

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
PAULA SOUZA
ETEC PROF. IDIO ZUCCHI
EXTENSÃO FUNDAÇÃO COOPERCITRUS/CREDICITRUS
Técnico em Agronegócio**

André Lopes Santos
Bruna Vanessa Castro
Fernando Tambelini
Flávia Ap. Camolezi da Cunha
Grazielli Loisi de Oliveira
Julia Bobice Vieira
Rogério Palharine

**TILAPICULTURA E USO DE SEU EFLUENTE NA FERTIRRIGAÇÃO DE CULTIVOS NA
AGRICULTURA FAMILIAR**

**Bebedouro/SP
2022**

André Lopes Santos
Bruna Vanessa Castro
Fernando Tambelini
Flávia Ap. Camolezi da Cunha
Grazielli Loisi de Oliveira
Julia Bobice Vieira
Rogério Palharine

**TILAPICULTURA E USO DE SEU EFLUENTE NA FERTIRRIGAÇÃO DE CULTIVOS NA
AGRICULTURA FAMILIAR**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado à ETEC Prof. Idio Zucchi,
como requisito para a conclusão do curso
Técnico em Agronegócio.

Orientadora: Lisandra Cunha Godoy

**Bebedouro /SP
2022**

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor(es):

André Lopes Santos
Bruna Vanessa Castro
Fernando Tambelini
Flávia Ap. Camolezi da Cunha
Grazielli Loisi de Oliveira
Julia Bobice Vieira
Rogério Palharine

Título: TILAPICULTURA E USO DE SEU EFLUENTE NA FERTIRRIGAÇÃO DE CULTIVOS NA AGRICULTURA FAMILIAR

Curso Técnico em Agronegócio / III Módulo / Noturno

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em 2022

com MENÇÃO (), pela banca de validação:

(Assinatura) _____

(Assinatura) _____

(Assinatura) _____

Prof. Rafael Silva Ramos dos Anjos

Prof. Responsável pelo Componente Curricular Desenvolvimento do TCC

Curso de Técnico em Agronegócio

ETEC Prof. Idio Zucchi

AGRADECIMENTOS:

Agradecemos a Deus, principalmente, por ter nos acompanhados durante toda nossa jornada, nos proporcionando muita força, fé e coragem para chegarmos até aqui.

Agradecemos a instituição e seu corpo docente, direção e administração e aos demais funcionários que nos auxiliaram e nos ajudaram durante esse período

Aos nossos professores pelas orientações, apoio e confiança disseminados ao longo desse período.

A nossa orientadora Lisandra Godoy pelo apoio, orientação e incentivo, e a todos os professores de modo geral por nos proporcionarem o conhecimento, não apenas de caráter racional, mas também através da efetividade da educação no processo de formação educacional.

Aos amigos companheiros de jornada ao longo desse período de formação e que vão continuar presentes em nossas vidas com certeza.

Agradecemos ao Assentamento Reage Brasil de Bebedouro, especialmente aos proprietários Maura Ferreira Mantele, Adolfo Mantele, Eurípedes Mantele, José Roberto Ciqueira e Maria Vanumbia de Oliveira; e ao proprietário Cleber Siqueira do Sítio Oasis, pela disponibilidade e atenção pôr nos recepcionar em suas propriedades para realizarmos nossa pesquisa a campo.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da nossa formação o nosso muito obrigado!

“Nossa maior fraqueza está em desistir. O caminho mais certo de vencer é tentar mais
uma vez.”
(Thomas Edison).

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
2. METODOLOGIA	10
3. DESENVOLVIMENTO	10
3.1 TILAPICULTURA	10
3.2 DADOS HISTÓRICOS DA TILÁPIA	10
3.3 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA TILÁPIA	11
3.4 TILAPICULTURA NO ESTADO DE SÃO PAULO	14
3.5 TILAPICULTURA PARA O PEQUENO PRODUTOR	17
3.6 TILAPICULTURA COM UMA VISÃO SUSTENTÁVEL DE NEGÓCIO	18
3.7 BENEFÍCIOS E ENTRAVES DA PISCICULTURA	19
3.8 ALIMENTAÇÃO DOS PEIXES	21
4. REÚSO DA ÁGUA	22
4.1 ÁGUA	22
4.2 ÁGUA E A AGRICULTURA	23
4.3 O REUSO DA ÁGUA NA AGRICULTURA	23
4.4 REUSO E SEUS EFLUENTES NA PISCICULTURA	25
4.5 USO DO EFLUENTE DA PISCICULTURA NA IRRIGAÇÃO	26
4.6 REUSO DE ÁGUA NA TILAPICULTURA	26
5 FERTIRRIGAÇÃO	27
5.1 IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO	28
5.1.1 IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO CONVENCIONAL	29
5.1.2 IRRIGAÇÃO POR PIVÔ CENTRAL	29
5.1.3 IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO AUTOPROPELIDO	30
5.1.4 MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO	30
5.1.5 IRRIGAÇÃO POR SUPERFÍCIE	32
5.2 TIPOS DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO	33
5.2.1 IRRIGAÇÃO LOCALIZADA	33
5.2.2 IRRIGAÇÃO SUBSUPERFICIAL/SUBTERRÂNEA	35
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

Resumo

A água é o recurso natural mais utilizado no mundo. Sem ela nosso organismo é incapaz de sobreviver. Além de ser utilizada para consumo humano, limpeza e higiene pessoal, a água é utilizada também nas atividades indústrias e agropecuárias. Contudo, um sistema que vise à reutilização desse recurso é algo de extrema importância. Para isso, existem técnicas que promovem a utilização racional e renovável dos insumos de produção, como por exemplo, a integração da piscicultura-agricultura, que gera um sistema denominado fertirrigação. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar os benefícios que a fertirrigação, provinda de efluentes da tilapicultura, proporciona a algumas culturas, formando um sistema sustentável, voltado para produção das propriedades de agricultura familiar. Para isso, foram realizadas pesquisas em artigos, dissertações, teses entre outros; além de entrevistas feitas a campo em propriedades de agricultores familiares, que utilizam o sistema de fertirrigação em culturas presentes em suas propriedades, com água residuárias de tanques de tilápia. Além disso, foram compilados temas a respeito da tilapicultura; aos diferentes tipos de fertirrigação e principalmente a importância da reutilização dos recursos hídricos.

Palavras chaves: Piscicultura-agricultura, tilapicultura, fertirrigação, agricultura familiar e sustentabilidade.

Abstract

Water is the most used natural resource in the world. Without it our organism is unable to survive. In addition to being used for human consumption, cleaning and personal hygiene, water is also used in industrial and agricultural activities. However, a system that aims to reuse this resource is extremely important. For this, there are techniques that promote the rational and renewable use of production inputs, such as the integration of fish farming-agriculture, which generates a system called fertigation. In this context, the present work aims to present the benefits that fertigation, from tilapia culture effluents, provides to some cultures, forming a sustainable system, aimed at the production of family farming properties. For this, research was carried out in articles, dissertations, theses, among others; in addition to interviews carried out in the field on properties of family farmers, who use the fertigation system in cultures present on their properties, with wastewater from tilapia tanks. In addition, topics on tilapia farming were compiled, different types of fertigation and especially the importance of reusing water resources

Keywords: Fish farming-agriculture, tilapia farming, fertigation, family farming and sustainability.

1. INTRODUÇÃO

Na escala mundial, o Brasil tem um grande destaque na produção de produtos de origem animal, como a carne bovina, suína e aves. No entanto, o país, ainda não se encontra em evidência na piscicultura, embora já possua vantagens potenciais para a produção e o fornecimento deste alimento. No Brasil, há diversas espécies de peixes, tanto de água doce quanto salgada. Uma das variedades que mais tem se destacado para produtores, investidores e pesquisadores é a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (PLANELLO et al., 2016)

Com o aumento intensivo do uso de recursos hídricos, um problema vivenciado por todo o planeta, a implementação de políticas públicas que realizam o reaproveitamento de água é uma solução urgente e indispensável, principalmente na agropecuária, setor que mais utiliza água no mundo (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2013; *apud.* SILVA, 2017)

A irrigação corresponde à metade da água utilizada no Brasil. Esse uso condiz à prática agrícola, que utiliza sistemas de equipamentos e técnicas para fornecer água para as culturas, variando de acordo com a necessidade de cada cultura, tipo de solo, relevo, clima e equipamento (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2021).

É importante destacar que em regiões onde se tem uma baixa qualidade da água para o uso na irrigação, a integração agricultura-aquicultura torna-se uma alternativa sustentável para a utilização dos recursos hídricos; de modo que efluentes da piscicultura podem ser utilizados na fertirrigação de culturas agrícolas (SIMÕES et al., 2016; *apud.* CARDOSO e ABRANTES, 2019).

A utilização desta água rica em nutrientes se apresenta como uma solução sustentável para a destinação correta dos efluentes da piscicultura. São poucos os estudos que avaliam a reutilização dos efluentes de peixes na irrigação sem a utilização de fertilizantes químicos (SILVA, 2019)

Esse sistema integrado de agricultura-aquicultura adequa-se perfeitamente ao perfil de pequenas e médias propriedades. (AHMED e BIMBAO, 2003; NOBLE e LIGHFOOT, 2003; WORBY, 2003, *apud.* SANTOS, 2009). O sistema integrado de agricultura-aquicultura evita o processo de eutrofização, evitando os impactos ambientais causados pelos efluentes e lodos gerados pela piscicultura e aumentando a produtividade das águas e solos (PULLIN, 2003; *apud.* SANTOS, 2009).

