

NIVALDO TAVARES JUNIOR

**A AQUAPONIA COMO SISTEMA DE AGRICULTURA URBANA E PERIURBANA:
UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE OSÓRIO-RS**

Tramandaí

2020

NIVALDO TAVARES JUNIOR

**A AQUAPONIA COMO SISTEMA DE AGRICULTURA URBANA E PERIURBANA:
UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE OSÓRIO-RS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau de licenciado no Curso de Licenciatura em Educação do Campo – Ciências da Natureza, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

Orientador: Prof. Dr. Ederson Staudt

Tramandaí

2020

Ficha catalográfica que pode ser gerada pelo link:

<https://www.ufrgs.br/bibliotecas/ferramentas-de-producao/ficha-catalografica/>

Dúvidas? Contate-nos pelo email bibcdn @ufrgs.br ou pelo telefone (51) 3308-1306

NIVALDO TAVARES JUNIOR

**A AQUAPONIA COMO SISTEMA DE AGRICULTURA URBANA E PERIURBANA:
UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE OSÓRIO-RS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau de licenciado no Curso de Licenciatura em Educação do Campo – Ciências da Natureza, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

Orientador: Prof. Dr. Ederson Staudt

Data de aprovação: (19, novembro de 2020)

Banca examinadora



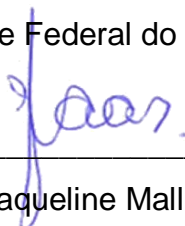
Prof. Dr. Ederson Staudt

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)



Prof.^a Dr.^a Suelen Assunção Santos

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)



Prof.^a Dr.^a Jaqueline Mallmann Haas

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente ao meu Deus Jesus Cristo, a minha querida esposa Maria Augusta, meus filhos Thaís, Raphael e Elena. Também aos meus netos Lohane e Thalles, bem como a todos que, como eu, não conseguem olhar para o universo e a Terra sem reconhecer a necessidade de um Design Inteligente criando e ordenando todas as coisas para o Louvor de sua Glória.

Agradeço também ao meu orientador, Professor e Doutor Ederson Staudt que, mesmo sabendo que entre nós dois sempre haveriam visões, questões filosóficas e religiosas inconciliáveis, mesmo assim permitiu que eu pudesse beber da sua sabedoria científica para que juntos pudéssemos construir este trabalho de conclusão de curso.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a meu Deus Jesus Cristo que me deu vida e fortalecimento para que nestes anos pudesse desenvolver meu intelecto além dos meus conhecimentos adquiridos antes de entrar nesta Academia e pudesse desfrutar de visões científicas diversas e enriquecedoras.

Também agradeço a minha família por me incentivar a voltar aos bancos escolares, nesta altura da vida, e abrir mão de minha presença enquanto estudava e fazia minhas tarefas universitárias.

Agradeço a Primeira Igreja Batista em Osório – PIBO, instituição a qual sirvo como pastor presidente, por ceder os espaços para a construção de nosso sistema de aquaponia e horta orgânica, bem como me liberar para poder estar estudando e aperfeiçoando os meus conhecimentos científicos.

Agradeço aos meus irmãos em Cristo: Rui, José, Eloi, e Valdir que contribuíram com suas habilidades para a construção de nossas estufas e todo o sistema de aquaponia que fez parte desta pesquisa.

Por fim, agradeço ao meu genro Isaac e meu amado irmão em Cristo Maicon por sua grande contribuição na instalação do sistema gerador fotovoltaico que hoje abastece o nosso sistema aquapônico e que foi vital para a continuação e aperfeiçoamento de nossa aquaponia no que tange a eficiência energética.

“Esclareceu Jesus: O mais importante de todos os mandamentos é este: Ouve ó Israel o SENHOR, o nosso Deus é o único SENHOR. Amarás, portanto, o SENHOR teu Deus, de todo o teu coração, de toda a tua alma, de todo o teu entendimento e de toda a tua força. E o segundo é: Amarás o teu próximo como a ti mesmo. Não existe qualquer outro mandamento maior do que estes.” (Bíblia King James Version, 2016, p. 1.869).

“Todo jardim começa com um sonho de amor. Antes que qualquer árvore seja plantada ou qualquer lago seja construído, é preciso que as árvores e os lagos tenham nascido dentro da alma. Quem não tem jardins por dentro, não planta jardins por fora e nem passeia por eles [...]”. (ALVES, ano, 2017, p.84).

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso se refere ao relato de experiência sobre a integração de um sistema de aquaponia naquilo que convencionalmente chamamos de Agricultura Urbana e Periurbana, nas cidades ou mesmo em escolas, de modo a permitir a produção sustentável de alimentos saudáveis em áreas reduzidas. Trata-se de um estudo de caso de cunho qualitativo e quantitativo sendo que, para a realização desta pesquisa, foi construído um sistema aquapônico que ao longo dos últimos anos foi sendo monitorado e aperfeiçoado. Por meio da coleta de dados e a sua respectiva interpretação o sistema foi sofrendo diversas modificações as quais relatamos neste trabalho. Esses registros estão relacionados aos resultados alcançados na produção de peixes e hortaliças com o objetivo também de mostrar como este sistema pode contribuir tanto para a diminuição de insumos industrializados e agrotóxicos na cadeia produtiva de alimentos com relação a sua eficiência energética. O sistema aquapônico aqui considerado utiliza apenas fontes de energias renováveis de eletricidade e térmica próprias. Pode ainda contribuir na consideração de questões ambientais e de sustentabilidade, a qual tem sido tão demandada no século passado e prossegue resiliente no início deste século, uma vez que nos cabe sempre buscar melhores condições para a preservação destes recursos tão essenciais a vida na Terra.

Palavras-chave: Aquaponia. Sustentabilidade. Agricultura Urbana. Ambiente.

RESUMEN

Este Documento de Conclusión del Curso hace referencia al informe de experiencia sobre la integración de un sistema de acuaponía en lo que convencionalmente llamamos Agricultura Urbana y Periurbana, en ciudades o incluso escuelas, con el fin de permitir la producción sostenible de alimentos saludables en áreas reducidas. . Este es un estudio de caso cualitativo y cuantitativo y se construyó un sistema acuapónico para que esta investigación sea monitoreada y mejorada durante los últimos años. A través de la recopilación de datos e su interpretación, el sistema ha sufrido varios cambios que informamos en este trabajo. Estos registros se relacionan con los resultados alcanzados en la producción de pescado y hortalizas con el objetivo también de mostrar cómo este sistema puede contribuir tanto a la reducción de insumos y pesticidas en la cadena de producción alimentaria en relación a su eficiencia energética. El sistema acuapónico considerado aquí utiliza solo sus propias fuentes renovables de electricidad y energía térmica. También puede contribuir a la consideración de los temas ambientales y de sostenibilidad, tan demandada en el último siglo y que se mantiene resiliente a principios de este siglo, y siempre estamos en busca de mejores condiciones para la preservación de estos recursos tan esenciales para la vida en la Tierra.

Palabras clave: acuaponia. Sustentabilidad. Agricultura urbana. Ambiente.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Ciclo da Aquaponia.....	18
Figura 2 – Corte de um sifão sino dentro da cama de cultivo e seu funcionamento.....	30
Imagem 1 – Preparando o local para instalação do primeiro tanque de cultivo.....	28
Imagem 2 – Primeira versão do sistema aquapônico, sendo que a caixa inferior acomoda os peixes enquanto as caixas superiores representam as camas de cultivo.....	29
Imagem 3 – Introduzindo as primeiras 100 tilápias ao sistema aquapônico.....	31
Imagem 4 – Plantando as primeiras mudas de alface nas camas de cultivo.....	33
Imagem 5 – Medindo e pesando os peixes e controlando os níveis dos elementos químicos.....	33
Imagem 6 – Fazendo as medições no sistema.....	34
Imagem 7 – Colhendo as primeiras mudas.....	34
Imagem 8 – Segundo tanque acrescentado ao sistema já dentro da estufa.....	36
Imagem 9 – Preparando os primeiros peixes do sistema para comer.....	39
Imagem 10 – Primeiros frutos da plantação de tomates na aquaponia em 2017.....	40
Imagem 11 – Pesando os peixes coletados no período de 2017.....	41
Imagem 12 – Cultivo de alfaces em tubos de PVC de 75 milímetros.....	43
Imagem 13 – Visão interna da nova estufa de inverno em funcionamento apresentando a interligação das caixas.....	44
Imagem 14 – Instalando o sistema de aquecimento solar em nova estufa para o inverno.....	47
Imagem 15 – Sistema elétrico e de aquecimento solar devidamente instalado.....	47
Imagem 16 – Plantação de cebola orgânica irrigada por dejetos do sistema aquapônico.....	49
Imagem 17 – Mais hortaliças regadas pelos dejetos de nosso sistema de Aquaponia.....	49
Imagem 18 – Tilápia com 1 Kg na produção de aquaponia em 2019.....	56
Imagem 19 – Colheita e pesagem de tomates da nossa produção em aquaponia no ano de 2019.....	56
Imagem 20 – Colhendo alfaces durante a produção na aquaponia em 2019.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Médias Climatológicas para Osório.....	38
Tabela 2 – Custos de produção de 120 kilos de Tilápias em sete meses, de setembro de 2015 a março de 2016.....	50
Tabela 3 – Nossos Custos de Produção de 120 Kilos de Tilápias em sete meses, de setembro de 2018 a março de 2019.....	51
Tabela 4 – Produtos Produzidos na Aquaponia no ano de 2019.....	54
Tabela 5 – Nossos custos de Produção Total aproximado no ano de 2019.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A/H	Ampére Hora
A/C	Corrente Alternada
CETESB	Companhia Ambiental de Estado de São Paulo
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
IRGA	Instituto Riograndense do Arroz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
pH	Potencial Hidrogeniônico
PVC	Policloreto de Vinila
TPA	Troca Parcial de Água

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 O que é Aquaponia?	18
2.2 Agricultura Urbana e Periurbana	21
2.3 O que é agricultura urbana?	22
2.4 Quais os principais benefícios de uma agricultura urbana ou periurbana?	22
3 METODOLOGIA	25
3.1 Preparando o local, construindo e explicando o sistema de aquaponia	27
3.2 Introduzindo no sistema os peixes e plantando as primeiras mudas de alfaces	30
3.3 Colhendo os primeiros frutos do experimento	37
3.4 Iniciando o cultivo de tomates e novas hortaliças no sistema	39
3.5 Reformulando toda a concepção do sistema para uma melhor eficiência energética e economia de eletricidade	42
3.6 Introduzindo ao projeto de aquaponia um sistema de aquecimento solar e a gás para possibilitar a produção de peixes o ano inteiro	45
3.7 Integração da Aquaponia à Horta Urbana	48
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	50
4.1 Tabelas de dados	50
4.2. Gráficos	52
4.3 Resultados atuais do nosso sistema de aquaponia	53
4.4 Análises de possíveis resultados financeiros na aquaponia	54
5 CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS	60

1 INTRODUÇÃO

Dentre os grandes passos dados pela humanidade para a construção das sociedades, assim como as conhecemos hoje, e de sua organização e preservação da espécie, a agricultura foi sem dúvida uma das mais importantes criações do gênio inventivo dos seres humanos. A aquicultura já vem sendo praticada á muitos séculos antes de Cristo por povos como os chineses e, nos séculos XI e XII, com os astécas na América. (Alfaro e Inácio 2017 pg. 18).

