

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA**

GILBERTO HARANAKA

**LABORATÓRIO MULTIDISCIPLINAR DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL COM
AQUAPONIA: PROPOSTA DE UM MODELO PARA O ENSINO SUPERIOR**

**CAMPO GRANDE - MS
2019**

GILBERTO HARANAKA

**LABORATÓRIO MULTIDISCIPLINAR DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL COM
AQUAPONIA: PROPOSTA DE UM MODELO PARA O ENSINO SUPERIOR**

Trabalho de Conclusão Final apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede Nacional (PROFIAP) oferecido pela Escola de Administração e Negócios (ESAN), da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), como requisito à obtenção do título de Mestre em Administração Pública.

Orientador: Prof. Dr. Geraldino Carneiro
de Araújo

**CAMPO GRANDE - MS
2019**

**LABORATÓRIO MULTIDISCIPLINAR DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL COM
AQUAPONIA: PROPOSTA DE UM MODELO PARA O ENSINO SUPERIOR**

GILBERTO HARANAKA

Trabalho de Conclusão Final apresentado como exigência para a obtenção do título de Mestre em Administração Pública à banca examinadora, no Programa de Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede Nacional - PROFIAP - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, obteve conceito aprovado.

Campo Grande - MS, 28 de março de 2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Geraldino Carneiro de Araújo
Orientador

Prof. Dr. Marco Antônio Costa da Silva
Examinador Interno

Prof^a. Dr^a. Icleia Albuquerque de Vargas
Examinador Externo

Prof. Dr. Ibsen Mateus Bittencourt Santana Pinto
Examinador Externo

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pela benção da vida, por me permitir acordar todos os dias, abrir os olhos e ter forças para continuar a luta pelo que acredito ser o certo e o ideal.

Aos meus pais, por me ensinarem a ser quem sou, por prover tudo o que estava ao seu alcance para que eu pudesse ser o melhor que pudesse ser. Espero que não tenha sido em vão e que quem eu me tornei tenha correspondido às suas expectativas.

À minha esposa, pela paciência e compreensão enquanto estive determinado a terminar este curso, e por ter gerado nossa filha, nossa pequena Mariana, pela qual eu me inspirei para encarar este desafio, mesmo nem tendo sido gerada, mas que eu já estava determinado a fazer de tudo para que sua vida fosse a melhor possível.

À minha filhota Mari, por existir e nos trazer alegria a cada segundo de sua vida.

Aos meus sogros, que desde o início do namoro já me incentivaram a seguir a carreira no serviço público, mesmo não sendo meu sonho de ocupação ideal, mas que me proporcionou satisfação pessoal.

Finalmente, aos meus amigos Estevão e Aroldo, que estudavam para o teste da ANPAD ao meu lado e que me incentivaram a realizá-lo também. Nunca tive o sonho de cursar um mestrado, mas acabei sendo classificado para cursá-lo e foi uma experiência muito interessante.

“Ser o mais rico do cemitério não é o que importa para mim... Ir para a cama à noite dizendo que fizemos algo maravilhoso, isso é o que mais importa para mim.”

(Steve Jobs)

RESUMO

HARANAKA, Gilberto. **Laboratório Multidisciplinar de Educação Ambiental com Aquaponia**: proposta de um modelo para o ensino superior. 71f. 2019. Trabalho de Conclusão Final (Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede Nacional) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande/MS, 2019.

Diante do cenário de degradação encontrado atualmente, onde solo e recursos hídricos estão se tornando cada vez mais poluídos e escassos, percebe-se que um dos grandes vilões desse desperdício é a gestão ineficiente dos recursos naturais utilizados em atividades agrícolas. Assim, o Poder Público, reconhecendo e ratificando sua responsabilidade sobre o meio ambiente, criou leis que se tornaram marcos na institucionalização da educação ambiental no Brasil, trazendo em seu rol de competências a responsabilidade de promovê-la em todos os níveis de ensino. Desta forma, devido a sua missão histórica e social, as instituições públicas de ensino superior se tornam uma das responsáveis por propor soluções para estes problemas ambientais. Esta pesquisa teve o objetivo de propor um Laboratório Multidisciplinar de Educação Ambiental com Aquaponia para promoção da educação ambiental nos cursos oferecidos pela instituição. Para tanto, foi realizado um estudo de caso do tipo exploratório e descritivo, desenvolvido com uma abordagem qualitativa, utilizando como fontes de evidências documentos técnicos, artigos científicos e entrevistas realizadas com coordenadores de cursos selecionados por amostragem por conveniência. A fim de analisar os dados obtidos, foram utilizadas análise de conteúdo e nuvens de palavras. Por fim, pode-se afirmar que, por meio das entrevistas foi possível perceber que a criação de um Laboratório Multidisciplinar com Aquaponia como instrumento de promoção de educação ambiental atende as necessidades da instituição descritas no Relatório Final do Grupo de Trabalho de Educação Ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Ambiental; Aquaponia; IFES; Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Geraldino Carneiro de Araújo

Banca de Defesa: Data 01.03.2019

ABSTRACT

HARANAKA, Gilberto. **Multidisciplinary Laboratory of Environmental Education with Aquaponics**: proposal for a model to higher education. 71f. 2019. Final paper (Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede Nacional) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande/MS, 2019.