A integração aquicultura-agricultura, denominada de fertirrigação, é um sistema que reduz o impacto ambiental, evitando a descarga dessa água rica em nutrientes em rios ou lagos e sendo destinada para outros fins agrícolas, sem comprometer o meio ambiente.

O presente trabalho tem como objetivo apresentar os benefícios que a fertirrigação, provinda de efluentes da tilapicultura, proporciona a algumas culturas, formando um sistema sustentável, voltado para produção das propriedades de agricultura familiar.

2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do presente trabalho foi realizado uma revisão bibliográfica, utilizando-se artigos científicos, pesquisas de campo, sites e trabalhos acadêmicos relacionados ao tema abordado. Foram compilados dados históricos, socioeconômicos, a respeito da tilapicultura e o uso de seus efluentes na agricultura familiar.

Buscou-se demonstrar soluções sustentáveis ao agricultor familiar em sua propriedade rural através da prática da fertirrigação com o uso dos efluentes oriundos da piscicultura.

O desenvolvimento do presente trabalho buscou apresentar formas de melhorias e de redução de custos no uso de efluentes da tilapicultura na fertirrigação, que sob um olhar sustentável pode levar a ganhos em rendimentos e produtividade.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 TILAPICULTURA

3.2 DADOS HISTÓRICOS DA TILÁPIA

O peixe tilápia (*Oreochromis niloticus*) de acordo com a historiografia da piscicultura mundial, é originário do continente africano, especialmente do rio Nilo e do lago Vitória. Registros indicam que os egípcios já cultivavam a tilápia há 4.000 a.C., devido a facilidade de criação, alimentação herbívora e onívora, resistência a doenças, ter alta proliferação e por ser considerado uma especiaria nas refeições romanas e egípcias (CAMOLOZE, 2019).

A tilápia se divide em torno de 77 espécies e subespécies dentre os gêneros: *Oreochromis*, *Sarotherodon*, *Petrotilapia* e *Tilapia*, sendo a espécie que mais migrou e imigrou pelos continentes o que influenciou nos seus biótopos e habitats diferentes (CAMOLEZE, 2019).

No Brasil, a tilápia foi introduzida experimentalmente pela primeira vez durante a década de 50, pela hidrelétrica de São Paulo, Light, importando a espécie *Tilapia Rendalli* de origem congoleza. Em 1971, o Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), importou a espécie tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) para o peixamento de reservatórios da Região Nordeste (CAMOLEZE, 2019).

No ano de 1981, as tilápias vermelhas foram oficialmente introduzidas no Brasil, sua pigmentação avermelhada se dá devido a uma mutação genética das populações da espécie *Oreochromis mossambicus* (tilápia de Moçambique) (FILHO, 2016).

Em 1996, importaram uma versão melhorada da tilápia nilótica diretamente da Tailândia, essa espécie teve uma adaptação melhor às águas tropicais e subtropicais do solo brasileiro (CAMOLEZE, 2019).

Em 2002, introduziram uma nova linhagem da tilápia do Nilo, a GenoMar Supreme Tilapia, e depois a FishGen (Genetically Male Tilápias – GMT; ambas impulsionaram a cadeia produtiva industrial da tilapicultura (EMBRAPA, 2007).

Em São Paulo, um dos maiores estados produtores de tilápia do país, essa espécie de peixe ganhou impulso durante a década de 90, onde eram abastecidos, principalmente, pesque-pague. Com os avanços tecnológicos, a tilápia passou a ser apreciada ainda mais pelo consumidor, devido sua carne branca e seu sabor suave (PLANELLO et al., 2016).

3.3 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA TILÁPIA

A tilápia é a espécie de peixe mais consumida no mundo. No ranking mundial de produção de tilápia, o Brasil se encontra na 4ª posição, se aproximando ligeiramente do Egito (3ª), que em 2020 produziu em torno de 940 mil toneladas (Quadro 1). Em 2019, a produção brasileira de tilápia correspondeu a 48% da produção egípcia e no ano de 2020 equivalia a 51,8% (SEAFOOD BRASIL, 2021).

Quadro 1 – A TILÁPIA NO MUNDO- Produção global e os cinco maiores produtores do mundo (em milhões de toneladas)

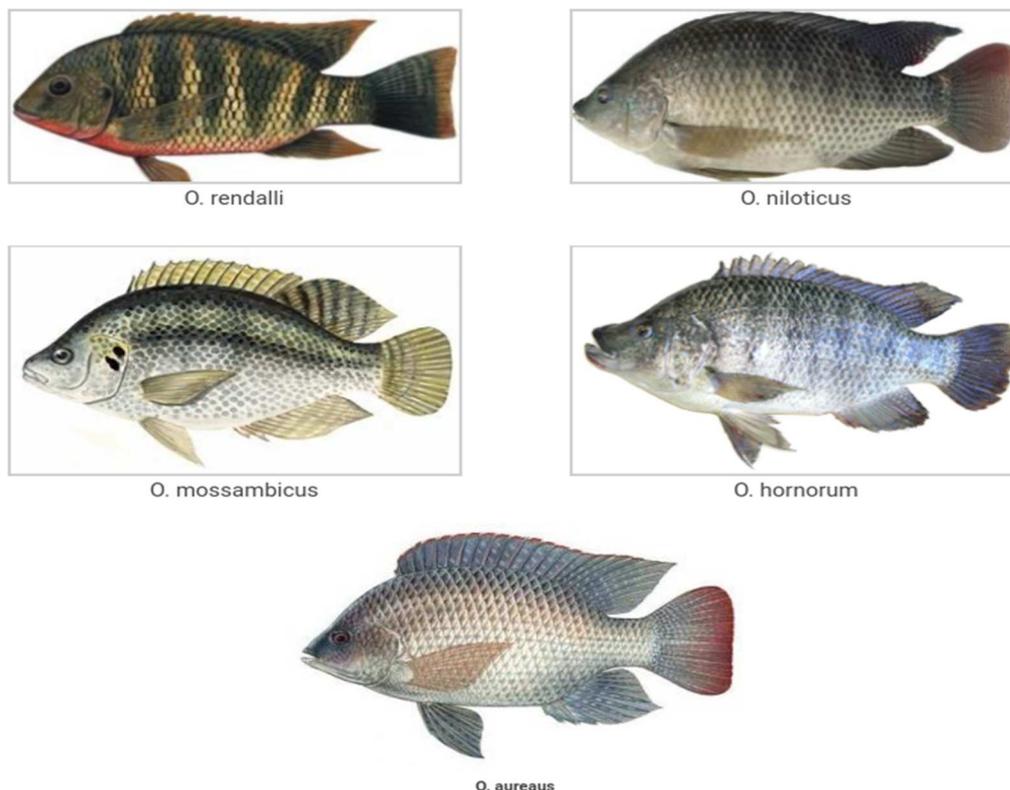
A TILÁPIA NO MUNDO						
PRODUÇÃO GLOBAL E OS CINCO MAIORES PRODUTORES DO MUNDO (EM MILHÕES DE TONELADAS)						
	MUNDO	CHINA	INDONÉSIA	EGITO	BRASIL	TAILÂNDIA
2021*	6,30	2,00	1,40	0,99	0,52	0,36
2020	6,20	1,95	1,30	0,94	0,49	0,35
2019	5,80	1,90	1,20	0,90	0,43	0,34

FONTE: PEIXE BR E CONSULTORIAS INTERNACIONAIS; *ESTIMATIVA

Fonte: Peixe BR e consultorias Internacionais (2021).

O Brasil possui grande potencial para a criação de tilápia, em função da quantidade de recursos hídricos e da disponibilidade tecnológica. Além disso, outros fatores contribuem para o cultivo dessa espécie no país, como o clima favorável, facilidade de criação, rusticidade da espécie e alta demanda no mercado. Entre diversas espécies de tilápia, as mais cultivadas no Brasil são a Tilápia do Nilo (*Oreochromis Niloticus*), Tilápia Moçambique (*Oreochromis Moçambicus*), Tilápia Zazibar (*Oreochromis Hornrum*), Tilápia Azul (*Oreochromis Aureaus*) Tilápia Rendali. (Figura 1).

Figura 1 – Espécies mais cultivadas no Brasil:



Fonte: Animal Business Brasil (2019).