Quando a humanidade começou a cultivar os seus próprios alimentos e consegue domesticar algumas espécies de animais deixando para trás a sua condição de nômades, são criados os elementos para que eles pudessem se fixar em determinados lugares propícios ao seu desenvolvimento e começasse a construção de uma vida comunitária em vilas e posteriormente em grandes cidades.

Desde o início deste ciclo até os nossos dias, o grande desafio da humanidade tem sido alcançar aquilo que chamamos hoje de segurança alimentar.

A partir do processo que conhecemos como Revolução Industrial, pudemos notar claramente a mudança de estilos de vida destas comunidades agrícolas que deixaram o campo migrando para os grandes centros em busca de especialização, empregos e melhores condições de vida para as suas famílias.

Ao passar dos séculos vemos o aumento cada vez mais acentuado das populações principalmente nestas grandes metrópoles industriais e, conseqüentemente uma demanda cada vez maior da produção de alimentos para esta massa de habitantes que começa a crescer de forma vertiginosa ao longo das gerações. Essa demanda cada vez maior por alimentos vai trazendo uma sobrecarga ao sistema produtivo convencional, tornando uma necessidade cada vez mais ampla a prática do cultivo de alimentos diversos, de forma que seja com alta produtividade mas que, ao mesmo tempo, se tornem economicamente baratos e acessíveis para o consumo da população.

Uma das conseqüências negativas percebidas ao longo do tempo que envolve este sistema produtivo é o uso excessivo de fertilizantes químicos

industrializados e dos agrotóxicos, que usados indiscriminadamente, tem causado danos aos biomas habitados pelas mais variadas espécies.

Um redutor no que se refere a problemática acima apontada é à utilização, para a plantação de alimentos, áreas menores e. para isto foram desenvolvidas estratégias que, em muitos casos, apresentam altos custos de pesquisas científicas e de desenvolvimento em maquinários.

Como alternativa aos sistemas produtivos convencionais diversas propostas tem sido feitas sendo, umas delas, a da aquaponia. A aquaponia é um sistema de produção de alimentos que combina a aquicultura convencional com a hidroponia em um ambiente simbiótico. Assim, por volta do final do século vinte, a aquaponia tem sido usada como uma maneira auxiliadora para contornar alguns dos problemas causados ao ambiente pela agricultura tradicional. Entretanto, à aquaponia, no formato praticado e que resultou no presente trabalho de conclusão de curso, surge com um viés fortemente pautado em questões de sustentabilidade e é caracterizada por um sistema de permacultura, contendo a produção integrada e no mesmo espaço, da piscicultura e hidroponia, sem o uso de pesticidas e adubos químicos, enquanto que é suplementado apenas por energias renováveis. Sendo que o único componente industrial é a ração ministrada para alimentação dos peixes.

Assim, o sistema consiste em um sistema inovador de produção integrada e fechada de peixes e plantas de várias espécies unindo duas formas de cultura: a hidroponia que é a plantação e cultivo de hortaliças e frutíferas em tubos de policloreto de vinila (PVC), alimentadas por um sistema de bombeamento de uma solução química nutriente e a aquicultura, que consiste na criação de peixes e crustáceos em cativeiro através do fornecimento de rações para a sua alimentação.

Nosso objetivo geral nesta pesquisa foi então compreender de que forma é possível um sistema aquapônico ser instalado em diferentes espaços urbanos e, de que maneira, este pode auxiliar na prática do que se denomina agricultura urbana ou periurbana. Também serão consideradas questões envolvendo a sustentabilidade, visto que ele pode ser uma das formas de diminuir a demanda do consumo dos produtos da cadeia produtiva mais agressiva ao meio ambiente, a saúde da população e de sua possibilidade em

tornar-se um instrumento agregador as hortas convencionais, tanto nas comunidades agrícolas mas, principalmente, nas áreas urbanas.

Desta forma a título de exemplo, os moradores de regiões urbanas de algumas metrópoles da Europa, Estados Unidos e Austrália, já podem contemplar verdadeiras fazendas verticais onde são cultivados todos os tipos de alimentos tais como: frutas, verduras, legumes e várias espécies de peixes para o consumo voltado a população local. (Neher, 2015). Esta iniciativa também tem barateado os custos energéticos da cadeia produtiva, uma vez que suprime-se os gastos com transportes dos alimentos, conseqüentemente reduzindo de forma significativa as perdas com este transporte e com o seu armazenamento, uma vez que sendo os produtos cultivados dentro das grandes cidades, os consumidores adquirem tais produtos alimentícios nestas fazendas urbanas, bem próximos das suas residências.

Tais exemplos, também nos instigaram a olhar para os espaços disponíveis e, por muitas vezes subutilizados, para a implantação do sistema aquapônico nas cidades tais como: terrenos baldios, prédios públicos e privados desativados e, principalmente, espaços escolares ociosos.

Nesta pesquisa também tivemos a oportunidade de perceber e utilizar em pequena escala a aquaponia como um instrumento pedagógico nas escolas urbanas ao nível fundamental e médio para o ensino das disciplinas das ciências da natureza e ambientais. E, em lugar e momento oportunos, também procuraremos mostrar alguns resultados através da avaliação e interação que obtivemos com alunos e professores em uma aula de estágio de docência. Como resultado prático desenvolvemos um pequeno sistema que pode ser facilmente desmontado e transportado e assim permitir o seu uso, como sistema itinerante, em diferentes eventos escolares.

O nosso desenvolvimento metodológico, primeiramente se deu através de pesquisas bibliográficas e revisão teórica da literatura referente aos sistemas aquapônicos convencionais, porém, o foco principal de nossa pesquisa esta baseado na construção de um sistema aquapônico próprio que ao longo do período de 4 anos sofreu diversas adaptações e aperfeiçoamentos a medida que percebíamos a necessidade de corrigirmos certos elementos que pareciam não funcionar de forma apropriada para a utilização na agricultura urbana com eficiência energética e econômica desejadas.

Aqui nesta pesquisa apresentaremos os resultados alcançados através destas observações anotadas em nosso diário de bordo juntamente com a exposição de fotos, bem como mostraremos os resultados satisfatórios e insatisfatórios até o momento atual, onde entendemos que estamos prestes a encontrar em nosso sistema instalado um ótimo equilíbrio dentro do nosso dimensionamento e área de cultivo.

O presente trabalho de conclusão de curso foi estruturado em quatro capítulos da seguinte maneira:

No primeiro capítulo tratamos da definição de aquaponia bem como de sua aplicação no cultivo de plantas e peixes.

No segundo capítulo, abordamos através de alguns autores, os conceitos de agricultura urbana e periurbana e juntamente como se dá a sua instalação e funcionamento nas áreas urbanas.

No capítulo três em nossa metodologia, descrevemos a construção e o funcionamento de um sistema aquapônico onde dimensionamos o seu tamanho, bem como a sua capacidade de cultivo em quantidade de peixes, mudas de alfaces, tomates, juntamente com o seu consumo energético de eletricidade visando alcançar uma maior eficiência energética.

No capítulo quatro fazemos a análise dos resultados observados comparando-os ao longo dos quatro anos de funcionamento.

Por fim, no capítulo cinco, relatamos as nossas conclusões que respondem o nosso problema de pesquisa, bem como levantamos perguntas que ainda não obtivemos as respostas e que servem de motivação para trabalhos futuros.

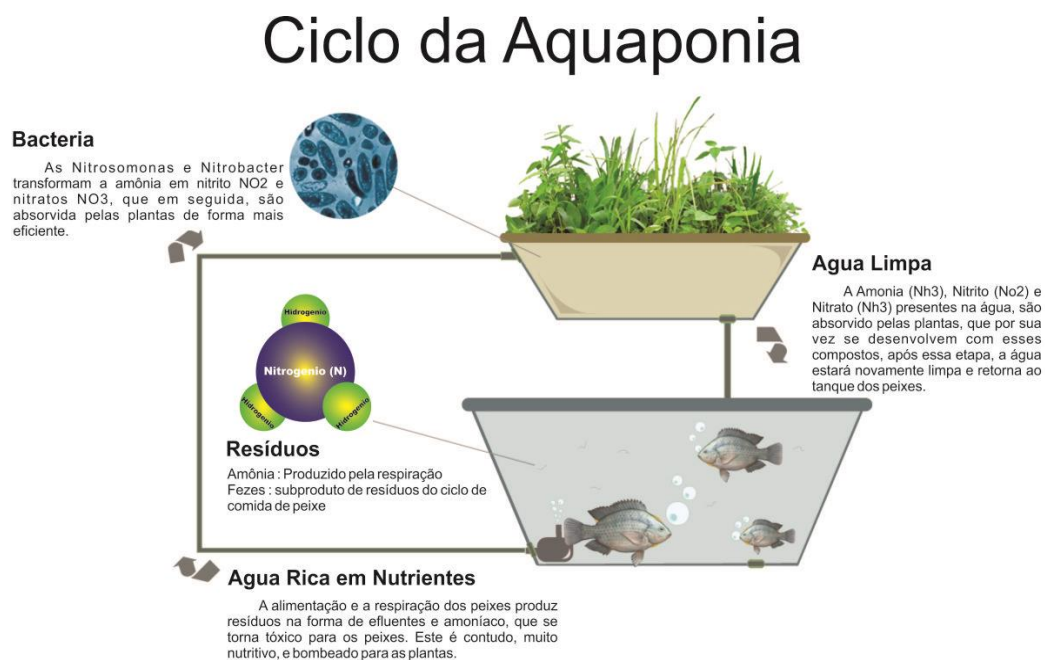
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Gostaríamos aqui de frisar que tivemos uma certa dificuldade com a nossa busca por uma literatura mais específica em relação a nossa proposta de pesquisa. Nas plataformas que utilizamos, para a busca de conteúdos como, por exemplo, a LUME da UFRGS, encontramos alguns trabalhos relacionados a aquaponia, mas os mesmos abordavam assuntos não vinculados a nossos propósitos específicos de compreender como a aquaponia pode ser utilizada como instrumento de agricultura urbana e periurbana em espaços reduzidos e contribuir para diminuir a demanda do consumo dos produtos da cadeia produtiva mais agressiva ao meio ambiente, a saúde da população e de sua possibilidade em tornar-se um instrumento agregador as hortas convencionais, tanto nas comunidades agrícolas, mas, principalmente nas áreas urbanas.