Faced with the current degradation scenario, where soil and water resources are becoming increasingly polluted and scarce, it is clear that one of the great villains of this waste is the inefficient management of the natural resources used in agricultural activities. Thus, the Public Power, recognizing and ratifying its responsibility for the environment, created laws that became milestones in the institutionalization of environmental education in Brazil, bringing in its role of competences the responsibility to promote it at all levels of education. Thus, due to its historical and social mission, public institutions of higher education become one of the responsible for proposing solutions to these environmental problems. This research had the objective of proposing a Multidisciplinary Laboratory with Aquaponics to promote environmental education in the courses offered by the institution. For that, a case study of the exploratory and descriptive type was carried out, developed with a qualitative approach, using as sources of evidence technical documents, scientific articles and interviews with coordinators of courses selected by sampling for convenience. In order to analyze the data obtained, we used content analysis and word clouds. Through the interviews it was possible to perceive the relevance of the creation of an instrument to promote environmental education that meets the needs of the institution. Finally, it can be stated that, through the interviews, it was possible to perceive that the creation of a Multidisciplinary Laboratory with Aquaponics as an instrument to promote environmental education meets the institution's needs described in the Final Report of the Environmental Education Working Group.

KEYWORDS: Environmental Education; Aquaponics; FIHE; Federal University of Mato Grosso do Sul.

Advisor: Prof. Dr. Geraldino Carneiro de Araújo
Board of Examination: 01.03.2019

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Comparativo da quantidade de artigos aquaponia x aquicultura x hidroponia.....	14
Figura 02 - Sistema aquapônico com fins educacionais.....	26
Figura 03 - Ilustração Aquaponia.....	27
Figura 04 - Sistema de aquaponia de pequeno porte.....	27
Figura 05 - Nuvem de palavras - Visão geral da EA na UFMS.....	42
Figura 06 - Nuvem de palavras - Dificuldades encontradas na integração da EA..	44
Figura 07 - Arranjo ideal de um sistema aquapônico.....	45
Figura 08 - Container IBC.....	46
Figura 09 - Separação do container IBC em duas partes.....	46
Figura 10 - Filtro removedor de sólidos.....	48
Figura 11 - Vista interna do filtro de sólidos decantáveis.....	49
Figura 12 - Visão externa e interna do filtro de sólidos em suspensão.....	49
Figura 13 - Cultivo em pedra brita.....	50
Figura 14 - Cultivo de alface em tubos de PVC direto na água.....	51
Figura 15 - Cultivo de morango em rocha vulcânica.....	51
Figura 16 - Sistema aquapônico pronto.....	53
Figura 17 - Nuvem de palavras - Impressões sobre o modelo.....	54
Figura 18 - Nuvem de palavras - Sugestões de alteração do modelo.....	55
Figura 19 - Nuvem de palavras - Análise geral e benefícios	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Tipos de dados.....	34
--	-----------

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGRI Committee	-	European Parliament Committee on Agriculture and Rural Development
CESNORS	-	Centro de Educação Superior Norte do Rio Grande do Sul
CETESB	-	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CNE	-	Conselho Nacional de Educação
COP	-	Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima
CPTL	-	Campus de Três Lagoas
CSA	-	Climate-Smart Agriculture
DCG	-	Disciplina Complementar de Graduação
DWC	-	Deep Water Culture
EA	-	Educação Ambiental
EMBRAPA	-	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GEA	-	Grupo de Educação Ambiental
IBAMA	-	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IFES	-	Instituições Federais de Ensino Superior
LAPAQ	-	Laboratório de Pesquisas em Aquaponia
MEC	-	Ministério da Educação
NFT	-	Nutrient Film Technique
ONG	-	Organização não-governamental
PARA	-	Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos
PDI	-	Plano de Desenvolvimento Institucional
PNEA	-	Política Nacional de Educação Ambiental
PNMA	-	Política Nacional de Meio Ambiente
PPC	-	Projeto Pedagógico de Curso
UEG	-	Universidade Estadual de Goiás
UFMS	-	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
UFSM	-	Universidade Federal de Santa Maria
UNFCCC	-	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima
WWF	-	World Wide Fund for Nature

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. CONTEXTO E REALIDADE INVESTIGADA	16
2.1 Abordagens Teórico-Científicas	16
2.1.1 Institucionalização da EA nas IFES	16
2.1.2 Avaliação da Prática da EA nas IFES	21
2.1.3 Aquaponia	25
2.1.3.1 Aquicultura	28
2.1.3.2 Alimentação orgânica	29
2.1.3.3 Vantagens e Desvantagens	31
2.2 Descrição dos Procedimentos Metodológicos	32
2.2.1 Definições Metodológicas Utilizadas na Pesquisa	33
2.3 Descrição da Situação-Problema e das Oportunidades	37
2.3.1 Caracterização da UFMS	37
2.3.2 Descrição da Situação-Problema	38
2.3.3. Oportunidades Concretas de Melhorias	39
3. ANÁLISE DA SITUAÇÃO-PROBLEMA	39
3.1 Apresentação e discussão das alternativas para resolução da situação-problema	40
3.1.1 Visão geral da EA nos cursos de graduação	40
3.1.2 Dificuldades encontradas na integração da EA	42
3.1.3 Proposta de Modelo de Laboratório Multidisciplinar de Educação Ambiental com Aquaponia	44
3.1.3.1 Descrição do Modelo	45
3.1.4 Impressões sobre o Modelo de Laboratório Multidisciplinar	53
3.2 Análise geral e benefícios gerados pela alternativa indicada para resolução da situação-problema	56
4. CONCLUSÕES	57
5. REFERÊNCIAS	59
APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO DE LIVRE E ESCLARECIDO	66
APÊNDICE C - ROTEIRO DAS ENTREVISTAS	67

