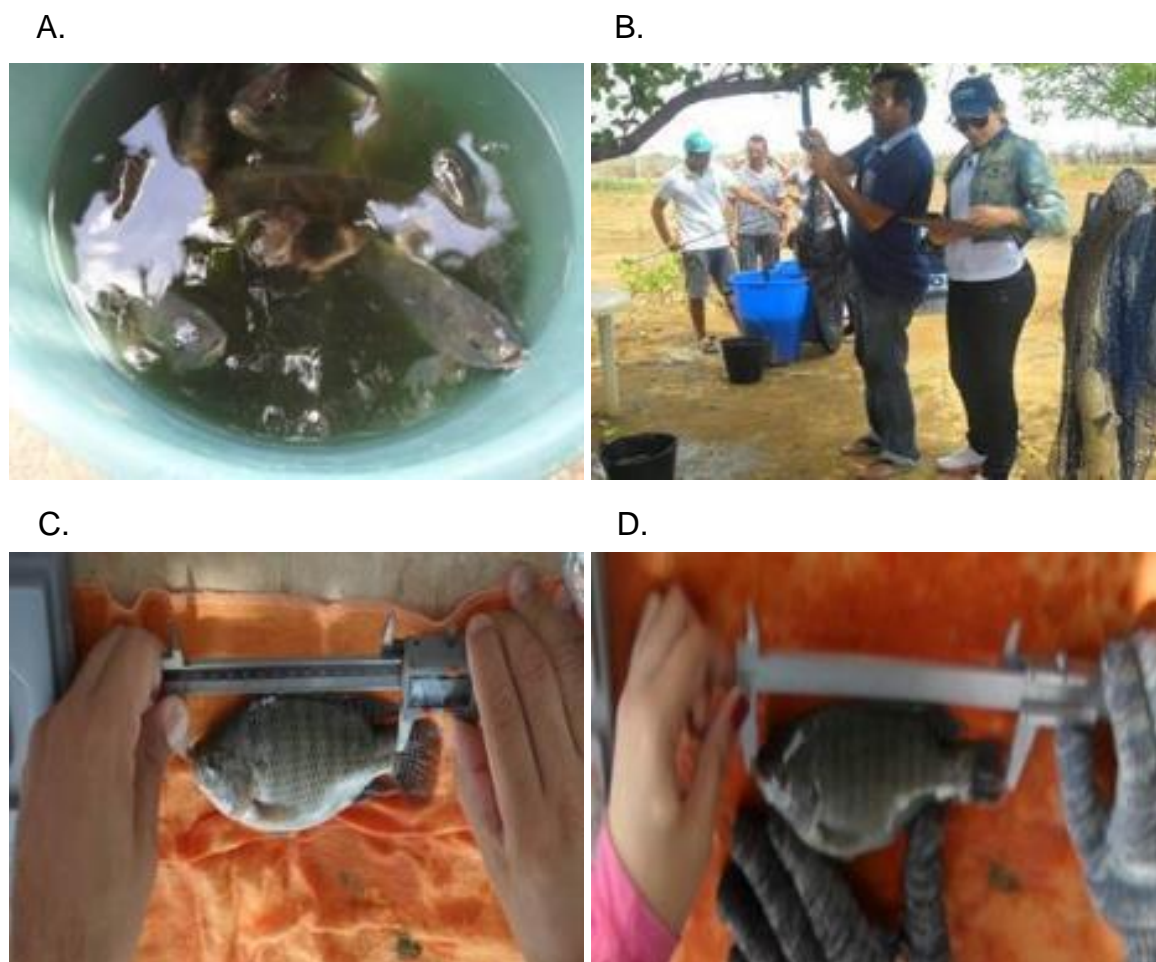


Figura 3. Biometria dos alevinões aos 15 dias de povoamento: reservatório de armazenamento das tilápias durante as medições (A), medida da biomassa (B), medição dos comprimentos parcial (C) e total (D).

As medições de OD e temperatura foram efetuadas com o medidor de oxigênio dissolvido digital portátil à prova d'água (modelo MO-910), submerso a 20 cm abaixo da superfície da água. Enquanto que, o pH foi verificado através do mini pHmetro eletrônico pHep®+ (modelo HI 98108) e a CE com um condutivímetro de bolso DiST®5 (modelo HI 98311).

O ciclo de cultivo de tilápias com rejeito salino foi contemplado em quatro meses após o peixamento dos viveiros. Os peixes foram despescados, pesados e medidos para obtenção dos dados de crescimento e índice de conversão alimentar (CA). O índice de conversão alimentar foi calculado dividindo-se a quantidade total de ração fornecida pelo ganho de peso dos peixes; já o ganho de peso foi calculado subtraindo-se da produção obtida no viveiro o total de peixe na estocagem.

4.2 Análise econômica da piscicultura

O estudo descrito a seguir foi norteado pela metodologia denominada “Análise Diagnóstico de Sistemas Agrários (ADSA)”, a qual vem sendo utilizada desde 1995, pelo Projeto de Cooperação Técnica, firmado entre o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária e a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação – PCT INCRA/FAO –, na elaboração de diagnósticos para diferentes microrregiões do país, centrados na análise de assentamentos de Reforma Agrária, a partir dos quais foram apresentadas diretrizes para o desenvolvimento rural local.

Conforme Silva Neto (2007), a ADSA é feita a partir da aplicação de alguns princípios metodológicos, os quais, sinteticamente, são descritos abaixo:

- efetuar as análises a partir dos fenômenos mais gerais para os particulares, por meio de uma abordagem sistêmica em vários níveis;
- analisar cada nível da realidade especificamente, efetuando uma síntese dos níveis de análise mais abrangentes, antes de passar a analisar os níveis mais específicos;
- priorizar a explicação em detrimento da descrição, privilegiando o enfoque histórico;
- estar atento à heterogeneidade da realidade, evitando interpretações por demais generalizantes que dificultam a elucidação de processos de diferenciação.

A análise econômica dos sistemas de produção é uma etapa essencial do diagnóstico apresentado na metodologia, pois permite: avaliar o potencial de capitalização ou, ao contrário, o de descapitalização de cada categoria de produtor, corroborando ou negando a “pré-tipologia” elaborada anteriormente; estudar com mais profundidade as relações sociais que caracterizam cada tipo de unidade de produção e o sistema agrário como um todo; conhecer os fundamentos econômicos das associações de atividades e das práticas agrícolas adotadas pelos produtores. Cujas avaliações podem ser feitas segundo dois pontos de vista: o do produtor, que se preocupa com a renda agrícola que o sistema de produção pode lhe oferecer; e o da sociedade, que se interessa pela quantidade de riquezas novas geradas pelo sistema de produção.

As informações para o início do estudo foram obtidas por intermédio de dados primários coletados em pesquisa de campo realizada na comunidade rural Bom Jesus, município de Campo Grande/RN; e entrevista histórica feita com um agricultor familiar tradicional (denominado de produtor P), obtendo-se como referência temporal para o levantamento de dados, o ano agrícola de 2013, considerando apenas 4 (quatro) meses de atividades. Obteve-se na pesquisa uma amostra dirigida do sistema de produção (SP) do

produtor P, com a finalidade de comparar os níveis de renda e acumulação e propor alternativas de viabilidade econômica.

Para tanto, este estudo teve como objetivo identificar, caracterizar e avaliar os tipos de subsistemas de produção (SB) e comparar os níveis de produtividade do trabalho agrícola, utilizando a metodologia “Análise Diagnóstico de Sistemas Agrários”, no levantamento da situação ambiental e socioeconômica do produtor P, contribuindo assim, na ordenação de ações prioritárias ao desenvolvimento agrícola deste agricultor.

4.2.1 Procedimentos de avaliação dos resultados do sistema de produção

De acordo com Lima et al (2005) a unidade de produção familiar tem como principal atribuição garantir a reprodução social da família envolvida na atividade produtiva. Em função disso, o produtor familiar organiza seu sistema de produção no sentido de obter uma Renda Agrícola (RA) de modo a remunerar o trabalho familiar.

Para que isto ocorra, o produtor precisa maximizar o Valor Agregado (VA) gerado pela sua unidade de produção. O VA avalia cada atividade produtiva da unidade de produção, mede especificamente, o valor novo gerado durante um ano, a riqueza (LUCCA & SILVA, 2012).

Segundo Ferreira (2001), no processo produtivo, quando o produtor acrescenta trabalho aos insumos e ao capital fixo que dispõe, ele gera nova riqueza, agrega valor a esta mercadoria. Assim, o VA do sistema de produção corresponde à diferença entre o valor produzido e o valor consumido, que pode ser representado pela seguinte Equação 1:

$$VA = PB - CI - D \quad (1)$$

em que:

VA = valor agregado líquido;

PB = produto bruto;

CI = consumo intermediário;

D = depreciação.

O Produto Bruto (PB) representa o valor da produção gerada durante o ano, sendo composto somente pelos produtos e serviços finais, tais como: a produção vendida; a produção consumida pela família; a produção estocada; a produção destinada a pagamento de serviços de terceiros; a variação do rebanho animal e a remuneração de serviços prestados a terceiros pela mão-de-obra familiar. O Consumo Intermediário (CI) representa o valor dos

insumos e serviços destinados ao processo de produção (sementes, fertilizantes, corretivos e etc.). A Depreciação (D) ou consumo de capital fixo corresponde à fração do valor dos meios de produção (máquinas, equipamentos, instalações e etc.). São bens que se desgastam a cada ciclo de produção, por isso, uma fração do valor desses bens é descontada (LUCCA & SILVA, 2012).

Sendo assim, a Renda Agrícola (RA) representa a parte do Valor Agregado (VA) que fica com o agricultor para remunerar o trabalho familiar e aumentar seu patrimônio. Pode ser definida conforme a Equação 2:

$$RA = VA - DVA \quad (2)$$

em que:

DVA = distribuição do valor agregado (impostos, salários, arrendamentos, despesas financeiras, entre outros).

4.3 Horta comunitária utilizando rejeito salino como suporte hídrico

O experimento foi realizado na área lateral da Estação de Tratamento de Água Salobra por Osmose Reversa, situada na comunidade rural Bom Jesus, município de Campo Grande/RN. Para tanto, este resultou na implantação de uma horta comunitária, a partir de princípios sistemáticos de sustentabilidade agrícola em bases ecológicas, tendo como suporte hídrico, o rejeito salino proveniente de dessalinizador.

A metodologia desenvolvida foi o planejamento participativo, ou seja, todas as atividades do estudo foram pensadas e realizadas com a comunidade. O grupo já possuía noções básicas de produção de hortaliças, no entanto, necessitou de capacitações específicas, as quais foram ministradas por equipes técnicas da Universidade Federal Rural do Semi-árido e da Cooperativa de Assistência Técnica e Extensão Rural “Núcleo Sertão Verde”.