2.1 O que é Aquaponia?

A aquaponia é uma sistema de produção onde cultivam-se peixes e plantas através do bombeamento e circulação de água em um sistema constituído, basicamente, por tanques que acondicionam os peixes e as camas de cultivo, que acomodam as plantas que se deseja cultivar, e também as bactérias responsáveis pelo processamento da amônia. Isto é, nesse processo o ciclo do nitrogênio acontece nas camas de cultivo, que são na realidade, grandes filtros biológicos cheios de bactérias nitrificantes tais como as nitrosomonas e nitrobacter. Assim, nas camas de cultivo é onde, ao mesmo tempo, são fertilizadas as raízes das plantas, acontecendo também um processo de purificação da água em relação aos elementos tóxicos que poderiam envenenar os peixes. O elemento principal neste processo é a amônia produzida pelos dejetos dos peixes. Uma representação esquemática dos ciclos em um sistema aquapônico pode ser visualizado na figura 1.

Figura 1 – Ciclo da Aquaponia.



Fonte: <https://aquaponiabrazil.wordpress.com/principios-basicos/grafico-criado-corelx7/>

Autor, Aquaponia Brasil, ano 2016.

Segundo Alfaro e Inácio (2017) a Aquaponia é um princípio simples que procura imitar os ciclos na natureza onde peixes são criados em tanques e as plantas em camas de cultivo onde esta água circula. Sendo a água enriquecida pelos dejetos dos peixes, esta fertiliza as plantas alcançando-as através do bombeamento nas camas de cultivo sendo depois esta mesma água devolvida mais “limpa” para o tanque dos peixes.

Como bem nos assegura Richards (2016), Aquaponia é a combinação da hidroponia e aquicultura na produção de peixes e plantas sem a utilização de solo e somente fazendo uso da água, onde plantas, peixes e bactérias convivem juntos.

Para Filho (2018, p. 9) a Aquaponia é usada para facilitar à sustentabilidade e uma produção mais eficaz, pois ela mantém a integridade dos ecossistemas e otimiza os recursos utilizados no sistema.

A aquaponia, também chamada de aquicultura multitrófica, é um tipo de produção que integra a aquicultura, cultivo de organismos que possuem parte ou toda sua vida no meio aquático, com a hidroponia; cultivo de plantas terrestres sem a utilização de solo e irrigadas por

uma solução nutritiva, na qual os resíduos da aquicultura fornecem nutrientes para as plantas, que retirando-os da água, mantém a mesma em boas condições para os peixes, possibilitando o cultivo com menor renovação de água. Nesse sentido, a aquaponia permite a economia de água e a produção de alimentos mais saudáveis, bem como uma maior sustentabilidade dentro dos ambientes urbanos e rurais. (FILHO, 2018, p. 9)

Como se pode verificar nessa citação, a aquaponia está envolvida na produção de plantas e peixes em ambientes aquáticos de forma mais sustentável, aproveitando os próprios resíduos produzidos em um ciclo fechado.

Evidentemente, a aplicação pode ser utilizada para aqueles que desejam obter alimentos saudáveis em espaços reduzidos e se envolver em práticas de agricultura tanto no campo como nas áreas urbanas.

Sendo assim, a aquaponia como um instrumento a ser utilizado tanto nas áreas urbanas como nas áreas rurais favorece a construção de sistemas de tamanhos variados, aproveitando-se da água de nascentes, poços artesianos e até mesmo águas servidas que serão recicladas nas camas de cultivo que se tornam verdadeiros filtros biológicos.

Através de processos de nitrificação é possível, após algum tempo, purificar esta água tornando-as propícias para o desenvolvimento tanto das plantas como dos peixes no sistema.

Como exemplo podemos escolher um local de até 2m² para construir um sistema de aquaponia simples onde se torna possível tanto o cultivo de 20 pés de alface bem como, manter uma pequena caixa para 20 tilápias. Ainda, com uma caixa d'água de 150 litros, 3 canos de um metro e cinquenta centímetros, uma bomba d'água de 15 watts e com capacidade de bombeamento de 2.200 litros por hora e uma cama de cultivo de 30 centímetros por 50 centímetros torna-se-á possível alcançar estas marcas.

Logo, é importante compreender que a aquaponia se mostra como uma grande possibilidade de prática no estilo agrícola sustentável na obtenção de hortaliças e frutíferas, bem como proteína animal, (peixes diversos e até mesmo crustáceos como, por exemplo, o camarão da malásia), sem o impacto de fertilizantes e agro-químicos no seu cultivo.

Devido as suas características peculiares também no que diz respeito a economia de água, a aquaponia passa a ser um excelente recurso uma vez

que este elemento é um dos muitos insumos que encarecem a produção agrícola devido ao alto investimento em equipamentos de irrigação e também com sua manutenção, enquanto que o seu excesso ou falta causa enormes prejuízos.

Além de que, um sistema aquapônico possui a vantagem de se adaptar muito bem na sua utilização em pequenos espaços o que representa uma facilidade em relação a uma horta convencional. Espaços estes que certamente são uma carência nas cidades, representando dificuldades para todo aquele que deseja se envolver no cultivo sustentável de seu próprio alimento.

Também pode-se justificar a utilização da aquaponia como instrumento agrícola urbano, devido à possibilidade de aproximar práticas milenares de cultivo nos campos e que estão envolvidas nos variados métodos de produção, bem como os seus sujeitos atrelados a esses saberes, trazendo assim, tais conhecimentos, que muitas vezes ficam restritos a serem de domínio dos sujeitos do campo, para o âmbito das populações urbanas.

Contudo, podemos exemplificar a Aquaponia como um instrumento para realizar um ciclo da natureza reproduzido em um sistema fechado, construído pelo homem em benefício das sociedades e do ambiente na produção de proteína animal e vegetal de forma sustentável.

2.2 Agricultura Urbana e Periurbana

A agricultura, de acordo com registros arqueológicos, surgiu na região apelidada de Crescente Fértil, uma área banhada pelos rios do Oriente (CISCATI, 2016). Os povos que ali habitavam construíram vilarejos e pequenos centros comerciais a partir de sua economia basicamente agrícola. Enquanto o tempo passa, aos poucos, as terras de plantio foram se afastando progressivamente para abrir espaço para a expansão de centros demográficos e rotas de comércio, resultando em uma concepção de separação de meio rural e urbano o que foi paulatinamente se delimitando e sofrendo um processo de separação quase que total.

A partir da metade do século XX com o êxodo rural, tornou-se cada vez mais evidente esse mesmo processo, que é comum ao crescimento e avanço

de cidades. Assim, a terra e o desenvolvimento de seu cultivo foram sendo desvinculados ao indivíduo metropolitano ou aos espaços urbanos em si. O processo de cultivo da terra e o processo de trabalho nas cidades foi progressiva e completamente desassociado.

O resultado dessa migração, para o urbano, resultou em uma população cada vez mais crescente e concentrada em espaços não planejados. Como consequência resultou e ainda ecoa em nossa sociedade numa série de problemas sociais que carecem de estrutura e planejamento sólido e contínuo para serem solucionados.

Como resultado dessa demografia acentuada em espaços não planejados outros problemas como o acesso a produtos alimentícios produzidos no campo, reutilização de materiais não compostáveis, perdas de alimentos, espaços ociosos e degradantes se tornou um problema comum em grandes cidades.

Nesse contexto e como parte da solução de tais problemas surgiu a agricultura urbana como uma possibilidade de fornecer uma resposta eficaz e de baixo custo para contribuir na diminuição de algumas dessas questões. Como uma das estratégias, de solução de alguns problemas como acesso a produtos orgânicos, melhor aproveitamento de recursos e espaços, surgiu a concepção de agricultura urbana e ou periurbana sendo então a agricultura efetuada nas cidades. Devido a sua relação e tendo como plano a comunidade, sendo assim, se traduz em uma boa ferramenta para a autogestão dos recursos e que resulta uma biodiversidade máxima e eficaz (SMIT, 2001). Ademais quando pensamos na palavra “agricultura” de um modo geral, usualmente ocorrem dois tipos de pensamentos em nossa mente: uma agricultura de muitos hectares, monocultural e exercida por máquinas industriais de última geração, ou uma agricultura orgânica e familiar, exercida em menor escala, com uma variedade um pouco maior de alimentos, porém ainda sim maior se comparada a uma imagem do que poderia ser a agricultura urbana.

Apesar dos “conceitos imagéticos” do que seria agricultura, de acordo com o dicionário Houaiss da Língua Portuguesa, Agricultura significa: “Cultivo do solo para a produção de vegetais úteis ao ser humano” (Instituto Antônio Houaiss de Lexicografia, 2010).

De fato, a agricultura urbana que tem como principal objetivo aproveitar espaços ociosos e pré-existentes, se difere do que entendemos por agricultura em sentido comum, todavia converge totalmente para o seu sentido fim que é a produção de vegetais úteis ao ser humano. Logo, a agricultura antes considerada uma atividade exclusiva da zona rural, passa a ser importante e parte constituinte do movimento de agricultura no meio urbano. Neste contexto, a expressão agricultura urbana, surge como uma atividade provedora de alimentos frescos, como uma possibilidade provável de fonte de emprego e renda, uma atividade recreativa, terapêutica, etc. (PESSÔA, 2005).

2.4 Quais os principais benefícios de uma agricultura urbana ou periurbana?

Aqui temos como objetivo explicar alguns benefícios da prática que a agricultura urbana pode proporcionar à comunidade que se encontra em cidades, metrópoles, megalópoles, etc. Um dos primeiros benefícios que podemos destacar é proporcionar alimentos frescos, orgânicos e saudáveis a sua população. Dentro das cidades há toda uma cultura do “fast”, ou seja, tudo deve ser muito rápido, sendo que a alimentação acabou entrando nesse conceito de rapidez. De acordo com pesquisas realizadas pela EAE Bussines School o Brasil está entre os maiores consumidores de fast food do mundo, sendo o maior da América Latina. Hoje, são mais de 5.000 redes das chamadas “fast foods” no Brasil, sendo que tais redes, no geral, estão localizadas em cidades de médio a grande porte.

De certa forma a agricultura urbana vai de encontro ao conceito de que se alimentar nas cidades não seja o mesmo que consumir alimentos saturados, industrializados e, contribuindo assim, para uma mudança de percepção alimentar em seus habitantes pela possibilidade, que oferece, de acesso a alimentos mais naturais e saudáveis.

A agricultura urbana também proporciona a utilização de espaços inativos, de maneira que o processo de ocupação dessas áreas podendo trazer benefícios de muitas maneiras, dentre elas: embelezamento de parques, terrenos baldios, sacadas, becos, etc. O que resulta em uma melhoria visual para as cidades onde, por exemplo, os espaços como terrenos baldios (que em

muitos casos resulta em um espaço de descarte de lixo), faz com que toda uma percepção de áreas não ocupadas seja modificada.

Além do embelezamento de áreas desocupadas ou deterioradas temos a reutilização e o aproveitamento de materiais nocivos ao meio ambiente como pneus, latas de alumínio, garrafas pets, caixas de leite, entre outros materiais. Além disso, o uso produtivo desses espaços urbanos proporcionam a limpeza destas áreas e uma melhoria considerável ao ambiente local, com impacto positivo na sanitização pública, como se verifica:

Materiais como embalagens, pneus e entulhos são utilizados para a contenção de pequenas encostas e canteiros e, resíduos orgânicos domiciliares são aproveitados na produção de composto utilizado como adubo (ALMEIDA, 2004).