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço da degradação do meio ambiente no mundo atual, os solos estão se tornando cada vez menos cultiváveis e os recursos hídricos cada vez mais escassos. Destaca-se que as premissas demográficas que responsabilizam o crescimento populacional e urbano são falsamente apontadas como os grandes vilões do consumo e desperdício de água. No entanto, a verdade é que 70% do consumo mundial de água doce no planeta, são utilizados em atividades agrícolas sob a gestão ineficiente dos recursos naturais (BORDALO, 2012).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA) (2017), no tocante ao uso consuntivo da água - aquele que retira água de mananciais para sua utilização - no Brasil, 67% é destinado ao consumo em agricultura irrigada, 8,8% ao abastecimento urbano e 2,4% ao abastecimento rural. Nos Estados Unidos, cerca de 59% da retirada é utilizada em agricultura irrigada e a média global é de 70%.

A Agência Nacional das Águas também destaca que a má utilização dos recursos hídricos, além dos impactos ambientais e sociais, produz reflexos econômicos negativos, pois aumentam os custos hospitalares com doenças relacionadas a saneamento básico, perda de produtividade rural e aumento no custo de tratamento das águas destinadas ao abastecimento doméstico e industrial (ANA, 2012)

Crespo et al. (2009) alertam para estudos que indicam que a capacidade dos recursos naturais de se regenerar já foi excedida em 30%, e até meados de 2030 seriam necessários dois planetas para atender as necessidades básicas do ser humano, caso seja mantido o ritmo atual. A partir disso, surgem, inclusive, oportunidades de negócios relacionados a redução de custos ou otimização na utilização de recursos, uma vez que hoje são mal aproveitados.

A WWF (*World Wide Fund for Nature*) - Organização não governamental internacional que atua nas áreas da conservação, investigação e recuperação ambiental - também já alertou através de dados obtidos pela ferramenta chamada de Pegada Ecológica sobre o consumo descomedido de recursos naturais do planeta (BECKER et al, 2012).

A Pegada Ecológica é uma metodologia de contabilidade ambiental, expressa em hectares globais (gha) - equivale a um hectare de produtividade média mundial

para terras e águas produtivas em um ano -, que avalia a pressão do consumo das populações humanas sobre os recursos naturais. No Brasil, Campo Grande foi a primeira cidade a ser submetida à metodologia, anteriormente feito para os países, agora sendo ampliado para um âmbito mais local, escolhida por ser a capital do estado que abriga a maior porcentagem do Pantanal e ao mesmo tempo ameaçada pela degradação provocada por condutas insustentáveis de consumo (BECKER et al, 2012).

O principal objetivo da Pegada Ecológica é analisar se o consumo e a biocapacidade - capacidade dos ecossistemas em produzir recursos naturais renováveis para o consumo humano e absorver os resíduos gerados pelas atividades antrópicas - estão em equilíbrio (BECKER et al, 2012).

Utilizada como indicador de sustentabilidade, análoga ao Produto Interno Bruto (PIB) que quantifica a atividade econômica de uma região, a Pegada Ecológica visa quantificar os ativos ecológicos. Assim, verificou-se que a Pegada Ecológica de Campo Grande é de 3,14 gha, acima da média mundial que é de 2,7 gha, ou, 14% maior. O que significa que se o ritmo de consumo mundial fosse igual ao dos campo-grandenses, seriam necessários dois planetas para assegurar esse estilo de vida (BECKER et al, 2012).

Diante deste cenário de degradação, o Poder Público ratificou a sua responsabilidade sobre o meio ambiente, criando leis que se tornaram marcos na institucionalização da educação ambiental no país. A começar pela Carta Magna, promulgada em 1988, que traz em seu rol de competências a responsabilidade de promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino (BRASIL, 1988).

Por conseguinte, as instituições de ensino, em especial, às instituições públicas de ensino superior, na qualidade de órgão público e possuidora da missão histórica e social de produzir e difundir o conhecimento tendo um papel de agente inovador, possuem a responsabilidade de propor soluções para colocar em prática o desafio de mitigar esta ineficiência da agricultura tradicional e de orientar a sociedade acerca de princípios de sustentabilidade socioambiental (SILVA, 2001).

As instituições de ensino superior desempenham um papel chave na incorporação da educação ambiental em todos os níveis de ensino pois são elas que formam o profissionais e educadores que atuam na sociedade. Desta forma, tendo a EA em seus currículos e suas práticas, possuirão um sentido estratégico na

ambientalização da educação e da sociedade (ÓRGÃO GESTOR DA POLÍTICA NACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 2007)