Partindo de uma análise do local foi selecionada uma área 12 x 20 m próxima ao dessalinizador (**Figura 4**), onde se construiu uma cerca para isolar a área que é central na comunidade, um viveiro para a produção de mudas de hortaliças e um sistema de irrigação utilizando o rejeito salino como suporte hídrico.



Figura 4. Localização da área de estudo na comunidade de Bom Jesus, Campo Grande, RN: Estação de tratamento da água salina (A) e rejeito salino lançado no solo seguindo o corpo hídrico (B).

Inicialmente foi realizado o preparo da área para o plantio e a construção dos “canteiros inteligentes” com sistema alternativo de distribuição de água por subsuperfície, a fim de evitar o contato direto das hortaliças folhosas com o rejeito salino (**Figura 5A**). Os canteiros foram preenchidos com material vegetal (fibra de coco, restos vegetais, pó de serra etc.), já que se buscava o princípio da redução do potencial matricial do solo, com a finalidade de minimizar os efeitos deletérios do rejeito salino sobre as plantas.

Além disso, foi plantado na metade da área disponível, um coquetel de leguminosas e gramíneas (**Tabela 2**) para a produção de biomassa que serviu, posteriormente, de adubação verde e material orgânico para o solo (**Figura 5B**). Nos “canteiros inteligentes” foram cultivadas hortaliças como alface, cebolinha, coentro, rúcula, pimentão e tomate.

Algumas fruteiras como goiabeira, mamoeiro e acerola também foram plantadas na área, com o intuito de criar uma agrofloresta com a maior diversificação de espécies possível e, assim, reduzir o ataque de pragas e doenças, como também, aumentar a fertilidade e conservar o solo com a adição de matéria orgânica criando um sistema de produção sustentável.

Com a finalidade de produção animal, considerando a maior demanda hídrica e a alta tolerância das gramíneas à salinidade da água, foi construída uma capineira, onde se cultivou capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com sistema de irrigação por sulco, sendo que este foi uma estratégia para impedir que o rejeito salino fosse carreado para o rio (**Figura 6**).

Após a colheita de cada espécie cultivada na horta quantificou-se a produtividade, sendo esta comparada com os valores da literatura no sistema de produção convencional (AYERS & WESTCOT, 1999).



Figura 5. Construção de canteiros com sistema alternativo de distribuição de água (A) e Coquetel de leguminosas e gramíneas para a adubação verde (B).

Tabela 2. Composição e quantidades de sementes das espécies utilizadas no coquetel incorporado ao material de solo.

Leguminosa/gramínea	Quantidade (kg ha ⁻¹)
Milho (<i>Zea mays</i> L.)	24
Feijão-de-porco (<i>Canavalia ensiformes</i> L.)	16
Girassol (<i>Helianthus annus</i> L.)	8
Mamona (<i>Ricinus communis</i> L.)	5
Calopogônia (<i>Calopogonium mucunoides</i> L.)	4
Milheto (<i>Pennisetum glaucum</i> L.)	2
Crotalária Juncea (<i>Crotalaria juncea</i> L.)	10
Crotalária spectabilis (<i>Crotalaria spectabilis</i> L.)	10
Mucuna (<i>Mucuna pruriens</i> L.)	16
Feijão guandu (<i>Cajanus cajan</i> L.)	16
Lab Lab (<i>Lablab purpureus</i> L.)	12
Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i> L.)	3
Feijão moita (<i>Phaseolos vulgaris</i> L.)	12



Figura 6. Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) irrigado por sulco com rejeito salino.

4.4 Produção de mudas de essências florestais irrigadas com efluente da piscicultura

O experimento foi conduzido em casa de vegetação situada no Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas (DCAT), da Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), no município de Mossoró/RN. O objetivo desta pesquisa foi investigar o efeito da utilização do efluente do dessalinizador após utilização nos viveiros de criação de peixes (enriquecido com matéria orgânica) na irrigação de mudas de essências florestais do bioma caatinga.

Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 5 x 3, com 12 repetições; sendo avaliadas 5 espécies nativas do bioma caatinga: Mulungu (*Erythrina velutina* Wild.), Sábia (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.), Angicos (*Albizia polycephala*), Tamarindo (*Tamarindus indica*) e Jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart.), (**Figura 7**), sob efeito da irrigação com água de abastecimento (A_1 – testemunha), rejeito salino proveniente do dessalinizador (A_2) e efluente da piscicultura (A_3).

A semeadura foi realizada em sacos de polietileno com 22 cm de altura e 14 cm de diâmetro. Como substrato foi utilizada uma mistura de esterco e de solo na proporção de 1:2. Foram semeadas 4 sementes por vaso de cada espécie, sendo realizado o desbaste 5 dias após a emergência das plantas. Foram utilizadas 25 plantas de cada essência florestal, num total de 125 plantas cultivadas por 80 dias após a semeadura. O crescimento das essências foi mensurado diariamente, medindo-se a altura das plantas. No final do período foi realizado o corte destas, sendo avaliado o diâmetro do caule (DC) (**Figura 7**), comprimento do caule (CC) (**Figura 7**), comprimento da raiz (CR), massa seca da folha (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca da raiz (MSR). Os dados foram submetidos à análise de variância com o programa SISVAR.

A.



B.



C.



D.



Figura 7. Viveiro de produção de mudas (A) e Vista geral do experimento das espécies florestais (B).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Cultivo de tilápias em viveiros utilizando água de rejeito salino

Os parâmetros físico-químicos monitorados durante a condução do experimento com as tilápias estão dentro das faixas normais para o desenvolvimento da espécie; a concentração de oxigênio dissolvido na água do viveiro variou entre 5 e 6 mg L⁻¹; o pH entre 6 e 9, a temperatura média da água oscilou entre 26 e 27 °C e a condutividade elétrica no intervalo de 6 e 7 dS m⁻¹, estes mantiveram-se nos valores considerados adequados para a espécie, segundo Bock et al. (2007).

Para Schmitt (1993) citado por Cyrino (1998), as concentrações de oxigênio dissolvido (OD) acima de 5,0 mg L⁻¹ são desejáveis para a produção de peixes tropicais e, abaixo deste valor podem levar a uma redução no consumo alimentar, com conseqüente queda no ritmo de crescimento. Além disso, o pH ideal para a maioria das espécies de peixes parece ser na variação de 6 a 8,5. Com relação à salinidade da água dos viveiros, Pereira et al. (2002) apontam que o valor de condutividade elétrica desejável em piscicultura encontra-se entre 2 a 10 dS m⁻¹.

De acordo com Lovshin (1997), o apetite decresce rapidamente à temperatura abaixo de 28 °C e o consumo máximo das tilápias a 22 °C é somente 50 a 60 % do consumo máximo de alimento a 26 °C. Segundo o mesmo autor, as tilápias crescem melhor em temperaturas acima de 25 °C.

A taxa de conversão alimentar obtida foi de 1,5:1; considerada alta de acordo com Lovshin (1997), cujo autor afirma que a obtenção de uma alta taxa de conversão alimentar é fundamental para que o sistema intensivo de criação de tilápias seja economicamente viável. Neste contexto, considerando-se uma conversão alimentar ótima de 1,5, o custo com alimentação seria de R\$ 1,20 kg⁻¹ de peixe (Pereira et al., 2000). Porém, essa taxa varia de acordo com diversos fatores como: sistema de criação, forma do alimento, frequência da alimentação, forma de distribuição do alimento, ambiente de criação, tamanho e sexo dos peixes, densidade de estocagem, qualidade e temperatura da água.

A comercialização das tilápias deu-se por meios do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), uma ação do Governo Federal que colabora com o enfrentamento da fome e da pobreza no Brasil e, ao mesmo tempo, fortalece a agricultura familiar (**Figura 8**). Para isso, o programa utiliza mecanismos de comercialização que favorecem a aquisição direta de produtos de agricultores familiares ou de suas organizações, estimulando os processos de agregação de valor à produção, além de promover a inclusão social no campo.

É importante vislumbrar que, neste programa, a renda com a venda das tilápias fica para a Associação Comunitária de Bom Jesus e o produto é entregue aos próprios moradores da comunidade. Foram comercializados cerca de 390 kg de tilápias, obtendo-se uma renda bruta de R\$ 840,00 (6,00 R\$ kg⁻¹). Com base nas técnicas já estabelecidas, as tilápias atingiram o tamanho comercial de aproximadamente 500 gramas cada uma. Na densidade de 200 tilápias m⁻³, pode-se estimar uma produção de aproximadamente 60 a 100 kg m⁻³ e de 240 a 400 kg de peixe tanques⁻¹.

Constatou-se que, a aquicultura, especificamente a criação de tilápias é uma das alternativas para dispor o rejeito da dessalinização da água salobra nas comunidades rurais, uma vez que a espécie é, comprovadamente, tolerante à alta salinidade da água. Outras experiências com êxito em cultivo de tilápias com água de elevada salinidade são reportadas na literatura.

Lucas (2012), relata os benefícios do projeto de criação de tilápias com água salina em Caatinga Grande, São José do Seridó/RN, em que foram registrados, após 1 ano de implantação, uma produção de 70 kg de peixe com geração de renda de R\$ 2.650,00.



Figura 8. Entrega das tilápias pela Associação Comunitária de Bom Jesus, após a comercialização no Programa de Aquisição de Alimentos.

5.2 Parâmetros analisados na biometria

Constatou-se que o peso médio das 135 tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivadas com rejeito salino foi de 500 g (biomassa de 7%) em 120 dias de experimento, o que proporcionou além da geração de renda, oferta de proteína para as famílias da comunidade. É importante destacar que durante o ciclo de cultivo, em semanas não foram realizadas biometrias, o que não prejudicou a coleta de dados. Vale salientar também que, no início do ciclo de cultivo, os peixes foram introduzidos no viveiro com um peso médio de 90

g, portanto, no referido experimento, a idade dos peixes não é igual ao tempo de cultivo, pois, estes chegaram à comunidade alevinões.

Com isso, observou-se que, alguns experimentos utilizando tanques-rede para a criação de tilápia da linhagem Chitralada, em água doce, encontraram pesos médios inferiores aos obtidos na presente pesquisa. Caraciolo et al. (2000) ao testarem diferentes densidades de estocagem, em 144 dias, encontraram pesos médios que variaram entre $271,11 \pm 90,05$ e $306 \pm 93,56$ g. Caraciolo et al. (2001) avaliaram a influência de duas rações comerciais, onde ao final de 176 dias, os pesos foram de 421,3 e 593,01 g. Vilela et al. (2003), testando diferentes níveis proteicos na ração, encontraram pesos médios que variaram de 375,47 a 423,25 g após 93 dias de cultivo.