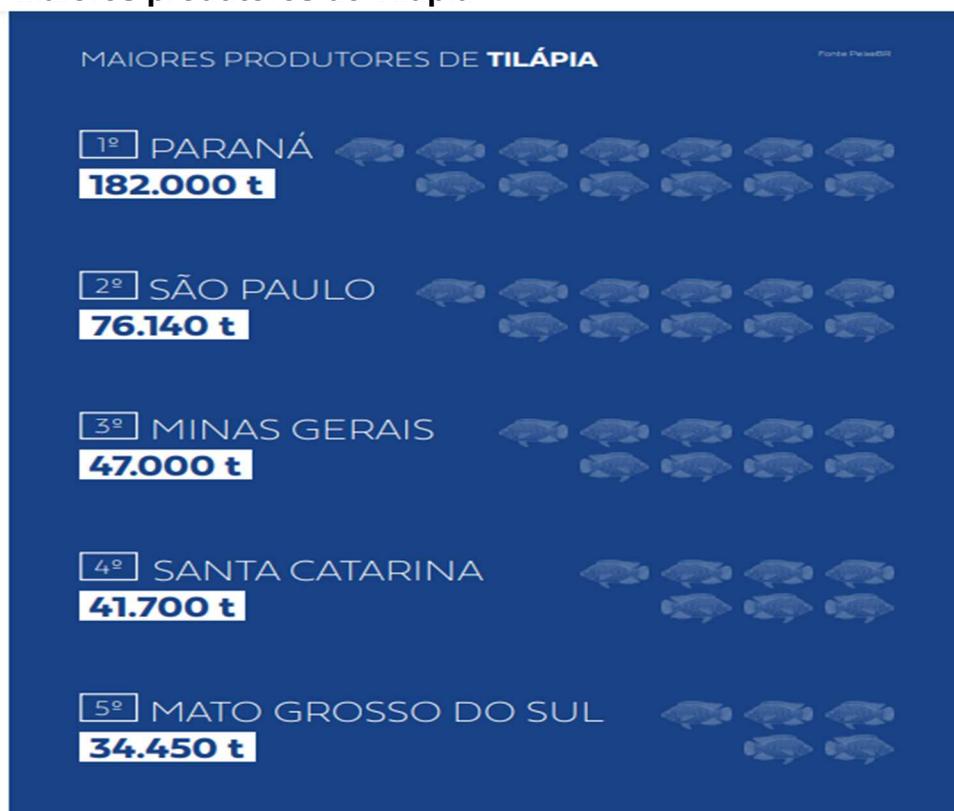
De acordo com o Anuário Peixe BR (2022), no ano de 2021 foram produzidas 534.005 toneladas de tilápia no Brasil; em comparação com o ano anterior (486.155 ton.), houve um aumento de 9,8% na produção.

Com isso, a tilápia participou com 63,5% da produção nacional de pescados. É uma espécie que se encontra em todas as regiões do país, como na região Norte, mesmo sendo o polo dos peixes nativos dessa espécie, possui apenas algumas áreas de cultivos, que geraram no ano de 2021 em torno de 860 toneladas, mesmo sendo um número pequeno, representa um aumento de 40% de acordo com o ano anterior (620 ton.)

A região Sul é líder na produção de tilápia no Brasil. Comparada às demais espécies, a tilápia representa 86% do cultivo de pescados da região. No total são produzidas 232 mil toneladas, gerando 43,4% da produção nacional. O Sudeste se encontra na segunda posição, com 27% da produção total do país com 144.340 toneladas, se destacando os estados de São Paulo e Minas Gerais. Já o Centro-Oeste, que vem

ganhando avanços no cultivo de tilápia, produz 11,5% do total (61.650 t), bem próximo do Nordeste com 18% da produção total de tilápia do país, com 95.300 toneladas. (Anuário Peixe BR, 2022). No Quadro 2 são apresentadas as produções de tilápia, em toneladas, dos maiores estados brasileiros produtores deste peixe.

Quadro 2 - Maiores produtores de Tilápia



Fonte: Anuário Peixe BR (2022)

3.4 TILAPICULTURA NO ESTADO DE SÃO PAULO

Por ser uma espécie que tolera grandes variações de temperatura, de oxigênio dissolvido e qualidade de água, o peixe tilápia se encontra em todos os microclimas existentes no estado de São Paulo. Há diversas variedades de formas de cultivo da tilápia: barramentos (Figura 2), tanques de rede (Figura 3), atividades pesque-pague (Figura 4) e viveiros escavados (Figura 5).

Figura 2- Barramentos



Fonte: Panorama Da Aquicultura (2018)

Figura 3- Tanques de rede



Fonte: Panorama Da Aquicultura (2018)

Figura 4- Atividades pesque-pague



Fonte: Pescaria S/A (2022)

Figura 5- Viveiros escavados



Fonte: Colpani Piscicultura (2017)

No estado de São Paulo, cerca de 80 mil toneladas de peixes são cultivadas por ano. Dentre as diversas espécies, a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) é mais cultivada, principalmente no sistema de tanques de rede. (FILHO, 2017).

Da produção total de tilápia paulista, em torno de 70% é processada em frigoríficos e comercializada na forma de filé nos supermercados. O restante é comercializado no Ceagesp como peixe inteiro ou como peixe vivo nos pesque-pague (turismo rural). (PLANELLO, 2016)

3.5 TILAPICULTURA PARA O PEQUENO PRODUTOR

Conforme Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2022), a agricultura familiar é responsável por grande parte do abastecimento da população brasileira. Diante deste cenário é importante destacar a variedade de opções encontradas nessas pequenas propriedades, desde pequenas plantações para subsistência, até cultivos para abastecer grandes mercados e indústrias.

De acordo com o Emater (2020), outra atividade que vem ganhando destaque e sendo bastante explorada pelos pequenos produtores é a tilapicultura. Para investimento inicial nesse ramo é necessário, primeiramente, uma área adequada para exercer a atividade e a disponibilidade de água para que os tanques possam ser cheios.

Destaca ainda Emater (2020) que na tilapicultura é preciso sempre realizar o monitoramento da água. Tendo uma água de qualidade não terá doenças, parasitas ou fungos. Outro ponto importante é a medição do PH, a dureza, alcalinidade, amônia, nível de oxigênio, para que os peixes não morram em função de algum desequilíbrio.

Para a implantação desta experiência, utilizando mão de obra e maquinário próprio, os produtores têm em média um custo inicial de R\$ 3.100,00, salienta-se que neste montante não estão computados gastos com energia elétrica e com ração para peixes, somente material geral como lona, encanamento, transporte, combustível, participações em treinamentos, capacitações técnicas na área, e a aquisição dos alevinos (AGROECOL, 2016).

3.6 TILAPICULTURA COM UMA VISÃO SUSTENTÁVEL DE NEGÓCIO

A piscicultura tem-se mostrado ser uma atividade que pode ser implantada nas propriedades de agricultores familiares, principalmente quando se tem a possibilidade de usar reservatórios já existentes na propriedade. Especificamente neste caso, o fato de utilizar água destinada à irrigação na produção de plantas, é um aspecto sustentável que também é contemplado (AGROECOL, 2016).

A utilização da água bem como dos nutrientes contidos nos efluentes provenientes de tanques de piscicultura, reduzem significativamente o custo de produção das culturas com diminuição dos gastos com bombeamento de água e do uso de fertilizantes químicos adquiridos externamente (MAIA, 2002). Contudo, quando utilizamos fontes de adubação sustentáveis como os compostos orgânicos, produzidos na própria propriedade, e ainda, aliando o uso desses compostos com a fertirrigação com efluente, reduzimos significativamente o custo da produção e os danos ambientais (MEERT, 2011).

A ração fornecida aos peixes é a entrada de insumo mais importante em um sistema integrado de produção piscicultura-olericultura. Ao se alimentar da ração, os peixes produzem dejetos que serão convertidos em nutrientes que, posteriormente, serão absorvidos pelas plantas, na aquaponia, há um fluxo contínuo de nutrientes entre diferentes organismos vivos que estão relacionados por meio de ciclos biológicos naturais, notadamente a nitrificação promovida por bactérias. Ao se utilizar sistemas integrados como o de agricultura-piscicultura, este se enquadra perfeitamente no perfil de pequenas e médias propriedades. (NOBLE e LIGHFOOT, 2003).

A criação integrada de peixes com a agricultura irrigada, provoca baixo impacto ambiental, por seus rejeitos, como lodo e efluentes, serem utilizados para melhorar a produtividade do solo, evitando assim a eutrofização de mananciais e contaminação do lençol freático (PULLIN, 2003).

Alguns países em desenvolvimento já exploram essas técnicas com sucesso, uma vez que ela oferece aumento da produtividade da terra e da água, o que favorece a agricultura de subsistência e aumento na geração de renda para o pequeno produtor. Além do mais, reduz os custos de produção, gerando receitas adicionais, cooperando desta forma com a sustentabilidade econômica e ecológica da propriedade rural (FAO, 2001).

3.7 BENEFÍCIOS E ENTRAVES DA PISCICULTURA

Segundo Agroecol (2016), na agricultura familiar o desenvolvimento da prática da piscicultura, pode abastecer o mercado com um produto de alta qualidade, podendo aumentar a oferta de pescado e, ao mesmo tempo, diminuir a pressão da pesca nativa nos rios, que se incrementa a cada ano que se passa para atender a demanda de consumo, No entanto, é necessário apresentar normas para agilizar o licenciamento ambiental, transformando a piscicultura na agricultura familiar em uma atividade econômica e ambientalmente correta.

Problemas como alto custo da ração, falta de estrutura física e de assistência técnica podem atuar como entraves ao desenvolvimento da atividade aquícola familiar. Nesse contexto, o crédito rural através do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - Pronaf pode permitir o acesso ao cultivo de peixes (Quadro 2), acesso facilitado às tecnologias para a piscicultura, que pode atuar na promoção, no aprimoramento, no fortalecimento e no desenvolvimento sustentável da piscicultura do pequeno produtor rural, gerando renda nas unidades familiares de produção. (IGARASHI,2019)

Os insumos utilizados na aquicultura têm papel fundamental na formação do preço final do produto que será comercializado. Por exemplo, no sistema intensivo de criação da tilápia, somente a ração tem uma representação média entre 50% e 75% no custo de produção, a depender da conversão alimentar, que, por sua vez, também tem relação com a temperatura média da água de cultivo. (SCHULTER,2017)

Quadro 3- Quantidade e valor dos contratos de custeio por região, UF e produto na aquicultura no período de janeiro a dezembro de 2017.