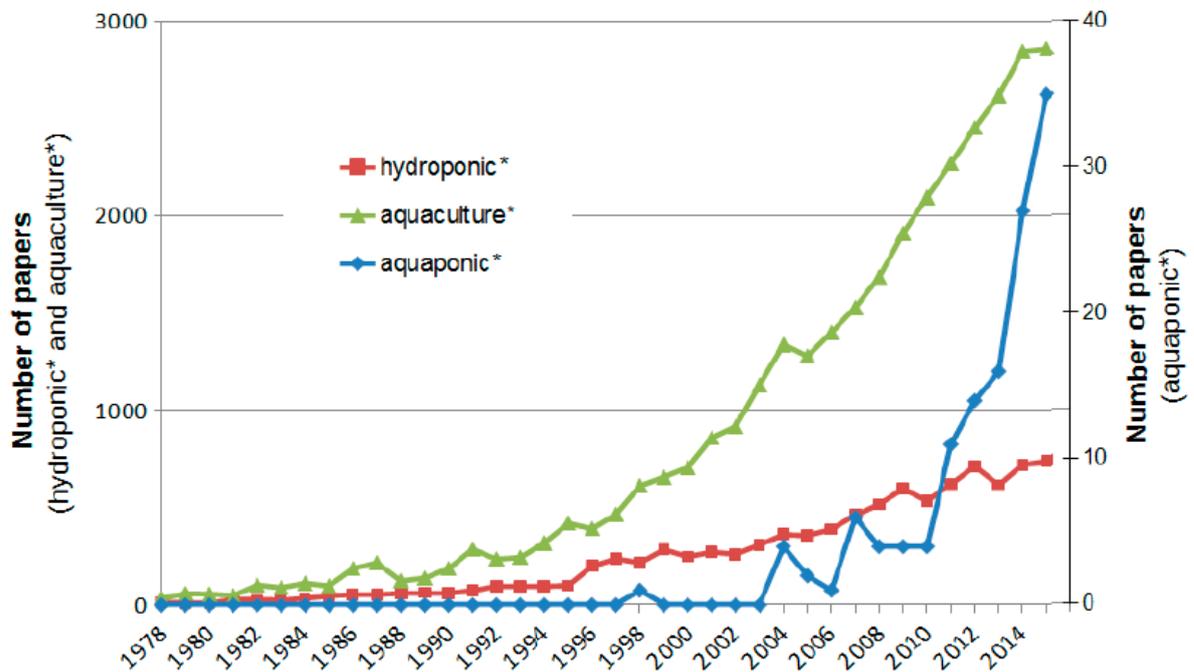
Assim, buscando atender a estas demandas, a Pró-reitoria de Ensino de Graduação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul constituiu um Grupo de Trabalho, composto com profissionais da própria instituição com histórico em atividades de docência e pesquisa em Educação Ambiental e com produção relevante na área, para elaborar uma proposta de inserção da temática Educação Ambiental nos cursos de graduação da UFMS (UFMS, 2016).

O sociólogo francês Edgar Morin, criador da teoria da complexidade, conceituou o meio ambiente como “um macrossistema complexo, cujos elementos estão interligados e inter-relacionados entre si” (MORIN, 2005). Partindo desse conceito, buscou-se algo que pudesse representar a natureza e o meio ambiente em sua complexidade surgindo então a aquaponia, como uma proposta de ferramenta de promoção de educação ambiental devido a sua complexidade, a interligação entre sistemas distintos e que se completam entre si.

A aquaponia é a junção de sistemas de aquicultura e hidroponia em um mesmo ambiente aquático, produzindo peixes e plantas com apenas uma fonte de nitrogênio. Segundo a ciência nutricional atual, peixes e plantas são as fontes da dieta mais saudável para seres humanos (SOMERVILLE et al, 2014).

Na figura 01 a seguir percebe-se a evolução na quantidade de artigos publicados a respeito de aquaponia em comparação com os artigos referentes à aquicultura e à hidroponia mostrando a relevância do tema no meio científico. A partir do ano de 2010 houve um aumento significativo de artigos científicos ascendendo próximo à quantidade de artigos relacionados a aquicultura, uma atividade consolidada há mais tempo no mundo.

Figura 01: Comparativo da quantidade de artigos aquaponia x aquicultura x hidroponia



Fonte: Junge et al. (2017, p. 2)

Desde os primórdios a experimentação está presente na história da humanidade, por meio de tentativas, erros e acertos, o homem fez grandes descobertas e dessa forma construiu-se o conhecimento ao longo dos anos. Um laboratório é a evolução deste processo, é um elo entre o abstrato e o concreto, une a teoria à prática criando-se assim o método científico (CRUZ, 2009).

O caráter multidisciplinar do laboratório gera um ambiente enriquecedor ao agregar pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento e com diferentes graus de experiência, gerando oportunidades de trocas de conhecimento e experiências para melhor definir campos ou áreas de atuação das ciências ou de projetos (SANTOS, 2016).

Considerando-se a importância da universidade em produzir e disseminar o conhecimento e na relevância do estudo de técnicas de produção alimentícia de forma mais sustentável e produtiva, surgiu a seguinte questão: Qual pode ser o modelo de um Laboratório Multidisciplinar de Educação Ambiental com Aquaponia para o ensino superior?

O objetivo geral deste estudo é propor um Laboratório Multidisciplinar de Educação Ambiental com Aquaponia na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, com cultivo de produtos de hortifrúti e criação de peixes em sistemas de

produção integrado, com a missão de se promover a educação ambiental e favorecer a compreensão da sustentabilidade socioambiental para toda a comunidade universitária e visitantes.

Os objetivos específicos são:

- Elaborar um modelo de laboratório multidisciplinar com o sistema de aquaponia;
- Analisar, sob a perspectiva dos coordenadores de curso, a relevância e o modelo de um Laboratório de Educação Ambiental com Aquaponia

Optou-se pela aquaponia devido a diversos fatores de sustentabilidade socioambiental intrínsecos a ela, como o fato de ser um método de cultivo capaz de economizar até 90% de água em relação aos métodos agrícolas tradicionais (SOMERVILLE et al., 2014).