Godoy et al. (2003a), ao avaliarem a influência do formato dos tanques-rede encontraram, após 90 dias de cultivo, médias de 436,22 a 449,74 g. Em outro experimento desenvolvido durante 90 dias por Godoy et al. (2003b), visando descobrir se a profundidade dos tanques-rede exercia influência no desempenho da tilápia, estes encontraram pesos médios que variaram de 381,86 a 449,74 g. De acordo com os dados evidenciados nas pesquisas supracitadas verificou-se que, ao longo dos quatro meses de cultivo, a espécie estudada apresentou índices de desenvolvimento satisfatórios em termos do parâmetro peso médio.

Verificou-se ainda que, a diminuição do oxigênio dissolvido (OD) no viveiro, aos 112 dias de cultivo, influenciou no parâmetro largura, tendo em vista que, os maiores peixes foram afetados (mortalidade), pois, estes necessitam de uma quantidade superior de OD para sobreviverem.

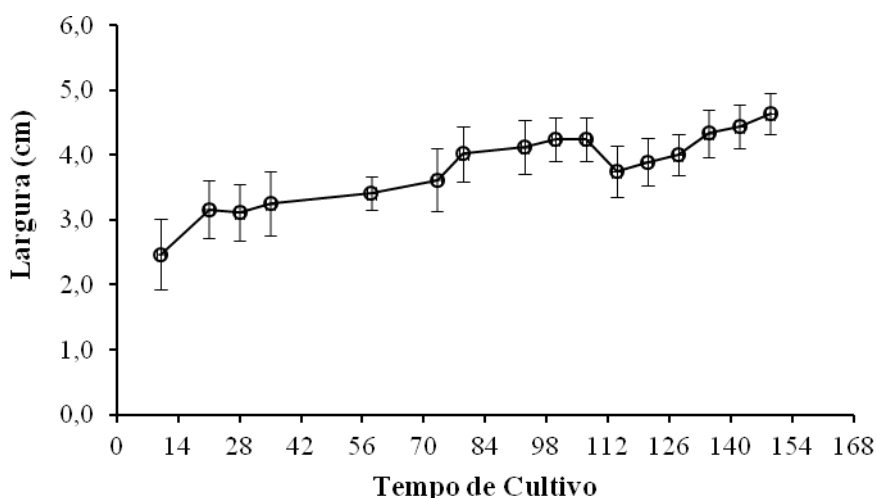


Figura 9. Largura da tilápia do Nilo, a partir do décimo dia após o povoamento do viveiro.

Identificou-se que, os peixes apresentaram um desenvolvimento positivo no tocante ao parâmetro altura (**Figura 10**), não havendo tanta diferença mesmo no período que aconteceu mortalidade destes. O mesmo resultado pode ser considerado para o comprimento da cabeça das tilápias, conforme a **Figura 11**.

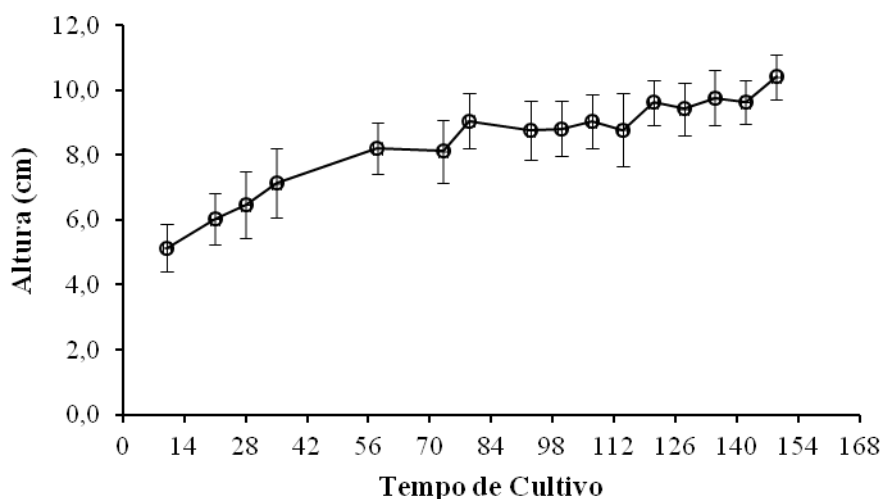


Figura 10. Altura da tilápia do Nilo, a partir do décimo dia após o povoamento do viveiro.

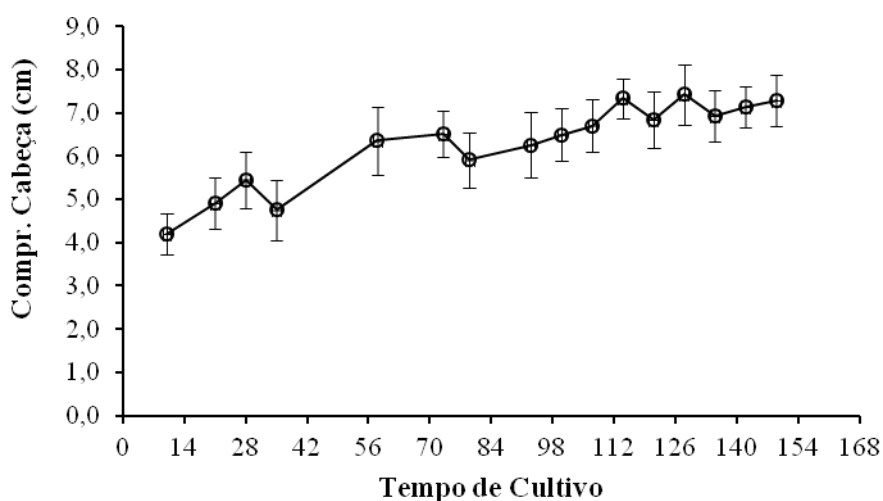


Figura 11. Comprimento da cabeça da tilápia do Nilo, a partir do décimo dia após o povoamento do viveiro.

Com os resultados obtidos na amostragem biométrica tornou-se possível realizar análise das seguintes relações: largura/peso médio, altura/peso médio e, por fim, comprimento padrão e total/peso médio. Vale salientar também, dificuldades observadas no decorrer do cultivo, tais como: irregularidades na frequência de arraçoamento, inexistência de técnicas de seleção do cultivo e variação de peixes por classes de tamanho em um mesmo viveiro.

O desenvolvimento da tilápia do Nilo no tocante à relação largura/peso médio apresentou diferentes comportamentos, como pode ser verificado na **Figura 12**. Isto é, a referida linhagem iniciou o cultivo com o parâmetro largura apresentando desenvolvimento superior ao constatado no peso médio e, ao término do cultivo, para ambos os parâmetros, de acordo com a **Figura 12**, foram evidenciados valores com tendência de desenvolvimento equivalente.

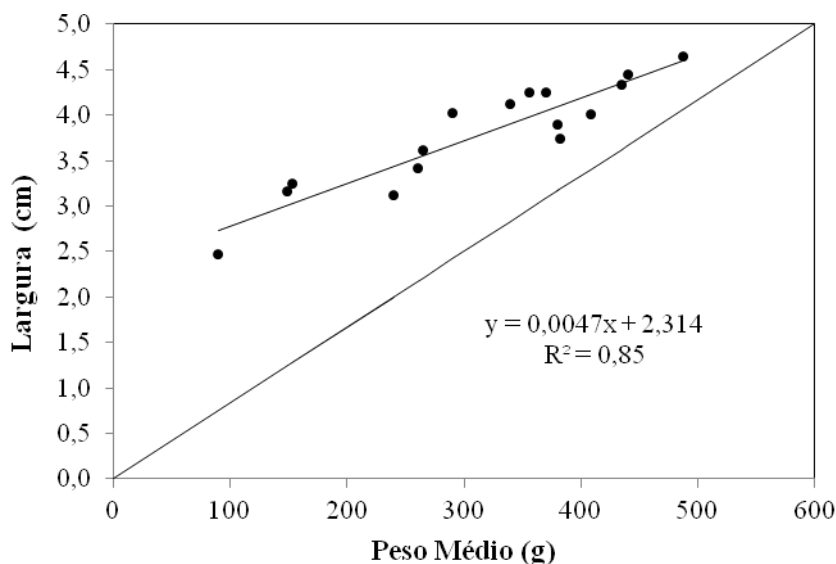


Figura 12. Relação largura/peso médio com o cultivo de tilápia do Nilo com água salobra em viveiro.

Identificou-se que, no início do ciclo de cultivo, a espécie estudada apresentou índices de desenvolvimento de altura superiores aos verificados para o peso médio. No entanto, quando a tilápia atingiu peso médio acima de 300 g, os níveis de desenvolvimento da relação altura/peso médio mostraram um aumento proporcional, como pode ser visualizado na **Figura 13**.

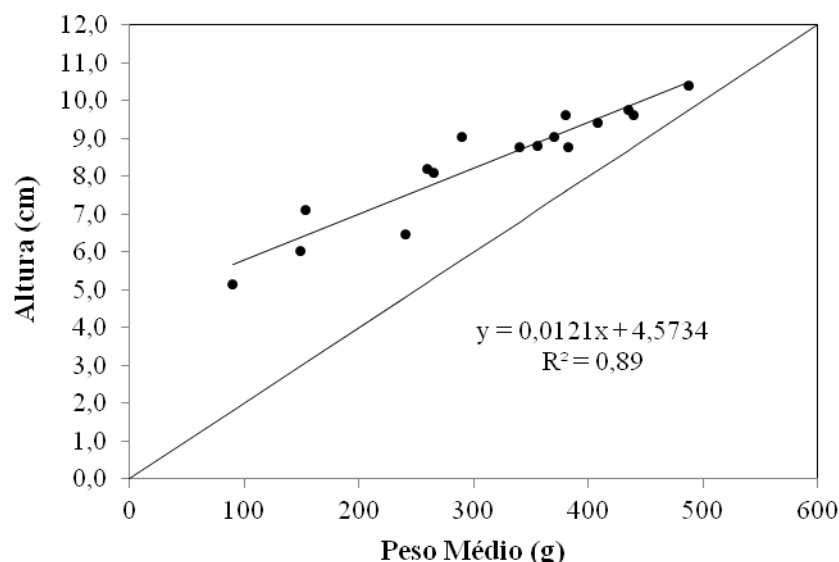


Figura 13. Relação altura/peso médio com o cultivo de tilápia do Nilo com água salobra em viveiro.

Na **Figura 14** observou-se correlação linear positiva para ambos os comprimentos, onde o comprimento padrão obteve ($R^2 = 0,93$) e o comprimento total ($R^2 = 0,91$). Constatou-se ainda que, no presente estudo foram alcançados níveis médios de comprimento total superiores aos encontrados por Zanoni et al. (2000), quando observou no cultivo de tilápias do Nilo em gaiolas com água doce que, ao final do experimento, as tilápias das variedades tailandesa, híbrida e local apresentaram comprimento médio de $15,57 \pm 0,83$, $14,65 \pm 0,76$ e $14,59 \pm 0,69$ cm, respectivamente.