Ainda em relação ao aproveitamento de recursos e melhoria na sanitização urbana temos com a agricultura urbana um aproveitamento maior de recursos alimentícios. estima-se que mais de 100 mil toneladas de grãos caem de carretas ao ano somente na região do Mato Grosso (ROMÃO, 2019).

Assim, o processo de agricultura urbana contribuiria para diminuir esses problemas existentes, pois não haveria um desperdício de matéria alimentícia em função de seu consumo ocorrer mais próximo do local de produção , a questão do lixo orgânico, pois serviria de insumo para o solo das hortas e canteiros.

De acordo com Assis e Romeiro (2002), para o sucesso de sistemas agroecológicos, a primeira preocupação deve ser na implementação relacionada ao solo, no que se refere à recuperação e manutenção do seu equilíbrio biológico, pois este influenciará em grande medida suas características físicas e químicas. Conseqüentemente, devem-se desenvolver soluções criativas para minimizar o uso de insumos industrializados e maximizar o uso de recursos naturais, tendo como base a preocupação com o controle da erosão e a conservação da fertilidade e da biota do sistema do solo (ALMEIDA, 1998).

Temos ainda outros benefícios em relação ao ecossistema e aproveitamento de recursos como a contribuição para o microclima nessas

idades e conseqüentemente o aumento de sua biodiversidade, resultando ainda na possibilidade de aproveitamento de recursos como a captação da água da chuva.

Para Madaleno (2002), a apropriação da agricultura no meio urbano contribui para tornar as cidades mais produtivas e autossuficientes, resgatando assim a comunhão do ser humano com a biodiversidade natural e a agricultura, mesmo que em tempo parcial.

Evidentemente que são muitos os benefícios que a agricultura urbana e periurbana podem resultar em uma comunidade localizada em cidades, pois a implantação desse sistema não traz somente a comunhão do ser humano com a biodiversidade natural, mas também traz outros benefícios. Benefícios como os sociais e que resultam na reintegração da comunidade, pois através desse sistema há uma cooperação por parte da vizinhança como um todo para ajudar a manter o sistema de agricultura urbana.

A garantia do fornecimento de insumos orgânicos, a adequação de novos substratos à produção de mudas, o resgate e a preservação de cultivares adaptados às condições locais, a adequação das épocas de plantio, o uso de defensivos alternativos que não sejam poluentes, bem como a geração e adaptação de sistemas de produção ao ecossistema urbano são desafios fundamentais a serem vencidos, visando o sucesso da produção agrícola em área urbana.

No que se refere ao aproveitamento dos resíduos orgânicos urbanos como adubo para a produção agrícola, verifica-se a necessidade de geração de conhecimentos que possibilitem a adequada forma de prepará-los, garantindo um produto estabilizado e de boa qualidade, que forneça nutrientes e condicione o solo de forma adequada.

3 METODOLOGIA

Para Demo (2000, p. 20), "pesquisa pode ser entendida como um processo de fabricação de conhecimento e de aprendizagem, que unidos realizam todo o processo de reconstrução do conhecimento."

Neste sentido "A pesquisa aplicada objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais." (PRODANOV, 2013, p. 51).

Como estamos desenvolvendo um sistema aquapônico, teremos como finalidade prática o seu uso como sendo a fonte principal da pesquisa aplicada em nossa localidade.

Para que pudéssemos alcançar os objetivos propostos nesta pesquisa tratamos de construir e observar um sistema aquapônico em funcionamento relatando todos os fenômenos visíveis na produção e cultivo de diversas plantas e peixes e nos amparamos em pesquisas exploratórias e descritivas.

Na fase inicial da pesquisa, proporciona mais elementos e conteúdos de informações sobre o assunto investigado tornando possível a delimitação do tema da pesquisa e a fixação na construção das hipóteses e um novo ângulo de visão sobre o objeto pesquisado. Como exemplo, podemos perceber a natureza exploratória nas formas de pesquisas bibliográficas e estudos de caso. (PRODANOV, 2013, p. 51 e 52).

Pesquisas descritivas "Se dão quando o pesquisador relata e descreve os fatos observados sem procurar intervir neles." (PRODANOV, 2013, p. 52). Por isso nota-se que nossa pesquisa é descritiva no seu processo inicial, uma vez que estas observações e relatos bem como os resultados alcançados, tiveram como finalidade responder as perguntas propostas inicialmente neste TCC e que tais impuseram a necessidade de intervenções posteriores.

Do mesmo modo,

A pesquisa qualitativa reconhece que há uma relação forte entre o sujeito com toda a sua subjetividade e o mundo real que não pode ser demonstrada em números. Por isto não necessita de dados estatísticos para sua realização, sendo que pode dispor simplesmente do ambiente natural como fonte de pesquisa sendo o pesquisador peça central no processo. Já a pesquisa quantitativa, é o oposto, pois quantifica tudo em números necessitando de técnicas

estatísticas e análises para sua realização. (PRODANOV, 2013, p. 60 e 70).

Devido a nossa pesquisa possuir o caráter observacional tanto na construção como no funcionamento de um sistema aquapônico anotando os resultados em um diário de bordo, nossa abordagem será tanto qualitativa como quantitativa com relação ao levantamento e análise dos dados obtidos. Diante do problema em questão, nosso raciocínio será hipotético dedutivo, pois partimos de uma hipótese para alcançarmos uma resposta que seja satisfatória ao que nos propomos nesta pesquisa.

Quanto ao tema de pesquisa Prodanov por sua vez salienta que

[...] pesquisa experimental é quando determinamos um objeto de estudo, selecionamos as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definimos as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto. (PRODANOV, 2013, pg. 57).

Por este motivo, escolhemos esta técnica por acreditarmos ser ela a que melhor se prestou para coletarmos os dados necessários desta pesquisa e por melhor se enquadrar em nossa proposta de análise através das nossas observações e anotações dos resultados na construção e operação do sistema aquapônico.

Desta forma pudemos obter melhor confiabilidade na análise tanto dos dados colhidos como de suas variações dentro do sistema. O instrumento usado por nós para a coleta e registro dos dados como frisamos, foi à observação direta do sistema aquapônico em funcionamento ao longo de quatro anos.

Os resultados foram registrados e documentados através de filmes, fotos e um diário de bordo. Isto também gerou nossas próprias tabelas de controles de diversos aspectos tais como: controle de alimentação e crescimento dos peixes, controles de pH e de desenvolvimento das plantas. Nesse sentido Prodanov declara que:

Os dados que devem ser extraídos da realidade pelo trabalho do próprio pesquisador, são chamados de dados primários. Recebem essa designação por se tratarem de informações em “primeira mão”, ou seja, por não encontrarem registrados em nenhum outro documento. (PRODANOV, 2013, p. 103).

3.1 Construção da primeira versão do sistema aquapônico

Esta pesquisa trabalhou com a análise de múltiplos casos, e isto se deu primeiramente com a construção do sistema aquapônico em um espaço ocioso em nossa casa com a disponibilidade de uma área total de 27 metros quadrados.

Preparamos o local de maneira bastante artesanal, como pode ser visto na imagem 1, para que fosse possível estabelecermos confiança e nos certificarmos que de fato poucos recursos mais avançados seriam necessários. Em princípio procedemos a construção utilizando os seguintes materiais: uma caixa d'água com capacidade para dois mil litros para acondicionar os peixes, dois recipientes para preparar o traço de concreto usado em obras de alvenaria medindo 1,10 metros por 0,80 metros, cada um,. Após serem cheias de pedras brita e argila expandida se tornaram as camas de cultivo que foram utilizadas para a plantação das primeiras mudas de alface, um dos primeiros cultivares testados por nós neste primeiro momento do projeto.

Imagem 1 – Preparando o local para instalação do primeiro tanque de cultivo.



Fonte: arquivo pessoal, 2014.

Também utilizamos tubos e conexões para circulação da água de 25 e 40 polegadas e para descarga da água nas camas de cultivo, confeccionamos dois sifões sinos com canos brancos de esgoto de 75 milímetros.

Para o bombeamento e circulação da água, foi instalada dentro da caixa d'água uma bomba de 70 watts e 220 volts A/C, que funciona 24 horas diariamente.

Imagem 2 – Primeira versão do sistema aquapônico, sendo que a caixa inferior acomoda os peixes enquanto as caixas superiores representam as camas de cultivo.



Fonte: arquivo pessoal, 2015.

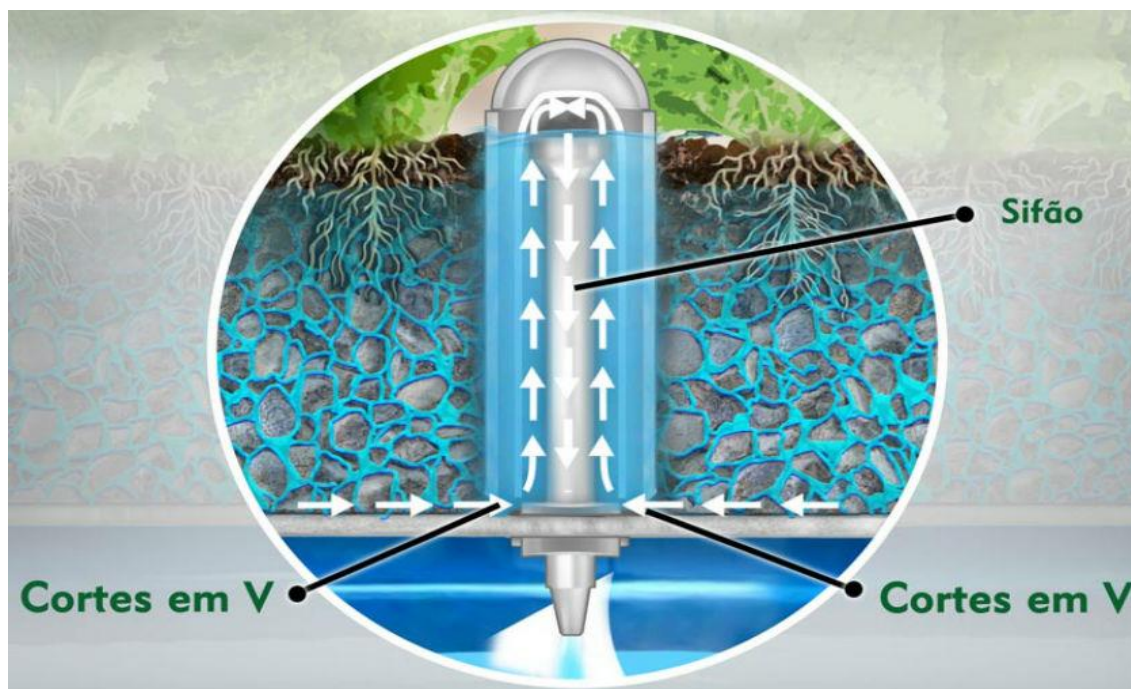
Conforme a imagem 2, que corresponde a primeira versão do sistema implando, o sistema funciona em um ambiente aquático fechado, tanto para os peixes, como para as plantas. A água onde se encontram os peixes (caixa

inferior na foto 02), é então bombeada para as camas de cultivo, contendo britas e argilas expandidas, onde são plantadas as mudas.