Região	UF	Produto	Quantidade	Valor (R\$)
Sul	PR	Total	724	38.430.398,69
	SC	Total	624	24.133.581,51
	RS	Total	262	8.762.990,79
	Total		1.610	71.326.970,99
Norte	RO	Total	134	5.618.842,03
	RR	Total	36	2.010.339,05
	AC	Total	34	995.410,30
	PA	Total	18	403.263,69
	AM	Total	4	89.678,64
	AP	Total	1	56.296,54
	TO	Total	2	10.015,20
	Total		229	9.183.845,45
Sudeste	MG	Total	145	3.747.051,21
	SP	Total	41	1.850.758,54
	ES	Total	22	643.166,15
	RJ	Total	7	207.440,48
	Total		215	6.448.416,38
Nordeste	MA	Total	76	1.958.417,70
	SE	Total	12	644.400,49
	PE	Total	38	571.386,78
	CE	Total	26	440.153,63
	BA	Total	5	256.568,41
	PI	Total	17	117.981,73
	RN	Total	4	59.549,01
	PB	Total	2	11.794,79
	AL	Total	1	5.000,00
	Total		181	4.065.252,54
Centro-Oeste	MT	Total	28	859.915,92
	GO	Total	20	719.921,40
	MS	Total	9	371.082,54
	Total		57	1.950.919,86
Brasil	TOTAL GERAL		2.292	92.975.405,22

Fonte: Banco Central do Brasil (2018).

Fonte: Banco Central do Brasil (2018)

3.8 ALIMENTAÇÃO DOS PEIXES

O manejo alimentar é importante, pois auxilia o produtor rural na utilização da ração de forma adequada (Tabela 1). Nos primeiros meses o produtor tem como objetivo a engorda dos peixes, o reuso da água e a utilização dos efluentes nas plantações.

Nas palavras de Snatural (2018), para que ocorra uma boa alimentação da tilápia, o produtor precisa se atentar aos seguintes fatores:

- **Qualidade da ração:** A melhor fonte de energéticos se encontra nos lipídios, na sequência, proteína e carboidratos. Os lipídios transportam as vitaminas lipossolúveis A, D, E, K, que são fonte de ácidos graxos essenciais (AGE). A ração extrusada é a mais indicada para a produção de tilápia, pois o processamento em alta pressão, temperatura e umidade aumentam a digestibilidade da ração e possibilita o maior aproveitamento dos nutrientes pelos peixes. (SNATURAL, 2018).

- **Quantidade de ração:** A alimentação das tilápias deve ocorrer de duas a três vezes ao dia, de acordo com a temperatura da água. Em períodos mais frios o metabolismo dos peixes tem uma queda, tendo que se alimentar apenas duas vezes ao dia. Já em períodos mais quentes onde o metabolismo dos peixes se encontra mais acelerado a alimentação deve ser fornecida três vezes ao dia (OLIVEIRA, 2016; *apud.* Snatural,2018).

- **Horários da alimentação:** Para um melhor aproveitamento da ração, a frequência alimentar das tilápias, deve ocorrer todos os dias nos mesmos horários, evitando-se assim os desperdícios que geram acúmulos de resíduos no tanque. (SNATURAL, 2018).

- **Manejo alimentar adequado:** Para cada fase de vida do animal, tem-se uma necessidade diferente dos níveis de proteína, podendo ir, de 28 a 55%, sendo que, as porcentagens mais altas são indicadas para as fases iniciais, e diminui conforme o animal se desenvolve. (SNATURAL, 2018).

Tabela 1- Alimentação de Peixes Onívoros

PESO INICIAL (G)	PESO FINAL (G)	GRANULOMETRIA	PORCENTAGEM DE PROTEÍNA
0	0,7	Pó	55%
7	5	1mm	45%
25	30	1.7mm	36%
80	75	2-3mm	36%
750	410	4-5mm	32%
410	900	6-7mm	32%

Fonte: Snatural Ambiente, 2010

4. REÚSO DA ÁGUA

4.1 ÁGUA

A água é o recurso natural mais abundante do planeta Terra, sendo 70% da superfície do planeta coberta por água. Essa distribuição compreende em 97% de água salgada, água de mares e oceanos que não são adequadas ao consumo direto e nem mesmo para o uso em plantações. Apenas 3% das águas do planeta Terra são doces e potáveis.

Segundo o relatório da Organização das Nações Unidas (ONU) (2018), a previsão é de que a falta de água afetará cerca de 5 bilhões de pessoas no mundo até o ano de 2050. Esse número representa metade da população mundial estimada para o período.

A expansão demográfica, juntamente com o uso inadequado da água, incorre na disponibilidade e qualidade desse recurso natural. Assim, a água tem sido alvo de estudo em todo o mundo nos últimos anos, pois sua escassez representa um dos maiores riscos à manutenção da vida na Terra. De modo geral, as atividades agrícolas têm consumido grande parte deste recurso, na maioria das vezes sem critérios de economia, manutenção e preservação ambiental (MARTINS, 2015).

Logo, entendemos a importância do consumo consciente desse recurso, assim como a necessidade de uma gestão de recursos hídricos. Repensar as formas de uso da água, evitar os desperdícios, reduzir o consumo, a fim de não atingir a escassez deste recurso.

4.2 ÁGUA E A AGRICULTURA

Para Walbert (2013), a agricultura é um setor imprescindível para o abastecimento mundial de alimentos, e o setor campeão quando o assunto é consumo de água. Estima-se que a agricultura mundial consome 70% do montante de toda a água consumida no planeta. No Brasil esse número sobe para 72% e cresce na medida em que o país é desenvolvido.

De acordo com Rodrigues (2019), a água é um recurso essencial para a agricultura, muito utilizada na produção de alimentos. O seu consumo ocorre principalmente através da irrigação das lavouras, uma técnica antiga e usada para complementar a água provida naturalmente pela chuva. Algumas sociedades antigas se mantinham próximas a regiões de rios e lagos para facilitar nesse processo. O Brasil é formado por complexos agrícolas notavelmente desenvolvidos, o país é de suma importância para a produção mundial de alimentos, sendo o terceiro maior exportador de produtos agrícolas e o principal exportador quando falamos de café, cana-de-açúcar e laranja.

Como aponta, Embrapa (2022), as crescentes crises hídricas e as adversidades climáticas que ocorreram recentemente no Brasil, sem falar nas constantes secas que atravessam séculos no semiárido nordestino, nos mostram que a irrigação veio para suprir as necessidades hídricas e proporcionar uma segurança para períodos de secas. Além de favorecer um aumento na produtividade e qualidade dos produtos.

De acordo com FAO (2006), no ano de 2030, metade dos alimentos produzidos e 2/3 dos cereais colhidos no mundo virão da agricultura irrigada. A FAO (2013), por sua vez, alerta que a água disponível para agricultura diminuirá sensivelmente, chegando a uma queda de 40% em 2050.

4.3 O REUSO DA ÁGUA NA AGRICULTURA

A água de reuso é aquela usada mais de uma vez antes de voltar ao seu ciclo natural. Para Lavrador Filho (1987) o reuso da água seria o aproveitamento de águas previamente utilizadas, para suprir as necessidades de outros usos, incluindo o original. Esse ato promove a disponibilidade da água de uma forma mais prática e localizada.

O reuso de água envolve dois aspectos: é um instrumento para a redução do consumo de água (controle de demanda); e a água de reuso, é considerada um recurso

hídrico complementar. O reuso pode ser definido como uso de água residuária ou água de qualidade inferior tratada ou não (BRASIL, 2005).

Para a agricultura moderna que depende de grandes volumes de água, mas que não poderá ser mantida sustentavelmente se continuarem os atuais padrões de utilização (ANDREOLI et al.,2005), a solução poderá advir do reuso dessas águas servidas, em substituição às fontes de água doce convencionais (HAMDY, 2001; KARAJEH e HAMDY, 2001).

De acordo com Sammis et al. (2013), aplicar água residuária no solo é prática recomendada pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, como um método de reciclagem de nutrientes, matéria orgânica e de conservação de recursos hídricos.

O reuso da água para finalidades agrícolas é um caminho sustentável, podendo ser utilizado para fins de irrigação e fertirrigação. Segundo Hespanhol (2002), o reuso de águas utilizadas na agricultura, além do aumento na produtividade, proporciona uma ampliação da área irrigada e dependendo das condições climáticas permite efetuar colheitas múltiplas praticamente ao longo de todo o ano; como também contribui na diminuição do uso de fertilizantes e na racionalização do uso da água.

De uma maneira geral, a água poderá ser recuperada e reusada para fins benéficos diversos. Conforme enfatiza Sampaio et al. (2005), na implementação do reuso de água em algumas atividades produtivas, devem ser considerados quatro pontos fundamentais: economia, legislação, meio ambiente e técnica.

Assim, o reuso tem como fator limitante os custos de sua implantação, pautado em uma menor degradação dos recursos hídricos, seguindo-se de legislações específicas e utilizando-se técnicas de engenharia nas áreas de hidráulica, saneamento, solo, planta, entre outras.

A qualidade da água utilizada e o objeto específico do reuso estabelecerão os níveis de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados e os custos de capital, operação e manutenção associados. As possibilidades e formas potenciais de reuso dependem, evidentemente, de características, condições e fatores locais, tais como, decisão política, esquemas institucionais, disponibilidade técnica e fatores econômicos, sociais e culturais (HESPANHOL, 2005).