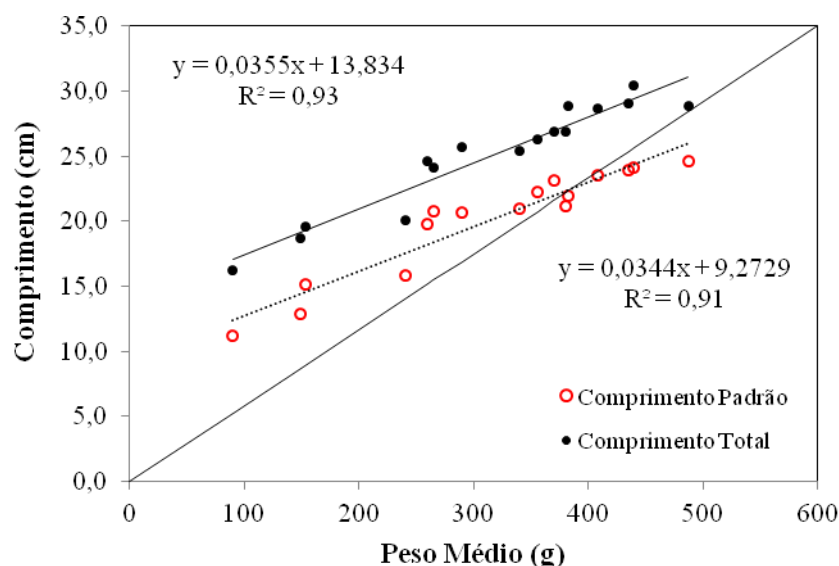


Figura 14. Relação comprimento padrão e total/peso médio com o cultivo de tilápia do Nilo com água salobra em viveiro.

5.3 Análise comparativa dos resultados econômicos dos sistemas de produção

O produtor P, agricultor familiar tradicional, recebe transferência governamental (TG) – aposentadoria – e pratica atividades voltadas à agricultura, pecuária e piscicultura. O meio rural no qual está inserido o agricultor entrevistado configura-se, essencialmente, com base familiar, apresentando: a) SB Criação de animais (bovino e caprinos); b) SB Roçado (plantio de capim); c) SB Quintal (criação de galinhas) e; d) SB Criação de peixes: o referido subsistema foi introduzido na UTf do produtor P com a finalidade de analisar a viabilidade econômica e socioambiental do cultivo de tilápias do Nildo (*Oreochromis niloticus*) com rejeito salino de dessalinizador em viveiro.

Nessa lógica, segundo Piraux & Bonnal (2009), reconhece-se a importância, além dos aspectos econômicos, das dimensões social e ambiental da agricultura familiar, e considera-se indispensável à integração dessas três dimensões para que se observe um processo de desenvolvimento territorial sustentável.

Considerando a Unidade de Trabalho familiar (UTf) total deste agricultor, a ocupação da mão de obra por subsistema (SB) distribui-se da seguinte forma: 45% do tempo gasto destinam-se à criação de animais (bovino e ovinos); 25% ao cultivo do SB peixes; o roçado (plantio de capim) e o quintal (criação de galinhas) ocupam 20 e 10%, respectivamente (**Tabela 3**).

Tabela 3. Unidade de trabalho familiar do produtor P

Subsistemas / Atividades	UTf (Agricultor)
SB Criação de animais (bovino e caprinos)	0,45
SB Roçado (plantio de capim)	0,20
SB Quintal (criação de galinhas)	0,10
SB Criação de peixes	0,25
TOTAL	1,00

Fonte: Pesquisa de campo, 2013.

A **Figura 15** apresenta um fluxograma representativo da Unidade de Trabalho familiar (UTf) do produtor P, o qual é composto por quatro subsistemas e considerado pouco integrado internamente devido à ocorrência de apenas uma seta interligando os mesmos. Essa ligação interna verifica-se apenas entre o SB Criação de Animais e o SB Roçado. Nesse caso, o plantio de capim (SB Roçado) é direcionado à alimentação de animais (SB Criação de Animais) do produtor P.

Conforme a distribuição das setas no fluxograma abaixo (**Figura 15**) identificou-se que o SB Criação de peixes apresenta-se como o único subsistema que acrescenta renda ao produtor P. Visualiza-se com isso, segundo Igarashi (2003) que, a piscicultura contribui na fixação do homem em sua própria região, diminuindo a necessidade de migrar à procura de alternativas de trabalhos em outras localidades.

Vale destacar também que a referida atividade econômica revela-se como uma alternativa de geração de emprego e renda e de conservação ambiental, uma vez que o cultivo de peixes em viveiro utilizando rejeito salino proveniente da dessalinização por osmose reversa pode ser implantado de maneira ecologicamente equilibrada e economicamente viável na agricultura familiar.

Embasado nesse contexto verifica-se que, o desenvolvimento de ações sustentáveis de produção e renda no rural necessita de estratégias efetivas de planejamento e implementação de políticas públicas, apropriadas à realidade dos agricultores familiares.

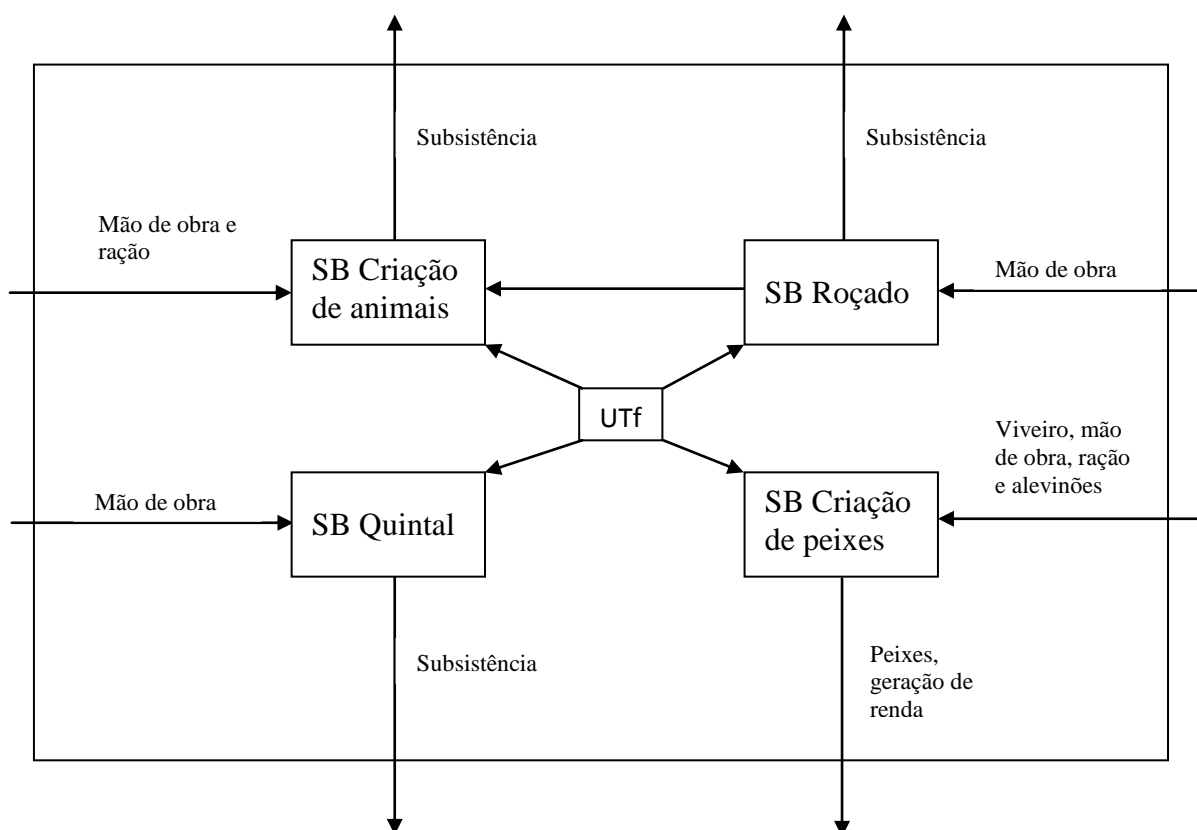


Figura 15. Fluxograma representativo da Unidade de Trabalho familiar (UTf) do produtor P.

Além de se fazer a análise da integração existente dos diversos subsistemas de produção, da ocupação e da composição da renda familiar, é importante calcular o valor da RA total, incluindo o valor do auto-consumo em relação à UTf e à área utilizada na produção (ha). Quanto maior for a RA/UTf e menor a área utilizada (ha), o subsistema de produção é

mais intensivo na utilização dos meios de produção (terra, trabalho, equipamentos) (LIRA, 2010).

A partir da análise econômica, segundo informações da **Tabela 4**, podem ser visualizadas informações relevantes quanto à Renda Agrícola e suas relações quanto à utilização da mão de obra e à área de cada subsistema.

Observa-se na **Tabela 4** que, a renda agrícola do produtor P, durante os 4 meses do estudo, é de R\$ 152,90, o que corresponde a uma renda agrícola mensal de R\$ 38,23. Segundo dados apresentados na referida tabela, vale destacar ainda que, dos subsistemas analisados, somente o SB Criação de peixes constitui renda agrícola significativa para este agricultor; os demais aparecem com renda agrícola negativa. Com isso evidencia-se a importância da continuidade e expansão desta atividade aquícola.

Outro fator importante que deve ser considerado pelo produtor, segundo Silva (2008) é a depreciação dos ativos que compõem o seu SP. Porque apesar dos bens não serem totalmente consumidos no processo, eles são parcialmente transformados, uma vez que sofrem desgaste e perdem valor anualmente.

Tabela 4. Renda agrícola do produtor P

Subsistemas	Área (ha)	Utf	PB (R\$)	CI (R\$)	D (R\$)	SA (R\$)	RM (R\$)	PB (R\$) AC	RA (R\$)
SB Criação de animais (bovino e caprinos)	2,5	0,45	-135,00	0,00	0,00	0,00	-135,00	0,00	-135,00
SB Roçado (plantio de capim)	0,00726	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SB Quintal (criação de galinhas)	0,01	0,10	-100,00	0,00	0,00	0,00	-100,00	0,00	-100,00
SB Criação de peixes	0,00968	0,25	387,90	0,00	0,00	0,00	387,90	0,00	387,90
TOTAL	2,52494	1,00	152,90	0,00	0,00	0,00	152,90	0,00	152,90

Fonte: Pesquisa de campo, 2013.

Em que:

$$VA = PB - CI - D;$$

$$RA = VA - CI - D.$$

Segundo a metodologia “Análise Diagnóstico de Sistemas Agrários”, a composição dos subsistemas distintos segue uma ordem crescente de intensidade, pois, o produtor tende a destinar uma maior área possível ao subsistema mais intensivo para, então, definir a área do

sistema menos intensivo, considerando-se os limites impostos pela mão-de-obra e equipamentos disponíveis.