As raízes das plantas não podem ficar submersas na água dentro das camas de cultivo o tempo todo, isto poderia causar o apodrecimento das mesmas. Sendo assim, aqui se faz uso dos sifões sinos (ver figura 2) que tem a função de esvaziar as mesmas disparando uma descarga a cada 4 ou 5 minutos aproximadamente, a medida que se avoluma dentro do seu interior uma maior quantidade de água e ar.

Isto possibilita um efeito de subida progressiva da água na cama de cultivo, para molhar as raízes, e descida de forma gradual possibilitando tanto a oxigenação das raízes bem como a absorção dos nutrientes nitrificados contidos na água pelos excrementos dos peixes.

Figura 2 – Corte de um sifão sino dentro da cama de cultivo e seu funcionamento.



Fonte: Cursos CPT, <https://www.cpt.com.br/cursos-criacaodepeixes/artigos/sistema-de-aquaponia-ambiente-de-cultivo-em-substrato>

Após a constituição do sistema, como descrito acima, foram então introduzidos no tanque de 2.000 litros de água conforme imagem 3, 100 peixes da espécie *Oreochromis niloticus*, também conhecida como Tilápia do Nilo. Imagem 3 – Introduzindo as primeiras 100 tilápias ao sistema aquapônico.



Fonte: arquivo pessoal, 2015.

Cada um dos alevinos tinha em torno de 12 centímetros e 44 cm, como mostra a imagem 4.



Imagem 4 – Fazendo as medições dos alevinos.

Fonte: Arquivo pessoal, 2015.

Estes peixes a princípio se mostraram saudáveis porém, passadas três semanas cerca de 30 deles vieram a óbito. Verificamos que isso pode ter ocorrido pela alta densidade de peixes que colocamos no sistema saturando assim, a capacidade da caixa d'água que estávamos utilizando. A razão principal dessa saturação decorre do fato de que os excrementos na água produziram uma grande quantidade de amônia antes da colonização das bactérias nitrificantes nas camas de cultivo que tornariam o ambiente dos peixes menos tóxicos até a formação dos nitratos que alimentaríamos as plantas nas camas de cultivo, completando assim o ciclo do nitrogênio dentro do sistema.

3.2 Controle dos elementos bio químicos na água

Depois da introdução dos peixes e plantas no sistema, iniciamos as medições dos elementos químicos necessários para o estabelecimento do equilíbrio como um todo. Sendo que o primeiro monitoramento se referiu a amônia NH_3 , o que verificamos, através da retirada de uma amostra de água de

aproximadamente seis mililitros em uma proveta a qual foi adicionada 3 gotas de um reagente químico, para detecção de amônia, e que produziu uma coloração na água coletada de cor verde escura, o que, comparada com uma tabela de testes representa aproximadamente 6,50 partículas por milhão (ppm) indicando assim um alto índice inicial de amônia.

Com a presença da amônia, após sete dias, foi feito um teste para detectar a presença de nitritos NO_2 que confirmaria a presença e o início da colonização das bactérias nitrificantes, que foi realizado através da coleta de seis mililitros de água utilizando um teste químico para detecção de nitrito. O resultado deste teste apresentou-se positivo e produziu na água coletada para o teste uma coloração vermelha escura representando aproximadamente 2,8 ppm.

Isto demonstrou que o ambiente para os peixes estava se tornando menos tóxico e que o ciclo do nitrogênio estava seguindo o seu processo natural com a presença das bactérias nitrosomonas. Estes nitritos por sua vez, atraem as bactérias Nitrospira que começam a converter os nitritos NO_2 em nitratos NO_3 . O que verificamos conforme a mesma metodologia usada para a medição dos outros elementos químicos anteriores através de testes realizados na água por reagentes químicos e tabelas de cores.

Após as medições destes índices pelo menos duas vezes por semana e após seis semanas, as concentrações de amônia e nitritos baixaram a quase zero sendo que o nitrato passou a ser o de maior abundância no sistema. Este ciclo se completou em seis semanas, e nisto pudemos notar tanto o crescimento dos peixes como também o saudável crescimento das mudas de alface plantadas, como se verifica na imagem 4, e que foram colhidas com 40 dias após iniciarmos todo este processo.

Imagem 4 – Plantando as primeiras mudas de alface nas camas de cultivo.



Fonte: arquivo pessoal, 2015.

O ciclo a partir deste momento passou a ser contínuo como ocorre no solo, na água e em toda a biosfera. De um modo geral, percebe-se que a ração ministrada aos peixes bem como os seus excrementos e urina depositados na água geram a amônia NH_3 que por sua vez recomeça todo o processo de ciclagem neste ciclo contínuo de nitrogênio que mantém o sistema vivo e produtivo.

Além das medições, das quais já tratamos acima, durante este processo procuramos também corrigir o pH lentamente uma vez que as bactérias se reproduzem melhor em um ambiente com pH entre 7,0 e 8,0. Aqui cabe ressaltar que encontramos um problema, pois, quando o pH fica acima de 7,0, ocorre uma maior produção da amônia que, se elevado a proporções acima da capacidade de nitrificação das bactérias nitrossomonas e nitrobacter, pode vir à envenenar a água com os peixes, podendo leva-los a óbito. Este foi um dos fatores desafiadores para nós que estávamos controlando nestas semanas, estes índices de pH. Um melhor equilíbrio destes fatores foi alcançado com

intervenções através de trocas parciais de água (TPA) no tanque de peixes em índices de 200 litros a cada 12 horas até o sistema se equilibrar novamente.

Um aprendizado, importante de ser socializado com quem pretende instalar um sistema aquapônico, associado com o ciclo do nitrogênio, é o de que os peixes só devem ser colocados no tanque de água quando todo o processo do ciclo de nitrogênio se completar. Isto é, quando temos praticamente a colonização das camas de cultivo pelas bactérias nitrificantes e o controle sobre a Amônia e os Nitritos em níveis seguros e não como realizamos a princípio.

Pudemos notar que esta primeira decisão de iniciar com os peixes teve como consequência a de levar alguns peixes a óbito quando a Amônia estava em alta concentração, mostrando que para que possamos iniciar o sistema com estes peixes, teríamos que ter um controle da Amônia e Nitritos muito mais rigorosos e constantes. Este fator importante foi corrigido quando realizamos uma expansão do sistema, ou seja, quando acrescentamos um novo tanque de 2.000 litros de água com capacidade para mais 100 peixes e novas espécies de hortaliças.

Imagem 5 – Segundo tanque acrescentado ao sistema já dentro da estufa.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2015.

Outro fator muito importante para a nossa investigação no controle do ciclo de nitrogênio dentro do sistema de aquaponia foi à temperatura, tanto ambiente como a da água. É sabido que a temperatura também é um fator de grande influência na produção e concentração da Amônia na natureza, pois quanto mais elevada for à temperatura em combinação com a elevação do pH da água, maiores serão os seus índices.

Nós iniciamos as nossas pesquisas em pleno verão gaúcho e estávamos com temperaturas na faixa de 27°C a 30°C. Quando adicionamos o segundo tanque, resolvemos construir em volta do sistema uma pequena estufa para podermos ter maior controle do ambiente, tais como: vento, calor e umidade. Apesar de que estávamos realizando os testes dentro desta estufa, a mesma como sabemos estava sob a influência da temperatura ambiente e fez com que tanto a temperatura ambiente como a da água aumentasse consideravelmente, a qual corrigimos a níveis aceitáveis juntamente com o pH com a troca parcial de água (TPA) com uma temperatura de 16°C retirada de um poço artesiano e acrescentando ao sistema 200 litros a cada 12 horas.

Isso também nos trouxe um grande aprendizado em relação ao peixe que se desenvolve melhor dentro do sistema aquapônico que é a Tilápia do Nilo. Por ser um peixe tropical ele se desenvolve bem na faixa de temperatura entre os 26°C e 32°C e pode desenvolver doenças e ir a óbito em temperaturas abaixo dos 11°C. Sendo que o Rio Grande do Sul tem um clima subtropical e em Osório a média anual de temperatura estar na faixa dos 20°C chegando ao inverno a dias de mínimas de 5°C, teríamos que, em algum momento, contornar tal cenário, como poderá ser visto abaixo.

Por este motivo que inicialmente pensamos ser o mais ideal começar a criação com as Tilápias por ser esta espécie a mais comercial, a mais fácil de manejar no sistema de aquaponia e também devido ao seu excelente desenvolvimento em tamanho, peso e sabor.

Por isso tomamos a decisão em dar início ao cultivo na primavera e a coleta para o abate até o final do mês de maio, deixando o funcionamento do sistema no período de inverno por conta de espécies mais resistentes as baixas temperaturas (informações adicionais serão trazidas adiante).

3.3 Colhendo os primeiros frutos do experimento

Após seis meses de criação, nós pudemos nos alimentar com as primeiras Tilápias criadas em cativeiro que foram introduzidas no sistema com 40 gramas de massa e o tamanho de 12 centímetros em janeiro de 2015.

Elas foram coletadas em julho de 2015 com aproximadamente 22 cm de comprimento e 225 gramas de massa.

Estes não eram as massas e nem os tamanhos ideais para o consumo, pois nas condições ideais de temperatura, esta espécie teria alcançado a massa e tamanho comercial de 500 gramas e 22 centímetros, respectivamente.

Não conseguimos alcançar estas marcas porque a partir de Abril começamos a sair do período de verão e entrarmos no outono, onde a temperatura média no Município de Osório começa a cair de forma significativa conforme tabela abaixo. Sendo a temperatura da água um fator crucial para a alteração do metabolismo da Tilápia que se desenvolve bem na faixa de 25°C à 32°C, reduzindo em muito a sua atividade e alimentação abaixo destas faixas de conforto e, conseqüentemente, influenciando no seu desenvolvimento em

tamanho e peso podendo chegar a óbito quando a água chega a 10°C por alguns dias. (CETESB, 2020).

Esta situação nos levou a tomarmos a decisão de fazermos a despesca dos dois tanques com aproximadamente 140 peixes com um total de 35 quilogramas de pescado (imagem 6) para não perdermos os peixes.

Tabela 1 – Médias Climatológicas para Osório.