4.4 REUSO E SEUS EFLUENTES NA PISCICULTURA

O uso de águas residuárias da piscicultura em atividades agrícolas têm se baseado na preservação do meio ambiente, no desenvolvimento social e na produtividade, sendo a sustentabilidade um tema de grande destaque e relevância. Segundo Foo (2002) afirma que a abordagem holística para utilização de um recurso não é um conceito inteiramente novo ou uma nova prática. Achados de pintura no antigo Egito indicam que cerca de 2000 a.C, já havia aproveitamento de águas de uma lagoa com cultivo aquícola para produção de flores, legumes e frutas.

A prática do reuso é uma alternativa sustentável, uma vez que pode ser benéfico para a agricultura, além de reduzir custos, baratear os processos de produção e preservar os recursos naturais. A redução de custos com fertilizantes pode proporcionar um destino nobre a estas águas, aumentando a produção, diminuindo os gastos com adubos e aumentando a lucratividade do produtor (SILVA et al. 2015).

Se tratando de integração agricultura-aquicultura, o principal benefício econômico é claramente a produção e a comercialização de produtos, sem qualquer aumento no consumo de água. Paralelamente, ocorre o aproveitamento de efluentes ricos em nutrientes. Desse modo, a água e seus efluentes são direcionados ao sistema agrícola, promovendo redução dos custos operacionais na propriedade (GOOLEY e GAVINE, 2002).

Sendo assim, para promover o uso múltiplo das águas e a gestão dos recursos hídricos, a integração agricultura-aquicultura pode ser uma estratégia sustentável para a utilização de recursos hídricos, em áreas onde a disponibilidade de água de boa qualidade para irrigação é limitada (SIMÕES et al., 2016).

O uso de efluentes da piscicultura beneficia as plantas tanto na irrigação quanto na fertilização (VALENCIA et al., 2001). Desta maneira, o reuso do efluente da piscicultura é uma alternativa viável, podendo ser benéfico às plantas. Além de ser uma importante ferramenta para o gerenciamento dos recursos hídricos em sistemas agrícolas, o reuso de efluentes da piscicultura contribui através dos nutrientes presentes, e atua como uma fertirrigação ao longo do ciclo da culturas. (SILVA et al., 2018).

4.5 USO DO EFLUENTE DA PISCICULTURA NA IRRIGAÇÃO

O efluente da piscicultura constitui-se em uma solução interessante para uso na fertirrigação, isso por apresentar macro nutrientes suficientes para atender à demanda da maioria das culturas agrícolas. No entanto, há necessidade de um adequado manejo para que não sejam introduzidos nutrientes em excesso, principalmente o nitrogênio, que podem comprometer a produtividade e a qualidade das culturas. Portanto, o primeiro passo para um projeto de irrigação com efluentes é a definição de prioridades e, conseqüentemente, a intensidade de aplicação de efluente ao solo (SANTOS, 2009).

Através de processos realizados por microrganismos heterotróficos decompositores o nitrogênio e o fósforo são usados nos tanques de piscicultura, estimulando a produtividade primária deles. Ao lançar mão da fertirrigação com o uso desse efluente, esses microrganismos são transportados para o solo, e nele, exercem um importante papel na solubilização do fosfato natural. A amônia e a matéria orgânica contida nos viveiros de peixes também podem contribuir para solubilização do fosfato natural, já que a atividade dos microrganismos está relacionada com a fonte de carbono e nitrogênio disponíveis, sendo que os sais de nitrogênio amoniacal aumentam a solubilização do fósforo e o nitrato de amônio reduz a solubilização (OLIVEIRA et al., 2009).

A utilização da água, bem como dos nutrientes contidos nos efluentes provenientes de tanques de piscicultura, reduzem significativamente o custo de produção das culturas com diminuição dos gastos com bombeamento de água e do uso de fertilizantes químicos adquiridos externamente (MAIA, 2002).

4.6 REUSO DE ÁGUA NA TILAPICULTURA

O uso de efluentes da tilapicultura através irrigação e fertirrigação em culturas agrícolas é uma prática com grande potencial. As águas residuárias contêm uma proporção elevada de nutrientes derivados da ração, excretas e metabólitos da tilápia, principalmente fósforo e nitrogênio. A utilização desses efluentes na irrigação das plantações reduz os custos com a obtenção da água, como também, a quantidade de fertilizantes químicos necessária às culturas (Lima, 2010).

Irrigar as plantações com águas residuárias proveniente da tilapicultura evita o descarte inadequado desses efluentes no meio ambiente e em contrapartida as plantas

acabam por utilizar esses nutrientes disponíveis na água para seu crescimento e desenvolvimento, funcionando como uma fertirrigação, este procedimento gera maior produtividade para o produtor, já que reduz os custos com fertilizantes, e utiliza do reaproveitamento da água.

Para Kumar (op. cit), a agricultura integrada tem melhorado significativamente a produção agrícola e a sustentabilidade em muitas partes do mundo. Isso ocorre porque o processo integrado proporciona a recuperação; o reuso de recursos como nutrientes e água; e a redução da poluição ambiental.

Para Chaves e Silva (2006), é fundamental integrar a piscicultura com a agricultura irrigada, uma vez que é possível produzir duas culturas utilizando-se a mesma água, resultando em maior diversidade de produtos e aproveitamento de recursos sub explorados.

5 FERTIRRIGAÇÃO

O início da Fertirrigação se deu por volta da década de 50 nos Estados Unidos. Essa técnica inicialmente foi nomeada de quimigação, referindo-se à aplicação de produtos químicos ou biológicos, usando-se a própria água de irrigação. (UNESP,2022).

No Brasil, essa técnica foi implantada na década de 80, através de estudos feitos pela Embrapa Semiárido, onde inicialmente a fertirrigação era aplicada com resíduos orgânicos e em seguida evoluiu para a aplicação de fertilizantes minerais (UNESP,2022).

Com o manejo adequado da Fertirrigação, ela pode gerar diversos benefícios, quando comparada com as aplicações de fertilizantes na forma tradicional, como por exemplo a redução do custo da aplicação, redução da mão de obra e do custo operacional de máquinas, melhor uniformidade de distribuição dos produtos via irrigação, menos riscos de contaminação do operador, em decorrência de sua menor exposição aos produtos, menor compactação do solo, pois reduz o tráfego de máquinas na área cultivada, (UNESP,2022).

Na Fertirrigação, torna-se possível obter maior parcelamento das adubações, sendo os nutrientes fornecidos no momento certo e na quantidade necessária, evitando-se perdas e o de balanço nutricional, melhor incorporação e menor risco de contaminação ambiental, quando adequadamente usada. (Sousa & Lobato, 2004).

Segundo Suhet et al. (1988), o aumento da produção normalmente está relacionado à possibilidade de adição de nitrogênio no solo.

O processo de Fertirrigação, de forma geral, pode ser dividido em três etapas: a primeira se refere à aplicação da água somente sobre o solo, a segunda etapa é a aplicação de fertilizantes dissolvido na água, e a terceira é a aplicação de água novamente, onde o sistema de irrigação deverá continuar funcionando para completar o tempo de irrigação, e levar completamente o sistema de irrigação carregando os fertilizantes da superfície para as camadas do solo com maior concentração de raízes (Maroulli et al, 1996; Pinto & Feitosa Filho, 2002).

A fertirrigação propicia redução das perdas de nitrogênio principalmente pela lixiviação, já que a profundidade de aplicação é controlada, menor perda por volatilização, menor compactação do solo, já que há menos trânsito de tratores; reduz a contaminação do meio ambiente, como consequência do melhor aproveitamento pelas plantas pelos nutrientes móveis no solo (Pinto & Feitosa Filho, 2002)

5.1 IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO

A irrigação por aspersão é um tipo de irrigação que simula a chuva através do transporte de água pressurizada por diferentes tipos de tubulações (ferro, alumínio, plástico) podendo a água ser aplicada através de aspersores de diferentes formas, tamanhos e pressão de trabalho (AGROINSIGHT,2021).

Este método de irrigação começou a se desenvolver no início do século XX, quando era utilizado para a irrigação de jardins; com o passar do tempo este método começou a ser utilizado para irrigar pomares e outras culturas em geral (AGROINSIGHT,2021).

Essa técnica foi desenvolvida pela necessidade de irrigar áreas em que não era possível irrigar através dos sistemas de irrigação por superfície. Atualmente, existem diferentes sistemas de irrigação por aspersão. Estes podem ser sistemas portáteis ou semi portáteis, manual ou mecanizado, fixos estacionários ou permanentes (AGROINSIGHT,2021).

Esse método de irrigação apresenta grande adaptabilidade a diferentes texturas de solo, topografia e formas geométricas da área, além de maior eficiência no uso da água e possibilidade de um manejo adaptado à necessidade da cultura (AGROINSIGHT,2021). As

áreas irrigadas com métodos de irrigação por aspersão vêm aumentando continuamente em todo o mundo (AGROINSIGHT,2021).

5.1.1 IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO CONVENCIONAL

Esse é o modelo mais tradicional e o mais básico. Aqui, o aspersor é um dispositivo simples que lança os jatos de água de diferentes tamanhos através de um bocal.

Os irrigadores por aspersão convencional são classificados como permanentes, semipermanentes, portáteis ou semi portáteis:

Permanente: esse sistema possui tubulações fixas enterradas, que não se movem de um lado para outro. Precisa cobrir toda a área a ser irrigada.