Em ordem decrescente, os subsistemas que apresentam maior produtividade do trabalho (RA/UTf) são: SB Criação de peixes, SB Roçado, SB Criação de animais e SB Quintal. No que diz respeito ao indicador RA/ha, o qual mostra a produtividade por área cultivada, o SB Criação de peixes prevalece liderando a maior produtividade/ha (**Tabela 5**).

Tabela 5. Produtividade dos subsistemas SP

Subsistemas	Área (ha)	UTf	RA (R\$)	RA/ha (R\$)	RA/UTf (R\$)	RA/ha/UTf (R\$)
SB Criação de animais (bovino e caprinos)	2,5	0,45	-135,00	-54,00	-300,00	-120,00
SB Roçado (plantio de capim)	0,00726	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
SB Quintal (criação de galinhas)	0,01	0,10	-100,00	-12500	-1000,00	-125000,00
SB Criação de peixes	0,00968	0,25	387,90	40072,314	1551,60	160289,26
TOTAL	2,52494	1,00	152,90	60,555894	152,90	60,56

Fonte: Pesquisa de campo, 2013.

Quando se observa a eficiência na referida unidade produtiva tem-se uma mão de obra predominantemente familiar. O tamanho das parcelas dos subsistemas varia de 0,00726 ha a 2,5 ha, sendo que o SB Roçado ocupa a menor área (0,00726 ha), o SB Criação de peixes corresponde a 0,00968 ha, o SB Quintal ocupa 0,01 ha e, por fim, o SB Criação de animais (2,5 ha) que ocupa a maior área.

Para tanto, identificou-se que, o SB Criação de animais (bovino e caprinos), representante da maior área, possui uma renda agrícola negativa, correspondente a R\$ -135,00 de custo ao produtor P durante os quatro meses analisados e, por isso, não gera um produto bruto. Para 2,5 ha ocupados por esse subsistema utiliza-se 0,45 da Unidade de Trabalho familiar, sendo o que mais demanda mão de obra dentre os demais.

Vale salientar ainda que, o SB Criação de peixes aparece como o 2º menor em termos de área (ha), entretanto, pode ser considerado o subsistema mais eficiente no que se refere à produtividade, pois, aparece superior aos demais no indicador RA/ha/UTf. Nesse contexto, Santos et al. (2011) destacam que, um aspecto positivo de trabalhar com a piscicultura é que ela pode ser uma boa alternativa a ser explorada pela agricultura familiar, e pode ser um bom empreendimento rural, que sabendo usar de forma correta pode gerar alta lucratividade e rápido giro financeiro para a empresa.

Observa-se com os dados apresentados na **Tabela 6** que, o cultivo de peixes pelo produtor P - embora apresente resultados econômicos satisfatórios - está em fase inicial, de adquirir experiência. No entanto, entende-se que, no futuro a renda pode melhorar ainda mais, tendo em vista que o produtor vai dominar o manejo e também o mercado consumidor local de tilápia.

Esse quadro pode ser entendido conforme Couto Filho (2007), cujo autor explica uma das mudanças que vem ocorrendo no meio rural brasileiro: o crescimento das chamadas novas atividades agropecuárias. Estas atividades, normalmente, são intensivas em mão-de-obra e buscam produzir para nichos de mercado. Dentre as quais, está a aquicultura, que a exemplo do que ocorre com as atividades não-agrícolas, vêm ocupando a mão-de-obra oriunda das atividades agropecuárias tradicionais e aumentando/complementando a renda familiar (COUTO FILHO, 2007).

Nesse contexto, torna-se notório que, o agricultor deve estar atento aos meios de comercialização existentes em sua localidade para conseguir ampliar sua geração de renda. No caso do produtor P, este conseguiu comercializar a produção de peixes num preço justo (R\$ 6,00/Kg), a partir das políticas governamentais disponíveis. Outro aspecto fundamental para a melhoria da renda e, conseqüentemente, da qualidade de vida do agricultor é trabalhar com diversificação e atividades concentradas.

Isto é, considerando o exemplo do cultivo de peixes em pequeno espaço (viveiro), constatou-se que, um agricultor é suficiente para dar conta de todas as atividades diárias. Em contrapartida, observa-se como exemplo o cultivo de hortas. Antigamente, produzia-se em áreas maiores, em virtude da quantidade elevada de filhos; hoje, a realidade é outra. Com isso, entende-se a vantagem de produzir em uma pequena área, tornando as atividades mais produtivas e eficazes do que antigamente, cujo ponto pode ser considerado como o novo caminho a ser trabalhado pela agricultura familiar.

Tabela 6. Produtividade dos subsistemas SP por eficiência

Subsistemas	Área (ha)	RA/ha/UTf (R\$)
SB Criação de animais (bovino e caprinos)	2,5	-120,00
SB Roçado (plantio de capim)	0,00726	0,00
SB Quintal (criação de galinhas)	0,01	-125000,00
SB Criação de peixes	0,00968	160289,26

Fonte: Pesquisa de campo, 2013.

Para tanto, Schneider et al. (2009) coloca que, a diversificação se insere na promoção do desenvolvimento rural *per se*, o que implica na ampliação das condições de acesso a formas

de trabalho e produção agrícolas e não-agrícolas, que reduzem a dependência dos agricultores a um único tipo de cultivo, sistema de produção ou fonte de renda.

Vale ressaltar que a metodologia abordada permite visualizar tanto os sistemas agrícolas quanto os não-agrícolas, além de possuir uma visão ampla do que é a atividade gerada por um agricultor familiar. Dessa forma, observa-se que, as análises econômicas nos experimentos em sistemas agrícolas são essenciais, principalmente, tendo como referência o Guia Metodológico da FAO/INCRA, o qual permite identificar quase todas as variáveis.

Tabela 7. Frequência acumulada dos subsistemas SP

Subsistemas	Área (ha)	RA/ha/UTf (R\$)
SB Criação de animais (bovino e caprinos)	2,5	-120,00
SB Roçado (plantio de capim)	0,00726	-120,00
SB Quintal (criação de galinhas)	0,01	-125120,00
SB Criação de peixes	0,00968	35169,26

Fonte: Pesquisa de campo, 2013.

Observa-se que, a composição da renda familiar do produtor P (**Tabela 8**) pode ser considerada heterogênea, pois, a mesma é constituída em torno de 5% pela renda agrícola (RA) e de, aproximadamente, 95% de renda não-agrícola (RNA), esta última sendo representada por aposentadoria. Logo, a participação da RNA em relação a RA é superior e significativa, logo, o alto percentual da renda não-agrícola do produtor P é oriundo de TG.

Torna-se importante salientar que, nas últimas décadas, as políticas públicas voltadas ao meio rural, especialmente, aquelas destinadas à agricultura familiar sofreram significativas transformações. Nesse contexto, com a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, a aposentadoria rural, que até então era restrita, passou por um processo de universalização.

Logo, o benefício foi ampliado para grupos de pessoas que antes não eram contemplados, além de ter seu valor mensal alterado de meio para um salário mínimo. Com isso, o número de beneficiários aumentou satisfatoriamente e muitos idosos passaram a encontrar na aposentadoria rural, uma alternativa de permanência na área rural, além de melhores condições de vida.

Augusto & Ribeiro (2006) acrescentam que, com a regularidade do benefício, o aposentado rural consegue crédito e confiabilidade por parte das instituições financeiras e de comércio, que além de facilitarem a aquisição de bens, devolvem ao idoso o sentimento de credibilidade e utilidade, bem como, a sua autoestima. Os efeitos benéficos vão muito além do

material, pois, envolvem uma série de fatores de diferentes naturezas, inclusive assegurando ao idoso o direito de cidadania.

De acordo com Silva (2008), um fator significativo para a formação da renda deve-se à integração entre os subsistemas, isto é, os SP mais integrados, geralmente, aproveitam melhor os recursos naturais, o que possibilita maior renda e menor dependência do mercado de insumos. Para o produtor P do presente estudo identificou-se pouca integração entre os subsistemas. Contudo, a autora supracitada aponta também que, em sua pesquisa ao relacionar renda agrícola com integração não foi confirmada a hipótese que maior nível de integração implica maiores rendas, pois, quatro produtores classificados como pouco integrados receberam renda agrícola superior ao produtor tido como integrado.

Com a análise dos subsistemas de produção (SP) - SB Criação de animais (bovino e ovinos), SB Roçado (plantio de capim), SB Quintal (criação de galinhas) e SB Criação de peixes – e considerando-se os quatros meses do ano agrícola estudado percebeu-se que, o SB Criação de peixes, o qual foi introduzido recentemente, destacou-se entre os demais no tocante à composição da renda agrícola do produtor P, sendo este o que gera maior renda.

Fazendo uma simulação da renda agrícola do produtor P acumulada para um período de 01 ano, observa-se que o mesmo vai ganhar com o SB Criação de peixes o equivalente a R\$ 1163,70/ano. Com isso, verifica-se de acordo com Schneider et al. (2009) que, a diversificação implica, por fim, em expandir a base da economia local, gerar efeitos agregados sobre o espaço local em que este processo ocorre, gerando uma dinâmica que vai acionando outros setores e atividades do tecido produtivo, o que permite diversificar o território e o espaço rural como um todo.

Tabela 8. Composição da renda familiar do produtor P

Renda agrícola e não-agrícola	Renda (R\$)	Renda (%)
Renda agrícola (considerando 4 meses)	152,9	5,35195
Renda não-agrícola (aposentadoria 4 meses)	2704,00	94,648
Renda familiar total	2856,90	100
Composição da renda	Renda (R\$)	Renda (%)
SB Criação de animais (bovino e caprinos)	-135,00	-88,29
SB Roçado (plantio de capim)	0,00	0,00
SB Quintal (criação de galinhas)	-100,00	-65,4
SB Criação de peixes	387,90	253,69
Renda familiar total	152,90	100

Fonte: Pesquisa de campo, 2013.

Em síntese, de um lado, tem-se a questão da renda agrícola, cada vez mais insuficiente para manter a família e, de outro, há uma pressão pela liberação da força de trabalho em várias operações de cultivo, que eram intensivas em mão-de-obra. Estes acontecimentos estão levando os habitantes do mundo rural a procurarem e a implementarem outras atividades, não-agrícolas, que complementem a renda advinda da agricultura e ocupe a mão-de-obra disponível. Ou seja, a agricultura está-se convertendo em uma atividade de tempo parcial (COUTO FILHO, 2007).

5.4 Horta comunitária utilizando rejeito salino como suporte hídrico

A execução do projeto de hortas possibilitou impactos significativos nos aspectos socioeconômico, técnico-científico e ambiental da comunidade, com unidades de captação e tratamento de água salobra. Foi promovido um diálogo entre as famílias envolvidas na pesquisa com a finalidade de discutir os benefícios do sistema de cultivo implantado na comunidade, visando à continuidade da iniciativa pelos comunitários, além de mostrar e debater alternativas de reuso do rejeito salino.