Também foi destacada como uma das dez tecnologias que podem mudar nossas vidas sendo sua popularidade apresentada pela Comissão de Agricultura e do Desenvolvimento Rural do Parlamento Europeu (AGRI Committee) e reconhecida em março de 2014 pelo Parlamento Europeu em um relatório legislativo de iniciativa própria (VAN WOENSEL et al., 2015).

Neste capítulo introdutório foram abordados os aspectos gerais sobre a utilização dos recursos hídricos em âmbito mundial que destacam a importância desta pesquisa, isto é, propor um Laboratório Multidisciplinar de Educação Ambiental com Aquaponia que atenda a necessidade da instituição de integrar a educação ambiental nos cursos oferecidos, disponibilizando uma estrutura inovadora para um melhor aprendizado da comunidade acadêmica.

No capítulo seguinte, o contexto e a realidade investigada são tratados em 3 seções, sendo: a primeira apresenta as abordagens teórico-científicas acerca da institucionalização da educação ambiental, evidenciando a importância das IFES na inclusão do tema nos planos de ensino dos cursos oferecidos, em seguida a avaliação da prática da EA nas IFES, assim como as duas dimensões técnicas que envolvem a aquaponia que são a aquicultura e a horticultura, abarcados pela necessidade da alimentação orgânica; a segunda seção abordará os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa; a terceira seção apresentará a análise da situação-problema e das oportunidades da pesquisa.

2. CONTEXTO E REALIDADE INVESTIGADA

Neste capítulo são discutidas as abordagens teórico-científicas a respeito da Educação Ambiental (EA) nas Instituições Federais de Ensino, ou seja, a institucionalização da EA, a avaliação das práticas adotadas pelas IFES, assim como as políticas de EA na UFMS.

2.1 Abordagens Teórico-Científicas

Primeiramente, serão abordados os aspectos da institucionalização da Educação Ambiental, principalmente no regramento jurídico para se criar o arcabouço teórico da responsabilidade estatal acerca da EA, desta forma entender os passos a serem seguidos e os objetivos a serem alcançados. No tópico seguinte, os estudos a respeito do modo como se tem colocado em prática a EA nas IFES. Também serão apresentados conceitos da aquaponia, assim como suas vantagens e desvantagens em comparação com a produção convencional. Em seguida, serão apresentados aspectos da utilização da aquaponia como instrumento de educação em âmbito mundial.

2.1.1 Institucionalização da EA nas IFES

A institucionalização da Educação Ambiental teve diversos marcos legais na legislação brasileira, iniciando pela Política Nacional de Meio Ambiente, sancionada em 1981 e consolidando pela Constituição Federal de 1988, pois todas as demais leis devem seguir seus preceitos. A seguir, serão apresentados os principais marcos legais da EA no Brasil.

A Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA, instituída pela Lei Federal nº 6.938 de 1981, preconiza em seu art. 2º inciso VI que um de seus objetivos é o incentivo ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais; no inciso X estabelece que a EA deve ser ministrada a todos os níveis de ensino, objetivando capacitá-la para a participação ativa na defesa do meio ambiente. E, no art. 9º inciso V, que um de seus instrumentos seria o incentivo à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental (BRASIL, 1981). No art. 13, a PNMA reforça que

[...]os órgãos, entidades e programas do Poder Público, destinados ao incentivo das pesquisas científicas e tecnológicas, considerarão, entre as suas metas prioritárias, o apoio aos projetos que visem a adquirir e desenvolver conhecimentos básicos e aplicáveis na área ambiental e ecológica (BRASIL, 1981).

A PNMA lista três objetivos específicos ao Poder Executivo e que estão em consonância com o tema proposto (BRASIL, 1981):

- desenvolvimento, no País, de pesquisas e processos tecnológicos destinados a reduzir a degradação da qualidade ambiental;
- fabricação de equipamentos antipoluidores;
- outras iniciativas que propiciem a racionalização do uso de recursos ambientais.

O dever do Estado de promover a EA em todos os níveis de ensino está amparado, também, desde a promulgação da atual Constituição Federal em 1988 onde, em seu artigo 225, inciso VI, que diz “[...] incumbe ao Poder Público [...] promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente” para que seja assegurada a efetividade do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. Porém, ressalta que não cabe somente ao Poder Público, mas também à coletividade, o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

A Política Nacional de Educação Ambiental, instituída pela Lei Federal nº 9.795/1999, enumera os seguintes objetivos:

- Sistematizar os preceitos definidos na citada Lei, bem como os avanços que ocorreram na área para que contribuam com a formação humana de sujeitos concretos que vivem em determinado meio ambiente, contexto histórico e sociocultural, com suas condições físicas, emocionais, intelectuais, culturais;
- Estimular a reflexão crítica e propositiva da inserção da EA na formulação, execução e avaliação dos projetos institucionais e pedagógicos das instituições de ensino, para que a concepção de EA como integrante do currículo supere a mera distribuição do tema pelos demais componentes.
- Orientar os cursos de formação de docentes para a EA.
- Orientar os sistemas educativos dos diferentes entes federados.

Cabe ressaltar que a PNEA não abrange apenas o dever do Estado em promover a educação ambiental e proteger o meio ambiente por meio da educação

formal, mas também, observar em uma perspectiva maior de que a esfera de ação envolve, além dos órgãos e entidades públicas, de todas as esferas, União, Estados Distrito Federal e Municípios, integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama), ONG's com atuação em educação ambiental e instituições privadas dos sistemas de ensino (MENDONÇA; BARBIER; WINTHER, 2002).