Semipermanente: esse sistema possui canalizações portáteis, que também devem cobrir toda a área a ser irrigada.

Portátil: esse sistema possui equipamentos móveis que podem ser livremente deslocados, cobrindo áreas em que não haja tubulações.

Semi portátil: conta com uma linha de tubulação principal e hidrantes em linhas laterais posicionados em cada ponto de mudança. (AGROINSIGHT,2021).

5.1.2 IRRIGAÇÃO POR PIVÔ CENTRAL

Esse é um tipo de irrigação por aspersão mais tecnológico, indicado para uso em grandes áreas, sendo o seu custo também mais alto.

O pivô central consiste em uma base fixa responsável pela sustentação de uma tubulação aérea. A água é conduzida para a tubulação através de lances e distribuída para aspersores suspensos, que realizam a irrigação em jatos.

Todo o equipamento se movimenta através de motores elétricos ou movidos a diesel de forma automatizada, se deslocando em círculos sobre rodas (AGROINSIGHT,2021).

5.1.3 IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO AUTOPROPELIDO

Por fim, o último tipo de irrigação por aspersão (e o mais indicado para pequenas e médias propriedades) é o sistema auto propelido por carretel. Aqui, o aspersor é um equipamento só, chamado de canhão.

O canhão fica posicionado em um carro móvel, que é recolhido automaticamente com a própria força da água. Enquanto isso, ele vai lançando o jato de água na plantação! (AGROINSIGHT,2021).

5.1.4 MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO

A irrigação por carretel traz lucros para a propriedade aumentando a produção e economizando tempo, uma vez que a mangueira é recolhida de forma automatizada. Por ser móvel, também não ocupa espaço, proporcionando áreas livres para o trabalho. (AGROINSIGHT,2021).

Método de irrigação pode ser definido como a forma pela qual a água será disponibilizada às culturas de forma artificial. Existem quatro métodos: superfície, aspersão, localizada e subsuperficial ou subterrânea. Dentro de cada método existem dois ou mais sistemas de irrigação (Tabela 2).

Tabela 2. Métodos de irrigação e seus respectivos sistemas.

Método	Sistema
Superfície	Inundação
	Sulcos
Aspersão	Convencional
	Mecanizado
Localizada	Gotejamento
	Microaspersão
Subsuperficial/subterrânea	Gotejamento subterrâneo
	Elevação do lençol freático

Fonte: Alex Becker Monteiro (2021)

Figura 6- Exemplo de diferentes sistemas de irrigação por aspersão



Fonte: Agroinsight (2021).

Os métodos e sistemas de irrigação podem ser constituídos com maior ou menor grau de complexidade e nível tecnológico. Esta variação de métodos e sistemas está relacionada com a grande variabilidade de solos, clima, relevo, disponibilidade de água de boa qualidade, culturas, disponibilidade de energia e renda (AGROINSIGHT,2021).

Desta forma, é fundamental um planejamento prévio e estudo do tipo de solo, clima, água, energia e cultura para a escolha do método ideal e seu sistema de irrigação, buscando a máxima eficiência no uso de água, energia e rendimento produtivo. Lembrando que cada método e sistema de irrigação apresentam suas vantagens e desvantagens.

5.1.5 IRRIGAÇÃO POR SUPERFÍCIE

A irrigação por superfície é o método mais antigo, há relatos que as primeiras civilizações realizavam a irrigação por superfície desviando rios para áreas inundáveis por meios de barragens ou canais de distribuição. A irrigação por superfície consiste em distribuir a água diretamente na superfície do solo, cobrindo-o totalmente, caracterizando assim a irrigação por inundação (Figura 1A), esta é utilizada predominantemente nas lavouras de arroz irrigado no sul do Brasil, ou cobrindo parcialmente e conduzindo a água através de sulcos (Figura 1B).

Figura 7- Sistema de irrigação por inundação (A) e sistema por sulcos (B)



Fonte: Agroinsight (2021).

A seguir serão apresentadas as principais vantagens e desvantagens do método por superfície (Tabela 3).

Tabela 3- Principais vantagens e desvantagens do método de irrigação por superfície. Vantagens

Baixo custo e nível tecnológico	Depende da topografia da área
Não sofre efeito do vento	Necessita sistematização da área ou suavização
Menor consumo de energia quando comparado com método de aspersão	Não é recomendado para solos com alta permeabilidade
Permite a utilização de água com sólidos em suspensão	Se mal planejado e mal manejado, pode apresentar baixa eficiência no uso da água

Fonte: Alex Becker Monteiro (2021)

5.2 TIPOS DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO

Hoje em dia, a agricultura trabalha principalmente com três tipos de irrigação por aspersão: sistema convencional, pivô central e sistema auto propelido. Veja como funciona cada um:

5.2.1 IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

O método de irrigação localizada, como o próprio nome faz referência, consiste na aplicação de água de forma localizada, ou seja, próxima ao sistema radicular das plantas. Neste método são aplicados baixos volumes de água e com alta frequência (Figura 8) (AGROINSIGHT,2021).

Figura 8- Sistemas de irrigação localizada



Fonte: (AGROINSIGHT,2021).

O primeiro relato da utilização da irrigação localizada foi na Alemanha no ano de 1860, no qual eram utilizados tubos de argila com duplo propósito, irrigação e drenagem. (AGROINSIGHT,2021). Esta tecnologia vem sendo bastante utilizada, pois aumenta o aproveitamento de água, evita desperdícios e permite a aplicação de fertilizantes via água (fertirrigação) (AGROINSIGHT,2021).

Este método é bastante difundido em regiões que apresentam solos com textura arenosa e com altas taxas evaporativas, como por exemplo em Israel. (AGROINSIGHT,2021). A irrigação localizada é bastante utilizada para irrigar culturas perenes, em especial as frutíferas, florestais (em viveiros), ornamentais e olerícolas. Neste método mantém-se uma proporção de área molhada que varia de 20-80% da área total (AGROINSIGHT,2021).

A seguir serão apresentadas as principais vantagens e desvantagens do método de irrigação localizada. (Tabela 4)

Tabela 4 - Principais vantagens e desvantagens do método de irrigação localizada.

Vantagens	Desvantagens
Economia de mão-de-obra	Custo de implantação
Distribuição mais uniforme da água	Exigência de um sistema de filtragem rigoroso
Possibilidade de aplicação de produtos químicos (fertirrigação)	Susceptibilidade de entupimento
Baixa perda por percolação, evaporação e deriva	Necessidade de um manejo rigoroso em áreas com solo salino
Economia de água e energia	Pode limitar o crescimento do sistema radicular se mal manejado
Elevada eficiência na aplicação de água (85-95%)	

Fonte: Alex Becker Monteiro (2021)

5.2.2 IRRIGAÇÃO SUBSUPERFICIAL/SUBTERRÂNEA

A irrigação subterrânea consiste na aplicação de água no sistema radicular das plantas ou abaixo. Neste método existem dois sistemas que podem ser utilizados: gotejamento subterrâneo ou elevação do lençol freático (AGROINSIGHT,2021). No segundo, mantém-se o lençol freático a uma profundidade que permita um fluxo de água por capilaridade adequado para a planta, sendo o mais utilizado o sistema de gotejamento subterrâneo (Figura 9).

Figura 9- Irrigação subsuperficial/subterrânea



Fonte: Agroinsight (2021).

Na Tabela 5 serão apresentadas as principais vantagens e desvantagens do método de subsuperficial/subterrânea de acordo com AGROINSIGHT (2021).

Tabela 5 - Principais vantagens e desvantagens do método subsuperficial/subterrâneo.

Vantagens	Desvantagens
Apresenta alta eficiência e uniformidade	Alto custo de instalação
Economia de água, pois evita a evaporação	Susceptibilidade de entupimento
Diminui a incidência de plantas invasoras, pois mantém a superfície do solo seca	Exigência de um sistema de filtragem rigoroso
Facilita o tráfego de máquinas	Dificuldade de detecção de entupimentos

Fonte: Alex Becker Monteiro (2021)

Dificuldades do uso da Fertirrigação (AGROINSIGHT,2021).

1. Alto custo inicial de implantação do projeto.
2. Manutenção do sistema de irrigação em função de entupimento pela formação de precipitados e corrosão causada por alguns elementos.
3. Escolha correta de fertilizantes.

4. Requer pessoal especializado.
5. Na irrigação por sulcos a fertirrigação é menos eficiente, pois o sistema resulta em grandes perdas de água que escoam no final do sulco.

Os fatores que mais interferem na eficiência da fertirrigação são a solubilidade dos elementos, a qualidade da água (principalmente relacionada a salinidade), a compatibilidade e as relações de sinergismo e antagonismo dos fertilizantes e o pH do solo. Os fertilizantes utilizados em fertirrigação devem ser solúveis em água e ter compatibilidade entre si. As soluções devem ser feitas em tanques separados para evitar a interação e precipitação dos elementos. Para os macro nutrientes existem algumas restrições quanto ao fósforo, cálcio, enxofre e magnésio. Para os micronutrientes, embora sejam usados em pequenas quantidades, o ferro, manganês, zinco e cobre estão presentes em solos substratos, principalmente como óxidos e hidróxidos podendo reagir com sais da água de irrigação e precipitação e entupimento. O boro e o molibdênio são pouco solúveis (AGROINSIGHT,2021).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com objetivo de aprofundar-se mais no tema e complementar o referencial teórico foram entrevistados três agricultores familiares que utilizam a fertirrigação com efluentes oriundos da piscicultura em seus cultivos e relataram suas experiências com a adoção desse método em sua produção.