As produtividades das hortaliças cultivadas com rejeito salino e a perda de produção em sistema convencional estão dispostas na **Tabela 9**. Pode-se constatar que houve perdas de produtividade em todas as espécies cultivadas com água de rejeito salino, sendo registradas perdas relativas entre 20,0 a 26,7% em relação aos cultivos tradicionais com a utilização de água de boa qualidade para a irrigação. Entretanto, as perdas de produção das hortaliças pelos efeitos da salinidade do rejeito salino são compensatórias pelos ganhos obtidos da opção de dispor adequadamente o rejeito da dessalinização, minimizando os impactos ambientais pela sua deposição no solo e nos cursos d'água.

Ainda em relação à **Tabela 9**, verifica-se que o teor de proteína bruta do capim elefante aumentou com o uso do rejeito salino em relação ao cultivo tradicional, embora com perdas na porcentagem de matéria seca. Com relação ao cultivo de girassol no coquetel de leguminosas e gramíneas para a adubação verde, foi observado que, a produção de biomassa desta cultura foi superior em relação às demais espécies (**Figura 16**), sendo registrados 7,8 ton ha⁻¹ de fitomassa seca. Este fato deve-se, provavelmente, a alta tolerância à salinidade desta espécie, conforme reportado na literatura (ANDRADE et al., 2012). A partir desta constatação, discutiram-se as potencialidades e a importância econômica da cultura do girassol, sendo definidas investigações futuras com a perspectiva de reuso do rejeito salino.

A implantação da horta na comunidade teve grande êxito, especialmente por que desmistificou a cultura dos moradores de que rejeito da dessalinização da água era inadequado

para qualquer fim e, com isso, despertou a curiosidade de cultivá-las usando o rejeito salino. Pode-se constatar, também visualmente, o desempenho de algumas hortaliças como coentro, pimentão e tomate (**Figura 16**).

Atualmente, o projeto é desenvolvido pelo mesmo grupo de agricultores da comunidade, tendo pouca intervenção da Universidade, dada a experiência adquirida pelo grupo. A área do projeto inicial foi ampliada e esta dispõe de uma diversidade de hortaliças e fruteiras. A produção excedente é vendida na comunidade e em uma feira de agricultura familiar. Os recursos oriundos das vendas do excedente são para cobrir os custos com as despesas provenientes da produção.

Tabela 9. Produtividade média das hortaliças produzidas com rejeito salino e qualidade da forragem em relação aos cultivos com água de boa qualidade

Espécies	Rejeito salino	Água boa	Perda relativa (%)
Alface (fitomassa)	72 g planta ⁻¹	98 g planta ⁻¹	26,53
Tomate (n° frutos)	27 frutos planta ⁻¹	36 frutos planta ⁻¹	25,00
Pimentão (fitomassa)	43,1 g fruto ⁻¹	57,7 g fruto ⁻¹	25,30
Coentro (fitomassa)	0,32 kg m ⁻²	0,40 kg m ⁻¹	20,00
Girassol (fitomassa)	7,8 ton ha ⁻¹	-	-
Capim elefante:			
Matéria seca	80,5 %	90,5 %	11,04 %
Proteína bruta	9,5 %	4 %	-

Fonte: Pesquisa de campo, 2013.



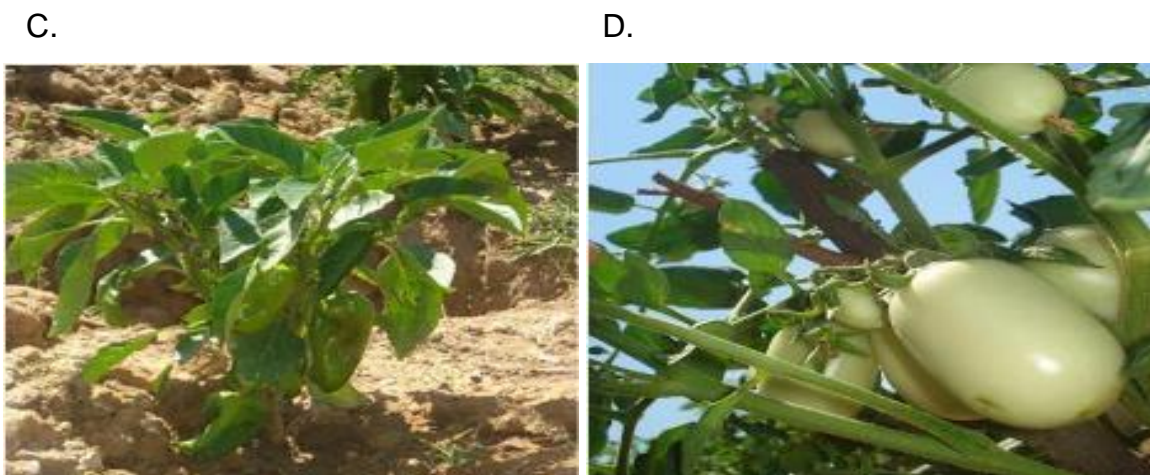


Figura 16. Desempenho do girassol (A), coentro (B), pimentão (C) e tomate (D).

5.5 Produção de mudas de essências florestais irrigadas com água de abastecimento, rejeito salino e efluente da piscicultura

Para o diâmetro do caule não houve diferença significativa entre os tipos de água, porém, as mudas de Mulungu foram superiores às demais espécies. Para comprimento do caule, houve diferença entre os tipos de água apenas para o Sabiá, Jucá e Mulungu; sendo que o uso de água de abastecimento (A_1) na irrigação proporcionou maior CC em todas as espécies estudadas, embora não diferindo dos tratamentos irrigados com água de rejeito (A_2) para a espécie Jucá e água de efluente da piscicultura (A_3) para a espécie Mulungu (**Figura 17**).

Com relação ao comprimento da raiz, as mudas de Sabiá mostraram-se inferiores às demais espécies, embora não diferindo, estatisticamente, entre as águas utilizadas na irrigação.

Observou-se que a massa de matéria seca das folhas de Tamarindo, Sabiá e Mulungu não diferiram quando irrigadas com A_2 e A_3 , sendo A_1 o tratamento que proporcionou maior produção de MSF das espécies. No tocante à massa seca do caule, não houve diferença significativa entre as águas de irrigação para as espécies estudadas, exceto para o Mulungu (**Figura 17**). Verificou-se ainda que, a variável matéria seca da raiz não diferiu, estatisticamente, com relação aos tipos de água de irrigação. Todavia, a espécie Mulungu apresentou quantidade superior de massa de MSR comparando com as demais.

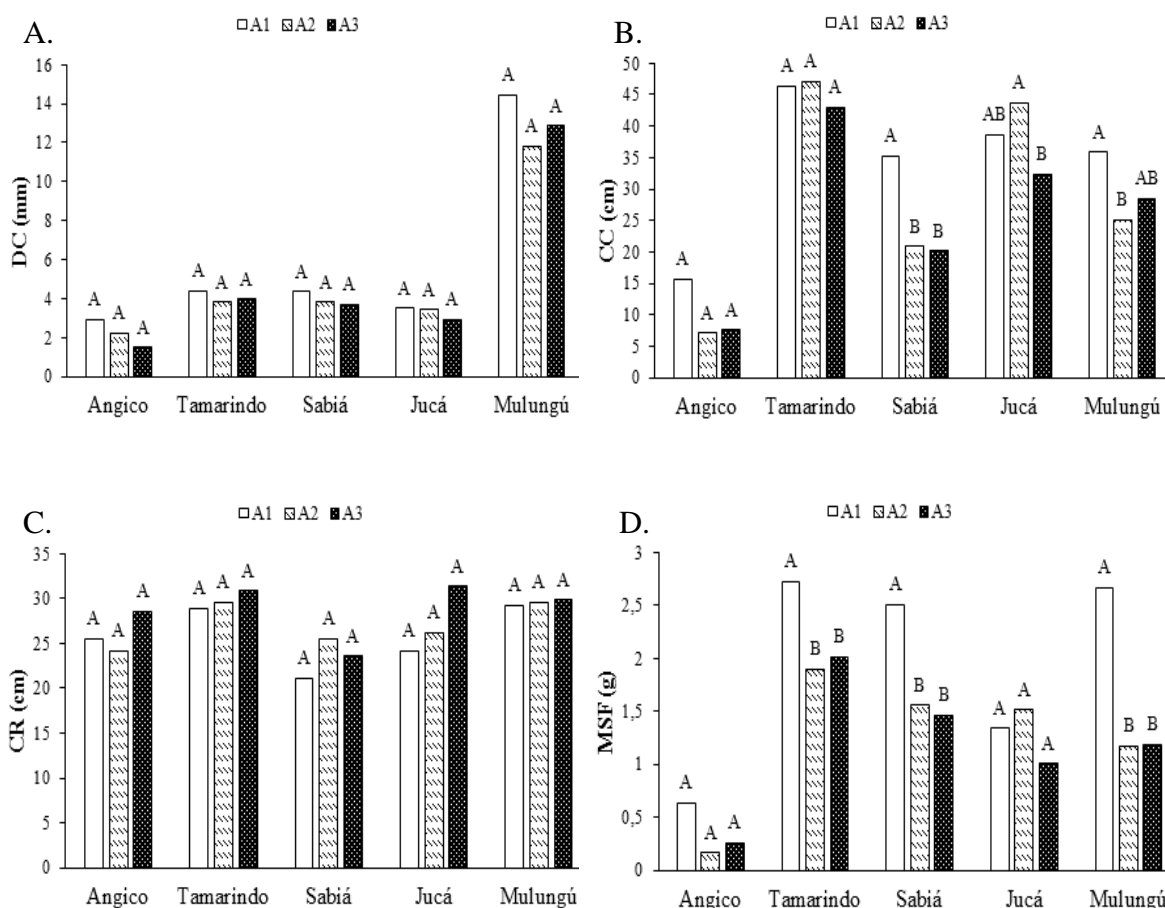
Constatou-se também que, a tolerância à água de rejeito ou de efluente depende da espécie, embora, todas as espécies estudadas desenvolveram-se satisfatoriamente, mesmo em condições de alta salinidade. Considerando estes resultados, observa-se que o cultivo de espécies arbóreas pode ser uma alternativa promissora para a reintegração de solos salinizados

à exploração agrícola. Tendo em vista, conforme Santos & Tertuliano (1998) que os efeitos benéficos da implantação de árvores nesses solos explicam-se pelo fato de que seu sistema radicular atinge camadas mais profundas, aumentando a permeabilidade do solo e a lixiviação dos sais.

Tabela 10. Resumo da análise de variância para diâmetro do caule (DC), comprimento do caule, comprimento da raiz (CR), massa seca da folha (MSF), do caule (MSC) e da raiz (MSR).