Conforme a PNEA, a EA deve ser desenvolvida no Ensino Formal englobando todos os níveis de ensino, desde a educação básica, que inclui a educação infantil, ensinos fundamental e médio, até a educação superior, especial, profissional e a educação de jovens e adultos, devendo ser ofertada como prática educativa integrada, contínua e permanente, não tendo a obrigatoriedade de ser implantada como disciplina específica no currículo de ensino, assim como nos cursos de pós-graduação, extensão e nas áreas voltadas ao aspecto metodológico da educação ambiental, onde a criação de disciplina específica é facultada. Por outro lado, na EA não-formal o Poder Público incentivará a formulação e execução de programas e atividades vinculadas à educação ambiental não-formal pelas escolas, universidades e ONG's (BRASIL, 1999). Recomenda-se, também, que as ações de EA respeitem o projeto político-pedagógico, o currículo e a função social dos estabelecimentos de ensino de produzir e disseminar o conhecimento (SILVA, 2001), bem como a autonomia e os calendários escolar e universitária que lhes é conferida por lei (BRASIL, 2012).

O foco das pesquisas, ações de estudo e experimentações, segundo a PNEA (BRASIL, 1999) deve ser:

- o desenvolvimento de instrumentos e metodologias, visando à incorporação da dimensão ambiental, de forma interdisciplinar, nos diferentes níveis e modalidades de ensino;
- a difusão de conhecimentos, tecnologias e informações sobre a questão ambiental;
- o desenvolvimento de instrumentos e metodologias, visando à participação dos interessados na formulação e execução de pesquisas relacionadas à problemática ambiental;
- a busca de alternativas curriculares e metodológicas de capacitação na área ambiental;
- o apoio a iniciativas e experiências locais e regionais, incluindo a produção de material educativo;

- a montagem de uma rede de banco de dados e imagens, para apoio às ações enumeradas nos incisos anteriores.

O Órgão Gestor da Política Nacional de Educação Ambiental (2007) levantou prioridades que uma política pública de EA para a educação superior deveria prever e as agrupou em três categorias principais:

- institucionalização da EA na educação superior: compreende medidas e instrumentos de ambientalização das IES, em todas as suas esferas de atividade (ensino, pesquisa, extensão e gestão), que deveriam ser previstos pela política pública (entre os quais a implantação de programas de EA e de núcleos para a aplicação da EA”);
- efeitos sobre a dinâmica institucional: contempla as modalidades de inserção da EA nas IES (transversalidade, interdisciplinaridade, complexidade, multiculturalismo, colaboração intra e interinstitucional, etc.) que a política pública deveria promover;
- produção de conhecimentos em EA e formação de pessoal especializado: diz respeito à instituição de espaços de capacitação de gestores universitários e de formação de educadores ambientais e especialistas em EA que atendam tanto à demanda interna das IES como a externa.

O Órgão Gestor da PNEA (2007) orienta que uma política pública de EA para a educação superior deve prever, entre suas diretrizes, que as IES:

- estimulem a crescente incorporação de preocupações ambientais entre o conjunto das disciplinas e atividades formadoras oferecidas em seus diversos cursos, promovendo a formação de um profissional ambientalmente responsável;
- internalizem nos seus planos pedagógicos e nas demais definições institucionais, bem como em todas as suas políticas e decisões, a preocupação ambiental, tendo em vista a realização plena de seu potencial educador para todos aqueles que nela se formam e trabalham;
- comprometam-se com a oferta de disciplinas e outras atividades curriculares complementares em EA nos cursos de formação de professores e educadores, atendendo à PNEA;

- contemplem, em suas políticas de gestão, os objetivos de uma gestão ambientalmente sustentável em todos os níveis de suas atividades (gestão de resíduos, conforto e salubridade ambientais com um consumo mínimo de energia, oferta de programas de incentivo à cidadania ambiental de alunos, professores e funcionários);
- promovam atividades coletivas, conduzidas a partir de decisões em fóruns e órgãos colegiados, contribuindo para o incremento participativo do debate socioambiental;
- favoreçam o desenvolvimento de programas de pesquisa que contribuam para o conhecimento sobre estratégias participativas e sua implementação e avaliação, bem como sobre a natureza da questão e da problemática socioambiental nelas implicada;
- promovam programas de formação de recursos humanos necessários para a realização das metas anteriormente descritas;
- promovam programas de intervenção política, educativa e pedagógica, relacionados a projetos comprometidos com ações de melhoria em quadros socioambientais definidos em função de diagnósticos prévios, cientificamente conduzidos por fóruns coletivos criteriosos;
- promovam programas de investigação teórico-práticos, comprometidos com o entendimento e a compreensão aprofundados do significado social do equilíbrio eco-energético, da harmonia socioambiental e de suas determinações e inter-relações com o social e o político;
- promovam a facilitação, frente aos impedimentos burocráticos, antepondo-se ao desenvolvimento adequado dos programas supra referidos, tanto no que se refere à inclusão dos mesmos nas categorias de ensino, pesquisa, extensão, como na expansão dos efeitos correspondentes aos objetos de suas ações, de maneira a enquadrá-las nas exigências definidas pelo quadro de buscas na dimensão social, e na política, a elas correspondentes;
- favoreçam, através de programas, projetos e ações, a instalação difusa de programas sociais e institucionais voltados para objetivos incluídos nos itens supra-arrolados, através de redes, espaços sociais e outras instâncias e fóruns, visando promover a inclusão, no debate da sociedade brasileira contemporânea, do tema socioambiental

Segundo o Conselho Nacional de Educação (CNE), os conhecimentos relativos à EA nos currículos da Educação Básica e Superior podem ser inseridos pela transversalidade, através de temas associados com a sustentabilidade socioambiental e com o meio ambiente; como conteúdo dos componentes já constantes do currículo; ou pela combinação de tratamento e de transversalidade nos componentes curriculares (BRASIL, 2012).