Atualmente vivem no local cerca de 530 pessoas, dividido em 84 lotes que utilizam a Agricultura familiar para a produção de alimentos, que acontece em pequenas propriedades de terra e se destina tanto à subsistência do produtor rural, quanto à comercialização.

A primeira entrevistada, do lote 83, foi a Sra. Maura Ferreira Mantele juntamente com o seu esposo Sr. Adolfo Mantele e seu filho Euripes Mantele do Assentamento Reage Brasil em Bebedouro. Em seu lote tem tanque de medida 6x5 m de cimento com 45 mil litros e com 2.800 tilápias.

Nestas propriedades, eles produzem mandiocas, quiabo, abóbora e a pastagem, em sistema de irrigação por gotejamento.

O segundo entrevistado, o Sr. José Siqueira proprietário do lote 77 produz maracujá em 500 m² e outros cultivos como canteiros de beterraba, cenoura e bananeiras distribuídos em 11 hectares. O Senhor José possui um tanque de quatro mil litros de PVC com cerca de 200 tilápias. Seu sistema de irrigação é de aspersão e gotejamento.

O último entrevistado foi Cleber Siqueira do Sítio Oásis. Ele cria 300 tilápias em tanque de 80 mil litros, com produção de bananas, limão e Pitaya em 30 hectares.

É importante ressaltar que o senhor Cléber complementa a fertirrigação com o produto denominado Trichoderma, que é utilizado na mistura em uma caixa d'água de mil litros; um litro por hectare a cada quinze dias na aplicação das culturas. Ele faz a irrigação com a água da tilápia todos os dias e faz uso do sistema de irrigação por gotejamento. Hoje ele comercializa cerca de 500 caixas de bananas, limões em supermercados locais e da região.

De acordo com os entrevistados a utilização do sistema de fertirrigação é benéfica para agricultores familiares, pois através de uma adubação natural aproveita - se os dejetos da tilápia, o que resulta em aumentos na produção. A prática também reduz a mão de obra com funcionários, bem como o uso de fertilizantes químicos nas lavouras, o que reduz os custos de produção.

O Senhor José Roberto Siqueira ainda relata que a fertirrigação auxilia também no processo de controle de pragas como percevejos e lagartas.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento deste trabalho, conclui-se que a integração agricultura-aquicultura, com o uso da fertirrigação provinda do uso de efluentes da tilapicultura, apresentou benefícios nas culturas de maracujá, mandioca, banana e pastagem.

Além disso, essa integração é promissora na agricultura familiar, como verificado nas entrevistas realizadas neste trabalho.

O uso da integração agricultura-aquicultura através da fertirrigação vem a ser um sistema sustentável. Levando em conta o que foi observado, compreende-se a eficiência do uso dos efluentes da tilapicultura na agricultura, a redução de custos com a adubação química pela orgânica formada pela ração e pelas fezes do peixe, além do reuso sustentável da água, gerando assim diversas economias para o pequeno agricultor.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, NORMAS DA. **Normas ABNT 2022**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.normasabnt.org/normas-abnt-2022/>. Acesso em: 21 mar. 2022.

ZANON, Ricardo Basso, CAVALCANTI, Lidiany Doretto; SILVA, Maria Joyce dos Santos; COUTINHO, Jean Carlos dos Santos, CARRIJO MAUAD, Juliana Rosa, **A Tilapicultura como Complementação Alimentar e Renda na Agricultura Familiar, 2º Seminário de Agroecologia da América do Sul, 1ª Jornada Internacional de Educação do Campo, 6º Seminário de Agroecologia de Mato Grosso do Sul, o 5º Encontro de Produtores Agroecológicos de Mato Grosso do Sul e o 2º Seminário de Sistemas Agroflorestais em Bases Agroecológicas de Mato Grosso do Sul.**, Dourados, MS, 2016. Disponível em: <https://www.cpaio.embrapa.br/cds/agroecol2016/PDF's/Trabalhos/A%20Tilapicultura%20como%20Complementa%c3%a7%c3%a3o%20Alimentar%20e%20Renda%20na%20Agricultura%20Familiar.pdf>) acesso: 27/04/22

BRASIL, **Conjuntura recursos hídricos**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://relatorio-conjuntura-ana-2021.webflow.io/capitulos/usos-da-agua>.> Acesso em: 2 mar. 2022.

CAMOLEZE, Edino. **Tilápia: O segundo peixe mais consumido do mundo**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://animalbusiness.com.br/producao-animal/criacao-animal/tilapia-o-segundo-peixe-mais-consumido-do-mundo/>. Acesso em: 5 mar. 2022.

CAMOLEZE, Edino. **Mais um ano da tilápia: produção da espécie cresce 12,5% em 2020**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.seafoodbrasil.com.br/mais-um-ano-da-tilapia-producao-da-especie-cresce-125-em-2020>. Acesso em: 5 mar. 2022.

CARDOSO, Anna Paula Marques; ABRANTES, Vanessa de Brito. **Reuso de efluente da piscicultura como fertirrigação na produção de mudas: uma revisão de literatura.** [S. l.], 2019. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/ebooks/conimas/2019/ebook1/PROPOSTA_EV133_MD1_ID1913_29102019114424.pdf. Acesso em: 2 mar. 2022.

EMATER, Agência goiana de assistência técnica, extensão rural e pesquisa agropecuária. **Com aumento nas exportações, tilápia é alternativa promissora para pequenos produtores.** Goiás, GO, 2020. Disponível em: <<https://www.emater.go.gov.br/wp/com-aumento-nas-exportacoes-tilapia-e-alternativa-promissora-para-pequenos-produtores>>

EMBRAPA. **Água na agricultura: O desafio do uso da água na agricultura brasileira.** [S.l.], 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/aquanaagricultura/sobreotema#:~:text=As%20crescentes%20crises%20h%C3%ADdricas%20ocorridas,urgentemente%20dos%20nossos%20recursos%20h%C3%ADdricos>. Acesso em 30.04.2022.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations. Integrated agriculture-aquaculture.** A primer. Rome: FAO, 149p, 2001.

JÚNIOR, Ezio dos Santos Pinto. **Análise dos parâmetros de solo cultivado com maxixe (cucumis anguria) irrigado com água residuária doméstica.** [S. l.], 2018. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/14259/2/EZIO_SANTOS_PINTO_JUNIOR.pdf. Acesso em: 12 mar. 2022.

MAIA, S. S. S. **Uso de biofertilizante na cultura da alface.** 2002. 49f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró. Mossoró, 2002.

MEERT, L.; Souza, r. B.; Albuquerque, J. O.; PAULA, J. T.; JASSE, M. E.; RESENDE, F. V.; SILVA, G. P. & SOUSA, J. M. **Produção orgânica de cenoura com compostos orgânicos elaborados por leira estática aerada**. Horticultura Brasileira 29: S4402-S4407. 2011.

Ministério do planejamento, desenvolvimento e gestão ministro. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**: Evolução da piscicultura no brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia. Rio de Janeiro: RJ,2017

Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Produção de tilápia: Mercado, espécie, biologia e recria**. 1ª edição. Teresina, PI:Embrapa Meio-Norte,2007.

Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento, **Agricultura familiar**. Brasília-DF, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/agricultura-familiar/agricultura-familiar-1>. Acesso em 27/04/2022.

MOURA, Priscila Gonçalves *et al.* **Água de reúso: uma alternativa sustentável para o Brasil**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/7888VSVHBqZK7Bnz85X5Z8x/?lang=pt>. Acesso em: 13 mar. 2022.

NOBLE, R.; Lightfoot, C. **Trabajando con nuevos participantes en agro- acuicultura integrada**. In: FAO/ICLARM/IIRR. Agro-acuicultura integrada: manual básico. Roma: FAO, 2003. p.13-16. (FAO Documento Técnico de Pesca No 407).

OLIVEIRA, Elenise Gonçalves e SANTOS, Francisco José de Seixas. **Piscicultura e os desafios de produzir em regiões com escassez de água**, 2015.

OLIVEIRA, H. do V., et al. **Alterações nas características químicas de um Argissolo Vermelho- Amarelo irrigado com efluente de piscicultura, em ambiente protegido**. Revista Agro@mbiente On-line, Boa Vista, RR, v. 3, n. 1, p. 9-14, jul. 2009.

ONU, Revista Negócios. **Falta de água afetará 5 bilhões de pessoas até 2050, diz ONU.** [S. l.], 2018. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Mundo/noticia/2018/03/falta-de-agua-afetara-5-bilhoes-de-pessoas-ate-2050-diz-onu.html>. Acesso em: 6 mar. 2022.

PLANELLO, Débora Rosche Ferreira et al. **Mercado da tilápia no estado de são paulo. Informações econômicas**, SP, v. 46, n. 5, set./out. 2016.

PULLIN, R. **Agro-acuicultura integrada y medio ambiente**. In: FAO/ICLARM/IIRR. Agroacuicultura integrada: manual básico. Roma: FAO, 2003. p.17-18. (FAO Documento Técnico de Pesca No 407).

RODRIGUES, Lineu Neiva. **Artigo: Água para produção de alimento**. [S.l.], 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/42157533/artigo-agua-para-producao-de-alimento>. Acesso em 30.04.2022.