F.V	Gl	Quadrado médio					
		DC	CC	CR	MSF	MSC	MSR
Águas	2	4,35**	258,76**	35,00 ^{ns}	2,85**	4,83**	1,88**
Espécies	4	172,69**	1631,81**	61,83**	4,53**	28,63**	1,90**
Águas*Espécies	8	0,85 ^{ns}	58,22*	9,59 ^{ns}	0,33*	2,32**	0,21 ^{ns}
Erro	30	0,69	19	12,08	0,11	0,18	0,14
CV		15,76	14,65	12,79	23,39	25,5	34,49

(*), (**) Significativo a 1 e a 5 % de probabilidade.



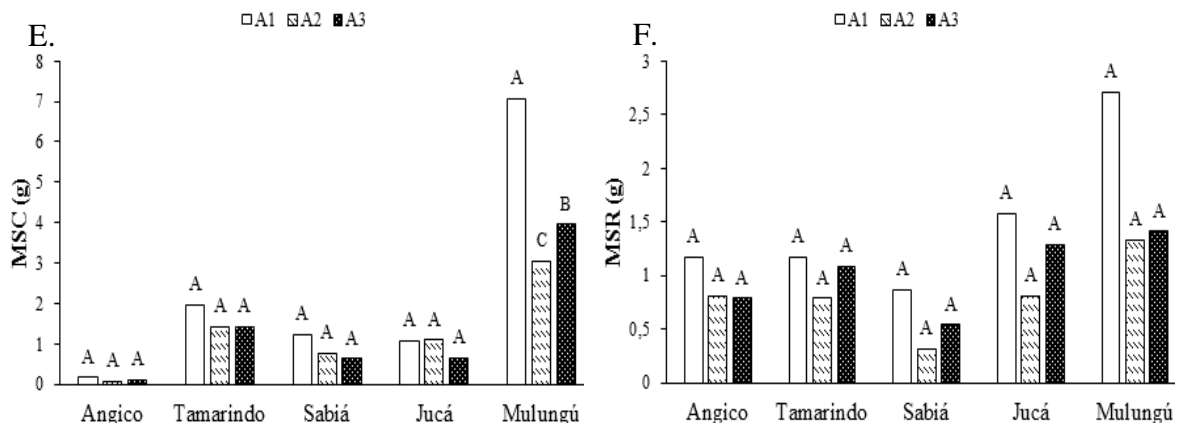


Figura 17. Avaliação do diâmetro do caule (A), comprimento do caule (B), comprimento da raiz (C), massa seca da folha (D), do caule (E) e da raiz (F) em função da aplicação de diferentes tipos de águas: água de abastecimento (A₁), rejeito salino (A₂) e efluente da piscicultura (A₃).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão dos recursos hídricos envolve duas dimensões significativas: a primeira refere-se à quantidade de água e a segunda está relacionada à qualidade da água. Ao analisar essas duas dimensões observa-se a importância de pesquisas que apresentam possibilidades técnicas de reuso da água e apontam a viabilidade desse processo para a produção agrícola familiar, com vista à geração de renda em comunidades rurais.

São notórios os benefícios socioambientais e econômicos do estudo, tais como: redução dos riscos de poluição e/ou contaminação ambiental, decorrente da destinação do rejeito para fins de produção vegetal e animal, bem como, economia com os gastos provenientes da alimentação animal e, por fim, melhorias na qualidade de vida da população local.

As ações desenvolvidas na comunidade colaboraram significativamente com a gestão participativa das águas residuárias e com a potencialização da geração de renda e de alimentos, por meio da inovação e da diversidade de atividades que poderão ser desenvolvidas pelas famílias, além de contribuir para a conservação ambiental de dois importantes recursos naturais: o solo e a água.

O cultivo de tilápias em viveiro e a produção de hortaliças orgânicas utilizando o rejeito salino mostraram-se viáveis no referido estudo, tendo o acréscimo de fortalecer a agricultura familiar da localidade, proporcionando assim, segurança alimentar e ganhos socioambiental para os agricultores.

Obteve-se peso médio das tilápias foi de 500 g com elevada taxa de conversão alimentar (1,5:1), proporcionando aumento na renda e oferta de proteína para as famílias da comunidade.

O subsistema criação de peixes ocupa a segunda menor área entre as atividades desenvolvidas na comunidade e o mais eficiente refere à produtividade.

A produção de mudas de essência da caatinga utilizando o rejeito salino é viável, porém, o desempenho depende da tolerância à salinidade da espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amorim, M. C. C.; Porto, E. R.; Araújo, O. J.; Silva Júnior, L. G. Alternativas de reuso dos efluentes da dessalinização por osmose inversa: evaporação solar e meio líquido para cultivo de tilápia Koina (*Oreochromis sp.*). In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2001, João Pessoa. Anais... João Pessoa, UFPB, 2001. CD-ROM.
- Amorim, M. C. C.; Porto, E. R.; Silva Júnior, L. G. A. Evaporação solar como alternativa de reuso dos efluentes da dessalinização por osmose inversa. In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2001, João Pessoa. Anais... João Pessoa, UFPB, 2001. CD-ROM.
- Amorim, M. C. C.; Porto, E. R.; Silva Júnior, L. G. A.; Liberal, G. S. Efeitos de sais no solo provenientes de rejeitos da dessalinização por osmose inversa no semi-árido pernambucano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26, 1997, Campina Grande. Anais... Campina Grande, UFPB, 1997. CD-ROM.
- Andrade, L. O.; Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Nobre, R. G.; Nascimento, E. C. S. Qualidade de flores de girassóis ornamentais irrigados com águas residuária e de abastecimento. Revista Idesia, v. 30, n. 1, p.19-27, 2012.
- Augusto, H. A.; Ribeiro, E. M. O idoso rural e os efeitos das aposentadorias rurais nos domicílios e no comércio local: O caso de Medina, nordeste de Minas. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS (ABEP), 2006, Caxambú/MG. Anais... Caxambú/MG, 2006, p. 1-16.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. A qualidade da água na agricultura. Tradução de Gheyi, H. R.; Medeiros, J. F.; Damasceno, F. A. V. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 29).
- Barros, M. De F. C.; Fontes, M. P. F.; Alvarez, V. H.; Ruiz, H. A. Aplicação de gesso e calcário na recuperação de solos salino-sódicos do estado de Pernambuco. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 9, n. 3, p.320-326, 2005.
- Bernardo, S. Manual de irrigação. 6 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- Bock, C. L.; Pezzato, L. E.; Cantelmo, O. A.; Barros, M. M. Fitase em rações para tilápia-donilo na fase de crescimento. Revista Brasileira de Zootecnia, Brasília, v. 36, n. 5, p.1455-1461, 2007.
- Borghetti, J. R.; Ostrensky, A. Pesca e aquicultura de água doce no Brasil. In: Rebouças, A. da C.; Tundisi, J. G. (eds.). Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras Editora, 1999, p.451-474.
- Brasil. Agência Nacional de Águas (ANA). Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil. Brasília: ANA, 2007. (Cadernos de Recursos Hídricos, 2). CD-ROM.
- Brasil. Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA). O potencial brasileiro para a aquicultura. Brasília: MPA, 2011. Disponível em:

<<http://www.mpa.gov.br/aquiculturampa/informacoes/potencial-brasileiro>>. Acesso em: 22 set. 2013.

Brasil. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional, Abastecimento e Pesca (SEDRAP). Brasil sedia Conferência Mundial da Tilápia. Rio de Janeiro: SEDRAP, 2013. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/sedrap/exibeconteudo?article-id=1760513>>. Acesso em: 22 set. 2013.

Caraciolo, M. S. B.; Costa, F. J. C. B.; Kruger, S. R.; Alencar, M. A. R. Desempenho da tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) cultivada em gaiolas no reservatório da UHE de Xingó – Piranhas – Alagoas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 2000, Florianópolis. Anais... Florianópolis: SIMBRAQ, 2000. CD-ROM.

Caraciolo, M. S. B.; Costa, F. J. C. B.; Kruger, S. R.; Alencar, M. A. R.; Lemos, J. B.; Souza, S. M. L. Avaliação de duas raças comerciais no desempenho da tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) cultivada em tanques-rede no reservatório da UHE de Xingó – Piranhas – AL. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 2001, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: CONBEP, 2001. CD-ROM.

Castagnolli, N. Piscicultura de água doce. Jaboticabal: FUNEP, 1992.

Cetesb. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Reúso de água. São Paulo. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/39-Reuso-de-%C3%81gua>>. Acesso em: 20 set. 2013.

Costa, D. M. A.; Holanda, J. S.; Figueiredo Filho, O. A. Caracterização de solos quanto à afetação por sais na bacia do rio Cabugí - Afonso Bezerra-RN. Revista HOLOS, Natal, v. 2, n. 1, p. 1-13, 2004.

Couto Filho, V. de A. Agricultura e o novo rural brasileiro. In: Agricultura familiar e desenvolvimento territorial: um olhar da Bahia sobre o meio rural brasileiro. Takagi, M.; Balsadi, O. V. (org.). Brasília: MDA/NEAD, 2007.

Cunha, A. H. N.; Oliveira, T. H.; Ferreira, R. B.; Milhardes, A. L. M.; Silva, S. M. da C. O reúso de água no Brasil: a importância da reutilização de água no país. Revista Enciclopédia Biosfera. Centro Científico Conhecer: Goiânia, v. 7, n. 13, p. 1225-1248, 2011.

Cyrino, J. E. P.; Carneiro, P. C. F.; Bozano, G. L. N.; Caseiro, A. C. Desenvolvimento da criação de peixes em tanques-rede. Uma análise dos fundamentos, viabilidade e tendências, baseada em experiências bem-sucedidas no Sudeste do Brasil. In: AQUICULTURA BRASIL '98. 1, 1998, Recife. Anais... Recife, 1998, p.409-436.

Da Cunha, E. V. L. et al. Eryvellutinone, naisofl avanone from the stem bark of Erythrina vellutina. Phytochemistry, v. 43, n. 6, p.1371-1373, 1996.

Dias, N. S. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade em solo cultivado com melão rendilhado em ambiente protegido. 2004. 110 p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2004.