Outrossim, há uma recomendação do CNE que o apoio a projetos de pesquisa e investigação na área da EA por órgãos públicos de fomento e financiamento à pesquisa seja incrementado, sobretudo visando ao desenvolvimento de tecnologias mitigadoras de impactos negativos ao meio ambiente e à saúde. Por fim, o CNE através de sua resolução nº 2 reconhece a relevância e a obrigatoriedade da EA em todas as etapas e modalidades nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica e que é necessária para tornar a atividade humana plena de prática social e de ética ambiental (BRASIL, 2012).

Isto posto, não restam dúvidas acerca do dever, da responsabilidade e da importância das IFES na promoção da educação ambiental em seus cursos, em todos os níveis de ensino e em todas as práticas, tanto no ensino, quanto na extensão e na pesquisa.

2.1.2 Avaliação da Prática da EA nas IFES

Ainda que o ordenamento jurídico estabeleça diretrizes para a promoção da EA em todos os níveis de ensino, torna-se um desafio para as instituições de ensino adequar seus projetos pedagógicos de curso para incorporar e desenvolver as práticas de EA. Contudo, algumas pesquisas foram realizadas para mapear onde e de que maneira estão se realizando a inserção da EA nas instituições de ensino.

Em estudo realizado no Centro de Educação Superior Norte do Rio Grande do Sul - CESNORS/UFSM a respeito da inserção da EA no PPC dos seus cursos de graduação de Agronomia, Engenharia Florestal, Engenharia Ambiental, Sistemas de Informação, Relações Públicas, Jornalismo, Ciências Econômicas, Ciências Biológicas, Nutrição, Enfermagem, Zootecnia e Administração e verificou como as práticas de educação ambiental foram incorporadas e desenvolvidas. Demonstrou-se que apenas os cursos de de Sistemas de Informação, Relações Públicas e Ciências Biológicas não possuíam a integração da educação ambiental às suas

disciplinas de modo transversal, contínuo e permanente (MUNARETTO; BUSANELLO, 2014).

Munaretto e Busanello (2014) demonstraram que quatro dos 12 cursos pesquisados possuíam disciplinas específicas, sendo: Educação Ambiental como disciplina complementar de graduação (DCG), ou seja, não obrigatória, no curso de Engenharia Florestal; Jornalismo Ambiental (DCG) no curso de Jornalismo; Legislação Agrária e Ambiental no curso de Agronomia; e Educação Ambiental (DCG) no curso de Ciências Biológicas. Destacam ainda que, apesar da PNEA afirmar no artigo 10 que a EA não tenha obrigatoriedade de ser implantada como disciplina específica no currículo de ensino, através da interação discente com o assunto, esses terão mais oportunidades para construção dos saberes necessários ao seu desenvolvimento.

Jesus e Silva (2016) abordaram o tema em uma pesquisa de modo mais abrangente, envolvendo as IES de Mato Grosso do Sul que ofertam os cursos superiores de Arquitetura e Urbanismo, Geografia e Turismo, e concluiu que há pouca transversalidade sobre questões ambientais nos conteúdos abordados pelos cursos analisados. Percebe-se assim, ao analisar os estudos de Munaretto e Busanello (2014) e de Jesus e Silva (2016) que havia pouca transversalidade nos cursos pesquisados até então.

Em 2007, o Órgão Gestor da Política Nacional de Educação Ambiental publicou um documento técnico intitulado “Mapeamento da Educação Ambiental em Instituições Brasileiras de Educação Superior: elementos para políticas públicas” com o objetivo de contribuir para a ampliação do espaço de diálogo e para a enunciação de elementos para a formulação de políticas específicas para o ensino superior no processo de implementação da PNEA (ÓRGÃO GESTOR DA POLÍTICA NACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 2007).

O mapeamento foi coordenado pela Rede Universitária de Programas de Educação Ambiental (RUPEA) apoiada pela Coordenação-Geral de EA do Ministério da Educação (CGEA/DEDC/SECAD) e teve início a partir da convergência de demandas para o desenvolvimento de diretrizes para a implementação da PNEA quanto de estratégias para a consolidação da EA na esfera da educação superior, levantando dados referentes a atividades de ensino, pesquisa, extensão e gestão e teve a participação de 14 instituições públicas e 8 privadas, distribuídas entre 11

estados brasileiros (ÓRGÃO GESTOR DA POLÍTICA NACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 2007).

O mapeamento pode contribuir para caracterizar uma demanda social emergente que induziu a formação de grupos, a criação de órgãos, a instituição de disciplinas e cursos, e também, para individualizar algumas tendências de um movimento mais amplo de ambientalização da sociedade, do qual a universidade é parte (ÓRGÃO GESTOR DA POLÍTICA NACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 2007).