Mês	Temp Min.	Temp Max.	Chuva
Jan	19.8 °C	30 °C	136.8 mm
Fev	19.8 °C	29.8 °C	144.8 mm
Mar	19.3 °C	29.3 °C	129.5 mm
Abr	16.2 °C	26.4 °C	114.9 mm
Mai	12.5 °C	22.7 °C	109.5 mm
Jun	10.7 °C	20.6 °C	121.2 mm
Jul	9.4 °C	19.8 °C	123.8 mm
Ago	10.6 °C	21.3 °C	134.3 mm
Set	12.4 °C	21.9 °C	159.5 mm
Out	15 °C	24.9 °C	131.3 mm
Nov	16.6 °C	27.1 °C	110.3 mm
Dez	18.4 °C	29.1 °C	93.4 mm

Fonte: <https://irga.rs.gov.br/medias-climatologicas> IRGA, 2020

Fechamos então este primeiro ciclo produtivo também colhendo ao longo de sete meses junto com os peixes, 720 pés de alfaces americanas, sendo que as mesmas se desenvolvem no sistema aquapônico em um período de 35 a 40 dias.

Imagem 6 – Preparação dos primeiros peixes do sistema para consumo próprio.



Fonte: Arquivo pessoal, 2015.

3. 4 Início do cultivo de tomates e novas hortaliças no sistema

Depois de obtermos estes resultados inicialmente apenas com os peixes e as alfaces, após o término do inverno, no início da primavera do ano de 2016 inserimos mais 250 Tilápias no sistema que agora contava com mais um tanque de 1.000 litros. Da mesma maneira adicionamos mais uma cama de cultivo, reiniciando assim mais um ciclo produtivo que deveria se completar no início do outono de 2017.

Assim continuamos testando o sistema com outros cultivos tais como: agrião, cebolinha, espinafre, hortelã e alguns morangos, sendo que todos se mostraram bem adaptáveis ao sistema, porém, o principal deles foi o tomate. Plantamos um total de 16 mudas da espécie “Paulista” com 30 dias de brotação. Acompanhamos o seu desenvolvimento e produção ao longo de sete meses, como pode ser acompanhado na imagem 7.

Estes tomates se desenvolveram de forma muito sadia florescendo em 8 semanas e com 120 semanas estavam produzindo os seus primeiros frutos em um ciclo contínuo que durou até o final do verão de 2017 .

Os resultados alcançados foram 65 Kg de tomates em 12 pés das 16 mudas plantadas. Perfazendo assim uma total de 5,00 Kg aproximadamente por muda plantada. Porém essa média já está bem próxima do sistema convencional, onde um pé de tomate produz cerca de 72 frutos o que equivale a cerca de 7Kg (Ramos, 2014). O que percebemos que seria algo de certa forma normal, pois estávamos cultivando uma maior quantidade de mudas em uma área de menor espaço.

Tentamos continuar o cultivo no período de inverno, mas, não obtivemos resultados satisfatórios, mostrando mais uma vez que a temperatura da água é um fator crucial para o bom desenvolvimento tanto dos peixes como das plantas.

Imagem 7 – Primeiros frutos da plantação de tomates na aquaponia em 2016.



Fonte: Arquivo pessoal, 2016.

Após esses 18 meses e durante a chegada do inverno de 2017, novamente inativamos o sistema devido a baixa produtividade da aquaponia neste período, não sendo viável a sua continuidade e manutenção em nossa região devido as baixas temperaturas.

Coletamos os últimos peixes e plantas com resultados muito satisfatórios tanto no cultivo das hortaliças como em relação ao pescado, uma vez que diferente do período anterior, tivemos um aumento considerável na massa da Tilápia, como veremos em mais detalhes a seguir.

Conseguimos coletar peixes com 1 Kg alcançando uma produção em 5.000 litros de água de 125 Kg nestes oito meses de produção (imagem 8). Isso representa, em comparação com a despesa anterior, um aumento de aproximadamente 257% na produtividade enquanto que aumentamos o volume de água de 25% apenas. Isso revela a importância de um controle rigoroso dos principais parâmetros do sistema (níveis de amônia e pH, principalmente) e o seus reflexos na melhora da produtividade.

Imagem 8 – Pesando os peixes coletados no período de 2017.



Fonte: Arquivo pessoal, 2017.

3.5 Reformulação da concepção do sistema para uma melhor eficiência energética e economia de eletricidade

Nas seções anteriores podemos acompanhar o aumento do tamanho do sistema instalado o que, conseqüentemente, trouxe a necessidade de um maior suplemento de energia elétrica. Uma vez que no início utilizávamos apenas uma bomba para a recirculação da água de forma intermitente nas 24h do dia enquanto que, com a capacidade instalada de 5.000 litros, já eram necessárias três bombas (equivalentes em potência a do início) para a manutenção do sistema.

A partir deste momento percebemos que a diminuição no consumo de eletricidade teria que ser levada em consideração, pois a utilização de três bombas de circulação para manter o sistema com um consumo total de 300 watts por hora tornaria este sistema de produção muito caro e poderia inviabilizar a sua implantação como um sistema economicamente viável e sustentável. Foi também nesse momento que o sistema começou a tomar forma de um conceito muito mais amplo em termos de questões ambientais. Já não era mais suficiente pensarmos apenas nas questões produtivas.

Foi assim que redesenhamos todo o sistema de forma que interligássemos as caixas d'água entre si e com desníveis de altura para assim aproveitarmos a força gravitacional (veja imagem 09).

Imagem 09 – Visão interna da nova estufa de inverno em funcionamento apresentando a interligação das caixas.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

A partir desta concepção uma única bomba com capacidade de bombeamento de 12.000 litros por hora e consumindo 100 watts foi o suficiente para fazer circular os 6.000 mil litros de água nos tanques e camas de cultivo que possuímos dentro do sistema aquapônico, reduzindo assim em dois terços o nosso consumo de eletricidade.

Tais modificações foram implantadas com sucesso e juntamente com estas modificações também pudemos aumentar a “área de cultivo” mediante a instalação de mais 12 tubos furados de PVC de 75 milímetros, totalizando 150 furos onde foi possível plantar (além das camas de cultivo) mais 150 mudas de alfaces, conforme a imagem 10.

Imagem 10: Cultivo de alfaces em tubos de PVC de 75 milímetros.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

O próximo passo já com o viés da sustentabilidade, instalamos um sistema fotovoltaico para conversão da energia solar em energia elétrica. Um dos motivos para decidirmos fazer mais este investimento em nosso projeto de aquaponia foi a instabilidade na rede elétrica no Município de Osório, principalmente no verão quando o consumo aumenta e também devido a fatores climáticos. Em muitos casos têm-se interrupções no fornecimento de energia elétrica por várias horas, o que gera um transtorno para o sistema que é totalmente dependente da eletricidade para poder manter a bomba d'água funcionando e oxigenando o sistema para a possibilidade de vida saudável dos peixes e das plantas.

Então instalamos os equipamentos necessários para uma autonomia de 24 horas com uma previsão de reserva energética em baterias por até cinco dias. Sendo necessário para alcançar esta autonomia a instalação de dois painéis solares de 270 watts cada, um controlador de carga de 60 ampères, um

inversor de voltagem de 24 volts para 220 volts e para o banco de baterias, adquiriu-se duas baterias de 12 volts com capacidade total de 300 A/H.

Fizemos as ligações do sistema elétrico solar e em 2018 tornamo-nos totalmente independentes da rede elétrica local, e assim o sistema aquapônico tem se mantido até o presente momento.

Isto nos trouxe independência e segurança para o funcionamento contínuo do nosso sistema aquapônico por 24 horas ininterruptas, evitando a perda dos peixes e das plantas pela falta de energia elétrica, além de uma economia considerável de gastos com a companhia de eletricidade. Ademais, com estas medidas, também tornamos o nosso sistema de produção aquapônico totalmente sustentável neste quesito.

3.6 Introdução de um sistema de aquecimento solar e a gás.

Após a instalação da energia solar começamos a planejar a possibilidade de podermos aquecer a água dos peixes nos períodos de outono e inverno para que o sistema se tornasse produtivo o ano inteiro.

Como já mencionamos, o nosso sistema de aquaponia estava limitado à utilização somente no período de primavera e verão no Rio Grande do Sul.

Porém resolvemos vencer este obstáculo construindo em um novo espaço coberto e fechado, mais um sistema de aquaponia menor, com capacidade para 3.500 litros de água sendo composto por duas caixas d'água para a criação dos peixes com 1.000 litros e três caixas de 500 litros para o processo de decantação e filtragem do sistema. Isto tudo visando a produção de peixes e plantas o ano inteiro.

Foram instaladas oito placas de aquecimento solar medindo cada 2 metros por 0,30 centímetros, tubos e conexões diversos. A instalação foi feita sobre um telhado onde a incidência de sol fosse favorecida, como pode ser vista na foto 11.

O sistema de aquecimento solar funciona por meio do bombeando da água do sistema aquapônico nas caixas d'água, para as placas solares que aquecidas pelo sol e num processo de troca de calor contínuo, devolvem por gravidade a água aquecida ao tanque dos peixes durante os dias de sol.

Instalamos junto com este sistema solar um equipamento de aquecimento a gás GLP para podermos utilizá-lo para manter a temperatura dos tanques agradáveis aos peixes nos dias em que a incidência solar é mínima. Entretanto cabe ressaltar que a concepção de utilização do gás GLP é apenas a solução mais rápida que tínhamos a disposição, pois, por questões norteadas pela sustentabilidade pretendemos substituir o GLP por bio gás produzido por nós mesmos. Em função dos riscos e questões de segurança envolvidas essa fase ainda está em planejamento. Ainda assim, como forma de teste, realizamos um experimento com bio aquecimento, o que não se mostrou muito viável por vários fatores.

Para que pudéssemos utilizar o aquecedor a gás não poderíamos bombear a água do tanque dos peixes direto para o seu interior por que os detritos dos peixes com o tempo poderiam causar entupimentos e o danificariam permanentemente. Então a solução encontrada foi encher uma pequena caixa d'água de 150 litros com água limpa e bombeá-la para o interior do aquecedor a gás. Para isto tivemos que fazer um circuito hidráulico independente do sistema de aquaponia utilizando uma serpentina de cano de cobre de 0,35 milímetros, com 2 metros de comprimento e colocamos na água em um dos tanques de decantação para que a mesma ao receber a água aquecida pelo aquecedor a gás troque calor com a água que circula no tanque dos peixes realizando assim o processo de aquecimento do sistema com sucesso.

A partir deste momento nos aproximamos do patamar que buscávamos ao longo do desenvolvimento de nosso projeto de aquaponia. Vencemos o inverno rigoroso do Rio Grande do Sul tornando o nosso sistema aquapônico viável a produção de peixes e plantas o ano inteiro.

A partir destas inovações a nossa produtividade aumentou de forma significativa chegando a alcançar até três ciclos de produção de pescado e hortaliças no ano. Vislumbramos assim na prática o grande potencial que o sistema aquapônico devidamente ajustado, pode se tornar um forte instrumento de agricultura urbana.

Imagem 11 – Sistema elétrico e de aquecimento solar instalados.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

3.7 Integração da Aquaponia à Horta Urbana

Atualmente os nossos dois sistemas de aquaponia possuem cinco caixas de decantação de dejetos dos peixes para descarte totalizando 2.000 litros. Estas caixas precisam ser esvaziadas e limpas a cada 15 dias para que não aumente a quantidade de amônia no sistema e venha prejudicar o equilíbrio bio químico no crescimento das plantas e dos peixes.