- Dubon, J. A. M.; Pinheiro, J. C. V. Aproveitamento de águas residuais provenientes de dessalinizadores instalados no Estado do Ceará. In: ENCUESTRO DE LAS AGUAS, 3, 2001, Santiago- Chile. Anais... Santiago- Chile, IICA, 2011. CD-ROM.
- Eler, M. N.; Millani, T. J. Métodos de estudos de sustentabilidade aplicados a aquicultura. Revista Brasileira de Zootecnia, Brasília, v. 36, Suplemento Especial, p.33-44, 2007.
- Epstein, E.; Bloom, A. J. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. Londrina: Editora Planta, 2006. 403p.
- Fao. Food and Agriculture Organization. Fisheries and Aquaculture Department Statistics, 2009. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/statistics/en>>. Acesso em: 21 set. 2013.
- Ferraz, A. de V.; Engel, V. L. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de Jatobá (*Hymenaea courbaril* L. Var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), Ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Sandl.) e Guaruaia (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). Revista Árvore [online], v. 35, n. 3, p. 413-423, 2011.
- Garcia Filho, D. P. Análise diagnóstico de sistemas agrários: Guia metodológico. In: Guanziroli, C.; Cardim, S. (coord.). Brasília: Convênio INCRA/FAO, 2005.
- Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. L. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. 1. ed. Fortaleza: INCT sal, 2010. 470p.
- Godoy, C. E. M.; Alencar, M. A. R.; Costa, F. J. C. B. Análise comparativa do desempenho da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757) em tanques-rede e gaiolas de diferentes formatos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 2003, Porto Seguro. Anais... Porto Seguro: CONBEP, 2003a. CD-ROM.
- Godoy, C. E. M.; Alencar, M. A. R.; Costa, F. J. C. B. Análise comparativa do desempenho da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757) em tanques-rede e gaiolas de diferentes profundidades. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 2003, Porto Seguro. Anais... Porto Seguro: CONBEP, 2003b. CD-ROM.
- Hespanhol, I. Água e saneamento básico. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. Águas doces do Brasil – Capital ecológica, uso e conservação. 1. ed. São Paulo: Escritura Editora, 1999.
- Hespanhol, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 7, n. 4, p. 75-95, 2002.
- Holanda, J. S.; Amorim, J. R. A.; Ferreira Neto, M.; Holanda, A. C. Qualidade da água para irrigação. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2010. p. 43-61.
- Igarashi, M. A. Aspectos técnicos e econômicos do cultivo de tilápias em tanques-rede no Brasil e perspectivas de desenvolvimento da atividade no Nordeste brasileiro. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 34, n. 1, p. 133-149, 2003.
- Juan, J. A. M. S. Desalación de aguas salobres y de mar. Osmose inversa. Madrid: Mundi-Prensa. 2000. 395p.

- Kubitza, F. Qualidade da água na produção de peixes – Parte II. Revista Panorama da Aqüicultura, Rio de Janeiro, v. 8, n. 46, p. 35-41, 1998.
- Kubitza, F. Tilápia em água salobra e salgada: uma boa alternativa de cultivo para estuários e viveiros litorâneos. Revista Panorama da Aqüicultura, Rio de Janeiro, v. 15, n 88, p. 14-18, 2005.
- Lima, A. P.; Basso, N.; Neumann, P. S. Administração da unidade de produção familiar: modalidades de trabalho com agricultores. 3 ed. Ijuí: Unijuí, 2005.
- Lira, R. B. Qualidade do solo e avaliação econômica do manejo sustentável da caatinga no projeto de assentamento Moacir Lucena, Apodi, RN. 2010. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-árido. Mossoró, 2010.
- Lorenzi, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum, 1998.
- Lovshin, L. L. Worldwide tilapia culture. In: WORKSHOP INTERNATIONAL DE AQUICULTURA, 1, 1997, São Paulo. Anais... São Paulo, 1997, p.96- 116.
- Lucas, D. O programa água doce/sede zero [online]. Disponível em: <<http://www.mineiropt.com.br/fotosnoticia/arq46e94fc797bed.pdf>>. Acesso em: 15 de fev. de 2012.
- Lucca, E. J.; Silva, A. L. L. Análise e diagnóstico de uma unidade de produção agrícola familiar. Revista de Administração IMED, v. 2, n. 3, p. 172-184, 2012.
- Macedo-Viegas, E. M.; Souza, M. L. R. Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: TecArt, 2004.
- Medeiros, J. F.; Silva, M. C. C.; Sarmiento, D. H. A.; Barros, A. D. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 11, n. 3, p. 248-255, 2007.
- Mickley, M. C. Membrane concentrate disposal: practices and regulation. Denver: U.S. Department of the Interior. (Desalination and Water Purification Research and Development Program Report N.69). 2004a. Disponível em:<<http://www.usbr.gov/pmts/water/media/pdfs/report069.pdf>>. Acesso em: 06 ago. 2013.
- Moreira, H. L. M. Análise da estrutura de populações e diversidade genética de estoques de reprodutores de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) estimadas por microssatélite. 1999. Tese (Doutorado em Genética e Biologia Molecular), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- Nogueira, A. C. Criação de tilápias em tanques-rede. Salvador: Sebrae Bahia, 2007. 23 p.
- Nogueira, A. J. Aspectos da biologia reprodutiva e padrões de crescimento da tilápia *Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758, (Linhagem Chitralada) em cultivos experimentais.

2003. 77 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2003.
- Nugent, C. The status of wild and cultured tilapia genetic resources in various countries. In: Pullin, R. S. V. et al. (Orgs.). The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. Manila, Philippines: ICLARM, p.20-21, 1988.
- Oliveira, E. G.; Santos, F. J. S.; Pereira, A. M. L.; Lima, C. B. Produção de tilápia: mercado, espécie, biologia e recria. Circular Técnica 45. Teresina: Embrapa Meio Norte/MAPA, 12 p., 2007.
- Oliveira, J. F.; Alves, S. M. C.; Ferreira Neto, M.; Costa, M. S.; Paiva, L. A. L.; Oliveira, A. F. M. Efeito da aplicação de esgoto doméstico na produção de mudas de mulungu. In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING/ IV WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO, 2012, Fortaleza. Anais... Fortaleza: WINOTEC, 2012.
- Oliveira-Filho, A. T. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. Revista Cerne, Lavras - MG, v. 1, n. 1, p. 64-72, 1994.
- Paulus, D.; Dourado Neto, D.; Frizzone, J. A.; Soares, T. M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. Revista Horticultura Brasileira, Brasília, v. 28, n. 1, p. 29-35, 2010.
- Paz, V. P. Da S.; Teodoro, R. E. F.; Mendonça, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 4, n. 3, p.465-473, 2000.
- Pereira, J. A., Silva, A. L. N., Correia, E. S. Situação atual da aquicultura na região Nordeste. In: Aquicultura no Brasil. Valenti, W. C. (ORG.) Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000, p.267-288.
- Piraux, M.; Bonnal, P. Projetos coletivos de desenvolvimento territorial no entorno de Campina Grande (PB) – o elo faltante da multifuncionalidade da agricultura familiar. In: Agricultura familiar: multifuncionalidade e desenvolvimento territorial no Brasil. Cazella, A. A.; Bonnal, P.; Maluf, R. S. (org.). Rio de Janeiro: Mauad X, 2009.
- Porto, E. R.; Amorim, M. C. C.; Araujo, O. J. Potencialidades da erva-sal (*Atriplex nummularia*) irrigada com o rejeito da dessalinização de água salobra no semi-árido brasileiro como alternativa de reutilização. In: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES); Américas y la acción por el medio ambiente en el milenio (AIDIS). Rio de Janeiro, 2000. p.1-8. Disponível em: <<http://www.cepis.ops-oms.org/bvsaidis/aresidua/x-003.pdf>. 2004>. Acesso em: 06 ago. 2013.
- Porto, E. R.; Amorim, M. C. C.; Silva Júnior, L. G. A. Uso do rejeito da dessalinização de água salobra para irrigação da erva-sal (*Atriplex nummularia*). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 5, n. 1, p.111-114, 2001.
- Rhoades, D. J. Drainage for salinity control. In: Schnfgaard, J. V. (ed.). Drainage for agriculture. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, (Agronomy,17), p. 433-460, 1974.

- Ribeiro, M. R.; Freire, F. J.; Montenegro, A. A. A. Solos halomórficos no Brasil: ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: Curi, N.; Marques, J. J.; Guilherme, L. R. G.; Lima, J. M.; Lopes, A. S.; Alvarez, V. H. (Eds.). Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 3, p. 165-208, 2003.
- Richards, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: US Department of Agriculture, USDA Agricultural Handbook, 60. 160 p., 1954.
- Rodrigues, R. S. As dimensões legais e institucionais de reúso de água no Brasil: proposta de regulamentação do reúso no Brasil, 2005. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Roubach, R.; Correia, E. S.; Zaiden, S.; Martino, R. C.; Cavalli, R. O. Aqüicultura Brasileira. Revista Panorama da Aqüicultura, Rio de Janeiro, v. 13, n. 76, p. 47-57, 2003.
- Sabbag, O. J.; Rozales, R. dos R.; Tarsitana, M. A. A.; Silveira, A. N. Análise econômica da produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade associativista em Ilha Solteira/SP. Revista Custos e Agronegócio (on line), Recife, v. 3, n. 2, p. 86-100, 2007.
- Santos, A. B.; Santana, D.; Almeida, E. G.; Almeida, E. G. Viabilidade econômico-financeira da piscicultura na região noroeste do estado de Mato Grosso. Revista Científica da Ajes, Mato Grosso, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2011.
- Schneider, S.; Perondi, M. A.; Gregolin, A. Referências para o desenvolvimento de alternativas economicamente viáveis à produção de tabaco e à diversificação dos meios de vida dos agricultores. 2009. Disponível em: <<http://portal.mda.gov.br/>>. Acesso em: 15 set. 2013.
- Setti, A. A.; Lima, J. E. F. W.; Chaves, A. G. M.; Pereira, I. C. Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos. 2ª edição. ANEEL. ANA. Brasília - Distrito Federal, 2001.
- Silva Neto, B. Análise-diagnóstico de sistemas agrários: uma interpretação baseada na teoria da complexidade e no realismo crítico. Revista Desenvolvimento em Questão, v. 5, n. 9, p. 33-58, 2007.
- Silva, E. M. Pluriatividade e renda familiar na região cacauieira: o caso do PASJ, Uruçuca/Bahia. 2008. 203 f. Dissertação (Mestrado em Economia). Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2008.
- Silva, R. F. Manejo, nutrição e importância econômica na criação de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em piscicultura. 2006. 66 f. Monografia (Parasitologia) – Universidade Plínio Leite, Itaboraí, 2006.
- Soares, T. M.; Silva, I. J. O.; Duarte, S. N.; Silva, E. F. de F. Destinação de águas residuárias provenientes do processo de dessalinização por osmose reversa. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 730-737, 2006.
- Vilela, J. H.; Alencar, M. A. R.; Costa, F. J. C. B. Avaliação do desempenho da tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), através da utilização de ração com diferente teor protéico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 2003, Porto Seguro. Anais... Porto Seguro: CONBEP, 2003. CD-ROM.

- Zaniboni-Filho, E. O desenvolvimento da piscicultura brasileira sem a deterioração da qualidade de água. *Revista Brasileira de Biologia*, São Carlos, v. 1, n. 57, p. 3-9, 1997.
- Zanoni, M. A.; Caetano Filho, M.; Leonhardt, J. H. Performance de crescimento de diferentes linhagens de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1757) em gaiolas. *Revista Acta Scientiarum Animal Science*, Maringá, n. 3, v. 22, p. 683-687, 2000.
- Zimmermann, S.; Fitzsimmons, K. Tilapicultura intensiva. In: Cyrino, J. E. P.; Urbinati, E. C.; Fracalossi, D. M. Castagnolli, N. Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: TecArt, p. 239-266, 2004.