SANTOS, Francisco José De Seixas. **Cultivo de tilápia e uso de seu efluente na fertirrigação de feijão-vigna**. [S. l.], 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123344/1/TeseSeixas.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2022.

SANTOS, Francisco José de Seixas. **Cultivo de tilápia e uso de seu efluente na fertirrigação de feijão-vigna**. 2009. 153 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande, 2009.

SILVA, José Roberto Amorim. **Uso da Água do Cultivo de Tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* Linnaeus (1758) na Fertirrigação de Alface (*Lactuca sativa* L. cv. Brida)**.

2017.74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA,2017.

SILVA, Vonin da Silva e. **Uso do efluente da piscicultura na fertirrigação de olerícolas produzidas com base agroecológica.** 2019. 95 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Agroecologia) - Universidade Estadual de Roraima, Instituto Federal de Roraima e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária de Roraima, Boa Vista, RR,2019.

SILVA, Vonin Da Silva e. **Uso do efluente da piscicultura na fertirrigação de olerícolas produzidas com base agroecológica.** [S. l.], 2019. Disponível em: https://uerr.edu.br/ppga/wp-content/uploads/2019/08/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Agroecologia-UERR_Vonin-Silva_2019.pdf. Acesso em: 21 mar. 2022.

SNatural. **Ração de Qualidade para Produção de Peixes.** [S.l.], 2018. Disponível em <https://www.snatural.com.br/racao-peixe>. Acesso em 23.03.2022.

SUSSEL, Fábio Rosa. **Tilapicultura no estado de são paulo.** [S. l.], 2010. Disponível em: <http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2011/2011-julho-dezembro/867-tilapicultura-no-estado-de-sao-paulo/file.html#:~:text=O%20p%C3%B3lo%20do%20Oeste%20paranaense,e%20do%20baixo%20rio%20Tiet%C3%AA>. Acesso em: 6 mar. 2022.

WALBERT, Allan. **Agricultura é quem mais gasta água no Brasil e no mundo.** [S.l.], 2013. Disponível em: Disponível em: <https://memoria.ebc.com.br/noticias/internacional/2013/03/agricultura-e-quem-mais-gasta-agua-no-brasil-e-no-mundo>. Acesso em 18.02.2022.

Anexo 1

ENTREVISTAS

Visita ao lote 83 - Maura Ferreira Mantele e esposo Adolfo Mantele.

1- Como é o sistema de fertirrigação?

Resposta: Utilizamos um tanque (Figura 10) de medida 6x5 de cimento com 45 mil litros com duas mil e oitocentas tilápias desde julho de 2021.

A troca de água é realizada duas vezes por semana por um sistema de aeração para a oxigenação dos peixes.

2- Quais as culturas que são fertirrigadas em sua propriedade?

Resposta: Há uma produção de cerca de três mil pés de mandiocas (Figura 11), quiabos, abóboras e pastagem são todas fertirrigadas com água da piscicultura utilizando o sistema de irrigação por gotejamento distribuídos em 11 Hectares.

3- O que vocês puderam observar com esse sistema?

Resposta: Houve aumento na produção de mandioca, o solo mais adubado e além de baixo custo com funcionários e de água.

Visita ao lote 77- Sr. José Roberto Siqueira

1- Como é o sistema de fertirrigação?

Resposta: Uma vez a cada quinze dias limpar o tanque (Figura 12) de quatro mil litros de PVC com cerca de 200 tilápias. (Figura 13) Sistema de irrigação por aspersão e gotejamento.

2- Quais as variedades de culturas você utiliza da fertirrigação?

Resposta: Em 11 hectares divididos em uma produção de maracujá (Figura 14) com 24 pés, em 500 m², bananas, canteiros de cenoura e beterraba.

3- Em sua opinião a fertirrigação foi benéfica para suas plantações?

Resposta: Sim. A piscicultura com as tilápias favoreceu meu pomar de maracujá contra as principais pragas como lagartas e percevejos e diminui meus gastos com pesticidas, sendo assim positivo o uso da fertirrigação.

Eu observei que as fezes do peixe ajudam como adubo natural para o solo, além de baixo custo com funcionários e de água.

Visita no sítio Oásis - Proprietário Cleber Siqueira – Andes

1- Fale sobre a implantação do sistema de fertirrigação?

Resposta: Tanque (Figura 15) de 80 mil litros com cerca de 300 tilápias. Sistema por irrigação gotejamento há 5 anos com complementação de produto tipo Trichoderma que mistura em uma caixa de água (Figura 16) de mil litros e aplica-se um litro por hectare. As culturas são fertirrigadas com a água da tilápia todos os dias e com o produto Trichoderma a cada quinze dias.

2- Quais as culturas fertirrigadas em sua propriedade?

Resposta: A propriedade tem 30 hectares sendo divididos em cerca de 19 hectares de bananas nanica (Figura 17), cerca de 8 hectares de limão Taiti (Figura 18) e o restante de Pitayas (Figura 19).

Hoje colhe cerca de 500 caixas de 27 quilos de bananas por semana para mercados e feiras da região. O limão tem cerca de 1.200 caixas na colheita. A Pitaya para doação e consumo próprio.

As bananas ficam em um container que é usado como câmara fria (Figura 20) para distribuição, após a colheita.

3- Em sua opinião a fertirrigação é vantagem em sua propriedade?

Resposta- Sim. Economia com mão de obra de funcionário, redução de água, qualidade do produto e melhoria no solo. O uso de orgânico na mistura é favorável para combater os fungos e pragas.

A seguir os tanques utilizados para o cultivo de tilápias nas propriedades visitadas: Assentamento Reage Brasil e Sítio Oásis.

Sendo assim uma qualidade em produção de tilápias e instalações com baixo investimento para os pequenos produtores.

Figura 10- Tanque com tilápias -Assentamento Reage Brasil- Lote 83 Sra. Maura



Fonte: Originais (2022)

Figura 11 – Mandiocas- Assentamento Reage Brasil - Lote 83 Sra. Maura



Fonte: Originais (2022)

Figura 12 -Tanque com as tilápias - Assentamento Reage Brasil- Lote 77- Sr. José Roberto Siqueira



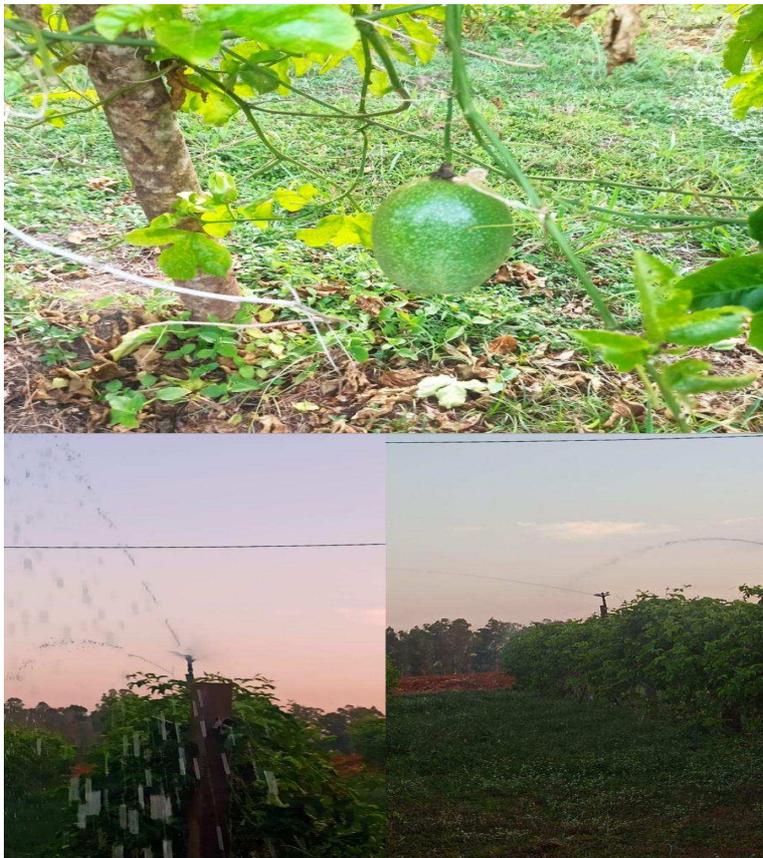
Fonte: Originais (2022)

Figura 13- Peixe Tilápia -Assentamento Reage Brasil- Lote 77- Sr. José Roberto Siqueira



Fonte: Originais (2022)

Figura 14- Maracujá Assentamento Reage Brasil- Lote 77- Sr. José Roberto Siqueira



Fonte: Originais (2022)

Figura 15 -Tanque com Tilápias Sítio Oasis- Andes- Proprietário- Sr. Cleber Ciqueira



Fonte: Originais (2022)

Figura 16- Caixa de água para mistura do produto Tricodermo
Sítio Oasis- Andes- Proprietário- Sr. Cleber Ciqueira



Fonte: Originais (2022)

Figura 17- Banana Nanica- Sítio Oasis- Andes- Proprietário- Sr. Cleber Ciqueira



Fonte: Originais (2022)

Figura 18- Limão Taiti- Sítio Oasis- Andes- Proprietário- Sr. Cleber Ciqueir



Fonte: originais (2022)

Figura 19- Pitaya - Sítio Oasis- Andes- Proprietário- Sr. Cleber Ciqueira



Fonte: Originais (2022)

Figura 20- Container de câmara fria - Sítio Oasis- Andes- Proprietário- Sr. Cleber Ciqueira



Fonte: originais (2022)