Porém percebemos que esta água a ser descartada é um fertilizante poderoso para o crescimento de hortaliças e frutíferas e que poderia ser reaproveitada fora do sistema aquapônico em nossa horta convencional. Então, foi justamente desta forma que resolvemos utilizá-la! Para isto criamos um sistema de irrigação com mangueiras para esta finalidade e a cada quinzena bombeamos estas águas das caixas de decantação fertilizada pelos peixes sobre nossas hortaliças e frutíferas.

O resultado foi uma adubação natural em nossa horta totalmente orgânica redundando em um maior desenvolvimento e maior produtividade tanto das hortaliças quanto das árvores frutíferas. Acrescentando-se a toda

esta integração também o benefício de um total reaproveitamento orgânico dos dejetos com sustentabilidade ambiental.

A imagem 12 e 13 mostram o bom desenvolvimento de nossa plantação de cebolas e diversas hortaliças que foram utilizadas como teste inicial na integração da aquaponia a horta convencional.

Estas cebolas orgânicas, bem como as demais hortaliças, foram fertilizadas apenas com a água coletada da limpeza dos tanques de decantação dos peixes e alguns resíduos orgânicos retirados de algumas camas de cultivo.

Imagem 12 – Plantação de cebola orgânica irrigada por dejetos do sistema aquapônico.



Fonte: Arquivo pessoal, 2015.

Imagem 13 – Demais cultivares da horta orgânica regadas pelos dejetos do sistema de Aquaponia.



Fonte: Arquivo pessoal, 2016.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Tabelas de dados

A tabela 2, abaixo, descreve os resultados de nosso primeiro ciclo na produtividade de peixes quando iniciamos o sistema de aquaponia em setembro de 2015 encerrando, este primeiro momento, em março de 2016. É possível perceber que o nosso prejuízo financeiro foi considerável. Nesta primeira tabela não incluímos os custos com a produção das hortaliças, nem os seus possíveis resultados financeiros, pois as suas quantidades no início, eram bem irrelevantes e procuramos focar, inicialmente, na produção do pescado por crermos ser ele muito mais lucrativo e um diferencial importante para a produção de proteína na agricultura urbana.

Outro dado importante para ser considerado, foi o alto índice de mortalidade ocorrido dos peixes alocados. Isto se deu principalmente pela falta de práticas baseadas em conhecimentos técnicos adequados no início do manejo da Tilápia.

Tabela 2 – Custos de produção de 120 kilogramas de Tilápias em sete meses, de setembro de 2015 a março de 2016.

Custos	Mensal	Totais em sete meses
Eletricidade	R\$ 102,77 p/m	R\$ 719,42
Ração	R\$ 84,47 p/m	R\$ 591,30
Controles de Água	R\$ 5,71 p/m	R\$ 39,97
300 alevinos com 30 gramas	R\$ 1,00 p/u	R\$ 300,00
Perdas por óbito 45%	R\$ 19,28	R\$ 135,00
Total de Custos		R\$1.785,69

Custo para produzir um kilograma de Tilápia = R\$ 14,88

Preço médio do kilograma da Tilápia em 2015 = R\$ 10,00

Prejuízo em 7 meses = R\$ 585,69

Fonte: Arquivo pessoal, 2016.

Na tabela 2 estamos levando em consideração apenas os dados da produção dos peixes, os custos de produção e lucratividade com as plantas iremos mostrar mais adiante.

Em contrapartida a tabela 3, abaixo, dos custos financeiros, demonstra o nosso quarto ciclo de criação de Tilápias.

Pode-se notar que conseguimos evoluir muito com o nosso sistema de aquaponia no que tange a redução dos custos financeiros bem como na eficiência energética e sustentabilidade na produção de Tilápias.

Estes fatos demonstram como o sistema de aquaponia também pode tornar-se uma fonte de renda viável comercialmente para os agricultores urbanos.

A independência energética alcançada com a instalação de painéis fotovoltaicos e de aquecimento solar para o sistema, bem como a baixa mortalidade conseguida no plantel de Tilápias atingida pela maior eficiência no manejo da criação e o aumento do preço do pescado nos últimos anos foram fatores primordiais para este bom desempenho neste intervalo de quatro anos.

Tabela 3 – Custos de Produção de 120 Kilogramas de Tilápias em sete meses, de setembro de 2018 a março de 2019.

Custos	Mensal	Totais em 7 meses
Eletricidade Solar	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Ração	R\$ 91,28	R\$ 639,60
Controles de Água	R\$ 15,00 p/m	R\$ 105,00
300 alevinos com 30 gramas	R\$ 1,50 p/u	R\$ 450,00
Perdas de por óbito 5%	R\$ 3,21 p/m	R\$ 22,50
Total de Custos		R\$ 1.217,10
Preço para produzir um kilogramas de Tilápia		R\$ 10,16
Preço médio do kilogramas da Tilápia em 2019		R\$ 18,00
Lucro liquido em 7 meses		R\$ 942,90

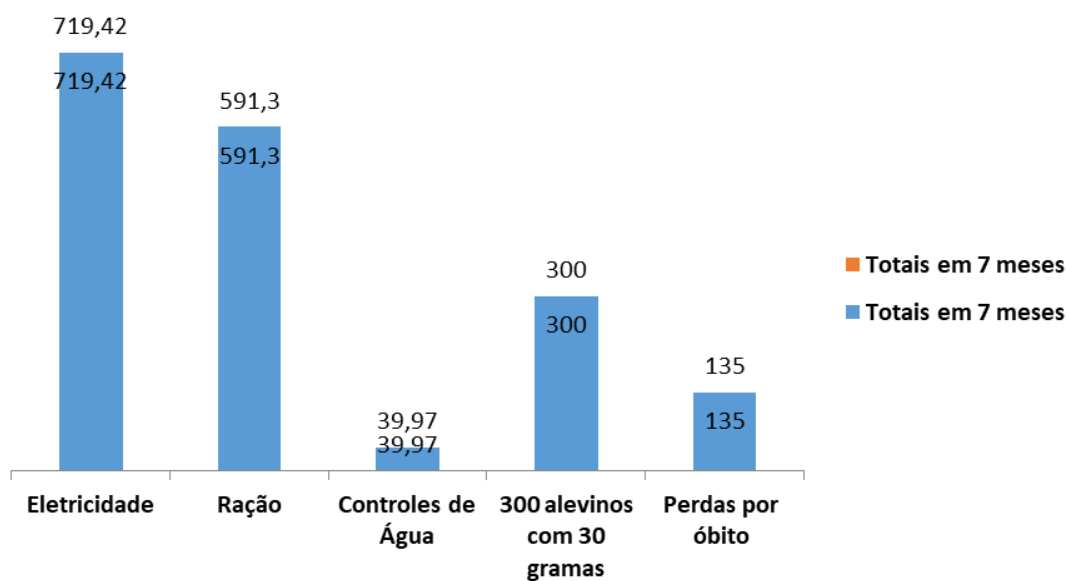
Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

Houve uma significativa redução de custos de produção no total de 31,84% aproximadamente, mesmo com uma variação de aumento nos demais insumos tais como: ração, testes para monitoramento de água e compra de alevinos juvenis, o que é demonstrado nos próximos gráficos.

4.2. Gráficos

Tabela 2 – Gráfico demonstrativo da produção de Tilápias de 09/2015 a 03/2016.

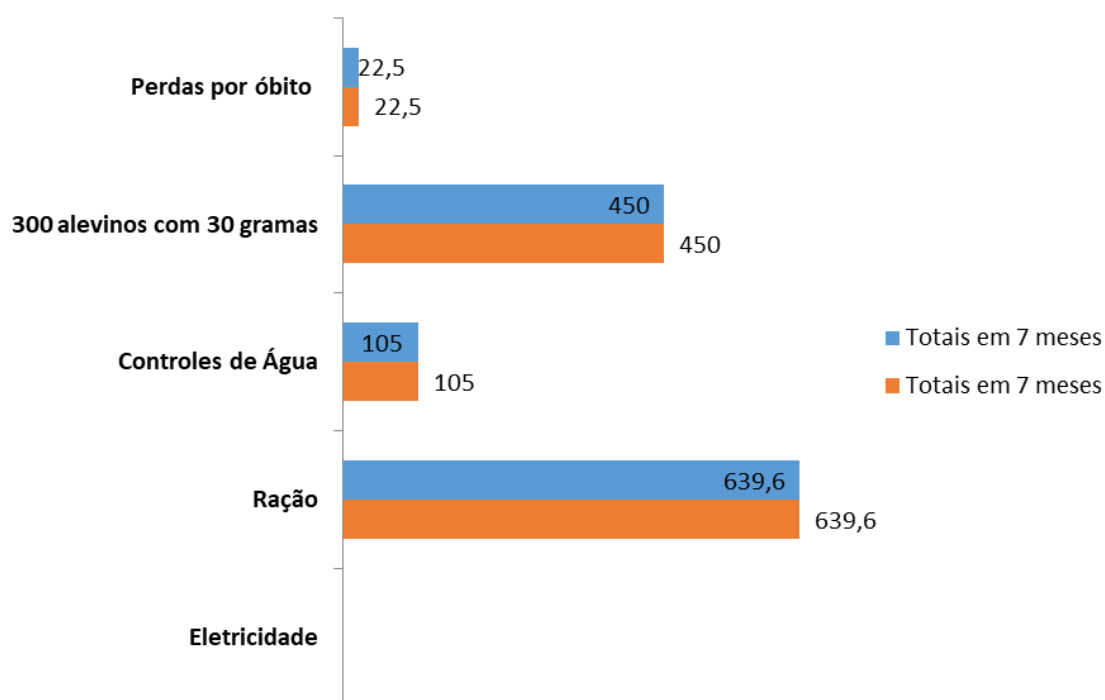
Aquaponia produção de Tilápias 09/2015 a 03/2016



Fonte: O autor, 2020.

Tabela 3 – Gráfico demonstrativo da produção de Tilápias de 09/2018 a 03/2019.

Aquaponia produção de Tilápias 09/2018 a 03/2019



Fonte: O autor, 2020.

4.3 Resultados atuais do sistema de aquaponia

Agora para finalizar esta análise de dados, mostraremos os resultados completos do ano de 2019, fechando assim esta análise e mostrando como se encontra no presente momento o sistema de aquaponia que ainda é e continuará sendo para nós um objeto de observações e pesquisas constantes, sempre com o objetivo de buscar novos aprimoramentos para uma agricultura urbana saudável e sustentável.

A tabela 5 descreve os produtos que produzimos no ano de 2019, demonstrando em comparação com as tabelas anteriores, que partimos inicialmente de uma produção de 120 Kg de pescado nos últimos três anos, até atingirmos aproximadamente o patamar de 300 Kg. A razão deste grande avanço, se deu porque agora temos condições de manter com o aquecimento solar e a gás a água nos tanques de peixes em uma temperatura ideal para o seu desenvolvimento de 24°C a 30°C, o que tem nos proporcionado na prática, quase três ciclos de engorda no ano.

Na tabela 5 é demonstrado que alcançamos uma boa produtividade por área de cultivo dos tomates, alfaces e principalmente o agrião que se adapta perfeitamente ao sistema aquapônico tendo uma alta produtividade.

Tabela 4 – Produtos Produzidos na Aquaponia no ano de 2019.

Produtos	Quantidades Aproximadas
Tilápias	300 Kg
Tomates	130 Kg
Alfaces	1.600 Pés
Agrião	180 Maços

Fonte: O autor, 2020.

Todos estes produtos, ao longo dos anos e, principalmente, no ano de 2019 foram consumidos pela nossa família, que é composta por cinco integrantes, e também foram distribuídos aos membros da Primeira Igreja Batista em Osório – PIBO, da qual o autor é integrante.

Porém, é importante concluir esta análise de dados e resultados, também fazendo um exercício financeiro com os nossos dados de produção de janeiro a dezembro de 2019, para que possamos verificar mais uma vez a viabilidade do sistema não só como uma boa prática de agricultura urbana e de sustentabilidade ambiental, mas também como uma possibilidade econômica futura para aqueles que desejarem investir nesta possível modalidade de empresa.

4.4 Análises de possíveis resultados financeiros na aquaponia

Tabela 5 – Custos de Produção Total aproximado no ano de 2019.

Custos	Totais em um ano
Eletricidade Solar	R\$ 0,00
Ração	R\$ 1.560,00
Controles de Água	R\$ 250,00
350 alevinos com 30 gramas	R\$ 525,00
Perdas por óbito de 5%	R\$ 26,25
Mudas de Alfaces	R\$ 312,50
Perdas estimadas de 20%	R\$ 62,50
Mudas de Tomates	R\$ 120,00
Perdas estimadas de 25%	R\$ 30,00
Sementes de Agrião	R\$ 5,00
Perdas estimadas 0%	R\$ 0,00
Total de Custos	R\$ 2.891,25
Totais produzidos em um ano	Valores de Mercado
Tilápias - 300 Kg	R\$5.400,00
Tomates - 130 Kg	R\$ 455,00
Alfaces - 1.600 pés	R\$ 1.600,00
Agrião - 180 maços	R\$ 450,00
Totais de Vendas	R\$ 7.905,00
Lucro Bruto no Ano	R\$ 5.013,75

Fonte: O autor, 2020.

É perceptível na tabela a viabilidade da aquaponia também para o desenvolvimento comercial, porém, ainda esbarramos nos altos custos de investimentos para construção, manutenção e desenvolvimento do sistema, isto é:

Aquaponia comercial ainda é uma área que tem muito espaço para evoluir. Grande parte das iniciativas não tem sucesso devido aos custos iniciais de implantação, a relativa complexidade de planejamento e ao rendimento financeiro, que muitas vezes não cobre os custos operacionais. Empreendimentos que prosperam, geralmente mudam a mentalidade de monocultura e inovam em estratégias de marketing, logística articulada com restaurantes, mercados de produtores, lojas de comida saudável e etc. Ou seja, ainda é um trabalho em progresso em que a criatividade vai ter papel fundamental para o sucesso. Ter um plano de negócios que considere as características locais (geografia, fauna e flora), além de uma visão mercadológica detalhada também faz toda a diferença no sucesso de um empreendimento. (ALFARO e INÁCIO 2017, p. 25).

Verifica-se, conforme a imagem 14, o aumento da produtividade em kilogramas na produção das tilápias no ano de 2019 alcançando peixes de mais de 1 Kg. Algo semelhante relacionado a produção de tomates e alfaces pode ser verificado conforme a imagem 15 e 16.

Imagem 14 – Tilápia com 1 Kg na produção de aquaponia em 2019.



Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

Imagem 15 – Colheita e pesagem de tomates da produção no ano de 2019.



Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

Imagem 16– alface na produção da aquaponia em 2019.



Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

5 CONCLUSÃO

O que esta pesquisa nos permitiu foi exatamente analisar o grande potencial da aquaponia como um instrumento de produção de alimentos com sustentabilidade e sem a utilização de qualquer agrotóxico, dentro das grandes cidades e também para as populações do campo.

As avaliações que conseguimos fazer ao longo destes cinco anos aproximadamente nos deram subsídios para recomendar a adoção destas práticas consorciadas com as demais técnicas agrícolas convencionais.

Procuramos compreender como se pode dar a produção de alimentos saudáveis e de excelente qualidade dentro dos centros urbanos usando o sistema de aquaponia, mostrando que a adoção desta modalidade de produção pode amenizar o problema de consumo de alimentos mais saudáveis pela população mais carente.

Também ficou claro que este sistema ainda pode proporcionar um rendimento financeiro para aqueles que se envolvem nesta atividade. Outro ponto positivo que temos que destacar, como uma vantagem da produção aquapônica nos centros urbanos, é a questão do transporte dos produtos alimentícios do campo para as cidades que corresponde a uma perda considerável destes produtos no caminho do seu destino aos mercados somando-se mais a este fator o acréscimo no custo de produção com as despesas das transportadoras, levando a um aumento do preço final destes produtos ao consumidor.

Com a produção de alimentos utilizando-se a aquaponia este fator não ocorreria, uma vez que os produtos já estariam sendo produzidos nas proximidades do consumidor final.

O campo das questões ambientais também se colocou diante de nós como algo a explorar, pois a integralização do sistema de aquaponia a horta convencional se mostrou uma possibilidade concreta uma vez que na limpeza dos filtros e caixas de decantação dos dejetos dos peixes do sistema proporciona uma água altamente fertilizada por micro organismos e riquíssima em compostos nitrogenados.

A introdução da energia solar termodinâmica e fotovoltaica tornou o sistema autossuficiente, diminuindo os custos de produção com a economia de energia elétrica do qual o sistema era tão dependente.

A possibilidade da produção de biogás dentro do sistema aquapônico também é algo a ser explorado por nós em um momento futuro já se abrindo como uma realidade factual. Esta produção de gás natural poderá vir a ser usada no sistema dentro do próprio aquecedor a gás na água dos tanques dos peixes e plantas no inverno aqui no Rio Grande do Sul, substituindo o combustível do atual aquecedor que ainda é dependente da utilização de gás GLP.

Isto além de reduzir o impacto ambiental com mais sustentabilidade, nos proporcionaria mais uma economia no custo de produção além de permitir o cultivo da Tilápia e hortaliças diversas durante todo o ano, principalmente nas estufas.

Também ao longo destes quatro anos pudemos testar com grande sucesso o sistema no curso de Educação do Campo nas Ciências da Natureza participando de atividades tanto no campus da UFRGS e no Instituto Federal de Osório vindo a ser premiados como destaque em pesquisa com o trabalho: “A aquaponia como instrumento pedagógico para o ensino interdisciplinar das ciências da natureza e ambientais”, onde apresentamos a aquaponia como possibilidade de um instrumento pedagógico para o ensino dos componentes de Química, Física e Biologia.

O sistema também foi utilizado na prática de docência no ano de 2019 a toda a turma da EJA do ensino médio da E.E Maria Tereza Vilanova Castilhos, demonstrando o seu grande potencial como um laboratório vivo onde os alunos interagiram muito bem com o sistema, o que nos abre novas perspectivas para futuras pesquisas na área da educação.

REFERÊNCIAS

ALFARO, C.; INÁCIO, R. **Introdução a aquaponia: cultivo de peixes e plantas em sistemas integrados**. São Paulo, Elyon Indústrias Gráficas: 2017.

ALMEIDA, D. **Agricultura Urbana e Segurança Alimentar e Belo Horizonte: cultivando uma cidade sustentável**. Agriculturas – Experiências em Agroecologia. Rio de Janeiro, 2004.

CISCATI, R. **Quem Inventou a Agricultura**. In.: REVISTA ÉPOCA, 2016. Disponível em: <<https://epoca.globo.com/vida/noticia/2016/07/quem-inventou-agricultura.html>> Acesso em 22/10/2020.

Classificação e Caracterização dos Espaços Rurais e Urbanos do Brasil, IBGE, 2017, Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/15790-classificacao-e-caracterizacao-dos-espacos-rurais-e-urbanos-do-brasil.html?=&t=o-que-e>> Acesso em 18/10/2020.

Criação de peixes e cultivo em substratos, CPT, 2018. Disponível em <<https://www.cpt.com.br/cursos-criacaodepeixes/artigos/sistema-de-aquaponia-ambiente-de-cultivo-em-substrato>>. Acesso em 12/09/2020

DEMO, P. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2000.

FILHO, M. L. B. **Potencial de criação de jundiá em sistema integrado ao cultivo de alface – aquaponia com e sem uso de bioflocos**. Trabalho de conclusão de curso. UFRGS, 2018. Plataforma LUME.

MADALENO, I. M. **A Cidade das Mangueiras: Agricultura Urbana em Belém do Pará**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, Fundação para a Ciência e a Tecnologia, 2002.

Mortandade de peixes e temperatura das águas, CETESB, 2020. Disponível em:<<https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/temperatura-da-agua>>. Acesso em 13/10/2020.

Médias Climatológicas, IRGA, 2020. Disponível em: <<https://irga.rs.gov.br/medias-climatologicas>>. Acesso em 25/10/2020.

[Neher, C. Fazenda urbana em Berlim produz verduras e peixes em larga escala. BBC Brasil, Belim, março, 2015.](#)

PRODANOV, C. C.; FREITAS, H. C. **Metodologia do Trabalho Científico**. Novo Hamburgo Universidade FEEVALE, 2013.

RICHARDS, A. **Aquaponia em Casa**. Babelcube, Inc Copyright: 2014.

Ramos, V. **Mais de 200 toneladas de tomate garantem o sustento no interior de Rancho Queimado**, Agricultura, Economia e Negócios, Florianópolis, 2014. Disponível em:

<[Acesso em 18/09/2020.](http://www.tudosobrefloripa.com.br/index.php/desc_noticias/mais_de_200_toneladas_de_tomate_garante_o_sustento_no_interior_de_rancho_qu#:~:text=Cada%20p%C3%A9%20de%20tomate%20gera,em%2072%20frutas%20por%20p%C3%A9.&text=O%20plantede%20rende%201%20mil,quilos%20de%20tomate%20por%20safra.></p></div><div data-bbox=)

Romão, L. **Mais de 100 mil toneladas de grãos caem de carretas durante o transporte em MT e são perdidas anualmente, 2019**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mt/mato-grosso/noticia/2019/08/27/mais-de-100-mil-toneladas-de-graos-caem-de-carretas-durante-o-transporte-em-mt-e-sao-perdidas-anualmente.ghtml>> Acesso em 22/10/2020.

SILVA, S. G. **Agricultura**. In.: Brasil Escola. 2018. Disponível em: <<https://monografias.brasilecola.uol.com.br/agricultura-pecuaria/agricultura.htm>> Acesso em 18/09/2020.

SMIT, J. Agricultura Urbana y Biodiversidad. **Revista Agricultura Urbana**, Quito, n. 1, 2001.