Uma das recomendações finais do mapeamento foi a proposição de uma base de sugestões e de propostas para a formulação de políticas públicas para o ensino superior, tendo como princípios para seu direcionamento (ÓRGÃO GESTOR DA POLÍTICA NACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 2007):

- da participação, tendo em vista a democratização da vida social e a necessidade de uma formação dentro do espírito de cidadania que envolve a ação crítica e transformadora da vida pública, além de uma postura ética e ambientalmente responsável;
- as ações de EA promovidas pelas políticas públicas devem ser orientadas pelos ideais da democracia, do pacifismo, do humanismo e da busca de um equilíbrio eco-energético.

Também existem diversas redes de educação ambiental ligadas à instituições de ensino e distribuídas por todo território nacional, com o intuito de promover a discussão, interação e a troca de conhecimentos sobre temáticas ambientais e também, a mobilização política (CZAPSKI, 2009).

As redes são, segundo Czapski (2009), comunidades construídas de forma virtual ou presencial que reúnem indivíduos e instituições em torno de objetivos e/ou temáticas comuns, dentre as quais pode-se destacar a Rede Universitária de Programas de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis (RUPEA) e a Rede Aguapé de Educação Ambiental do Pantanal (Rede Aguapé).

A RUPEA foi criada em 2001 a partir da parceria de três instituições de ensino superior: a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Um dos resultados foi a criação de cursos de especialização a partir do convênio entre USP

e UESB que propunham-se construir processos educativos subsidiados no ideário ambientalista. Posteriormente, outras universidades foram se agregando à RUPEA, tais como: Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), Universidade Estadual Paulista (UNESP) Campi de Botucatu e Franca, entre outras (ÓRGÃO GESTOR DA POLÍTICA NACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 2007)

A RUPEA possui um conjunto de referenciais que a identifica como rede, sendo regida por uma Carta de Princípios em que consta seus principais objetivos, que são:

- reunir, articular, fortalecer e divulgar princípios, iniciativas, reflexões e propostas em EA comprometidos com a construção de sociedades sustentáveis;
- promover a formação de agentes locais de sustentabilidade socioambiental;
- constituir-se em um fórum permanente de intercâmbio, debate e aprofundamento teórico-metodológico;
- debater, propor, promover e/ou apoiar políticas públicas, pesquisas, projetos, experiências e outras iniciativas em EA;
- estabelecer intercâmbios com grupos, redes e instituições de caráter socioambiental e/ou educacional, em especial na perspectiva da interlocução ibero-americana.

A Rede Aguapé é a primeira e única rede de Educação Ambiental multi-institucional para as cidades pantaneiras e da Bacia do Alto Paraguai (BAP) que tem o objetivo de enraizar a EA na Bacia do Alto Paraguai e Pantanal, em Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraguai e Bolívia. Tem como parceiras as instituições: ONG Mulheres em Ação no Pantanal (Mupan) e a Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) (REDE AGUAPÉ, 2018).

Desta forma, nota-se que em alguns casos ainda há uma certa dificuldade em se realizar a promoção da EA nas IES, porém, como mostrado pelo mapeamento organizado pela RUPEA, é possível observar diversos movimentos ligados a IES de todo o país, como as redes de EA, preocupadas com o meio ambiente e promovendo a educação ambiental em diversos níveis.

2.1.3 Aquaponia

O Laboratório Multidisciplinar proposto neste estudo é composto por um sistema de aquaponia que é formado pela integração da aquicultura de recirculação e da hidroponia em um único sistema fechado de produção (SOMERVILLE et al., 2014), reproduzindo um ambiente natural e elevando o entendimento do ciclo natural em um processo interno, caseiro (DUARTE, 2015).

A aquaponia foi selecionada para compor o laboratório, pois a sua utilização tem sido defendida em diversas instituições de ensino - desde o primário até as universidades, de organizações comunitárias a centros educacionais - para aproximar a população em geral a técnicas agrícolas sustentáveis, além de incluir práticas ambientais congruentes, tais como: reciclagem de nutrientes, produção de alimentos orgânicos, coleta de água de chuva. A natureza integrada da aquaponia também permite a experiência de aprendizagem de tópicos mais abrangentes como biologia, botânica, anatomia, fisiologia, física, química, ética, culinária e estudos gerais de sustentabilidade socioambiental (SOMERVILLE et al., 2014).

Apesar das pesquisas científicas sobre aquaponia se tornarem mais comuns somente a partir de 2010 (JUNGE et al., 2017), a aquaponia não é uma técnica recente. A utilização dos dejetos de peixes como fertilizante para plantas já existe há milênios, com as primeiras civilizações na Ásia e na América do Sul utilizando este método. A aquaponia como se conhece hoje começou a ser desenvolvida através do trabalho pioneiro do New Alchemy Institute - que estudou pioneiramente a agricultura orgânica, a aquicultura e projetos de bioprodutos entre 1969 e 1991 - e outras instituições acadêmicas norte-americanas e europeias no final dos anos 70, com os primeiros artigos científicos publicados por Ludwig Naegel em 1977 e por James Rakocy em 1981, em dados coletados na base de dados Scopus em 17 de setembro de 2016 (SOMERVILLE et al, 2014; JUNGE et al., 2017).

A figura 02 representa um sistema aquapônico com fins educacionais onde se percebe a fixação de cartazes indicando o funcionamento de cada componente do sistema. Junge et al (2014) salientam que sistemas aquapônicos de pequeno porte, além de produzirem alimentos, podem ser grandes ativos como ferramentas de ensino de uma ampla gama de assuntos.

Figura 02: Sistema aquapônico com fins educacionais

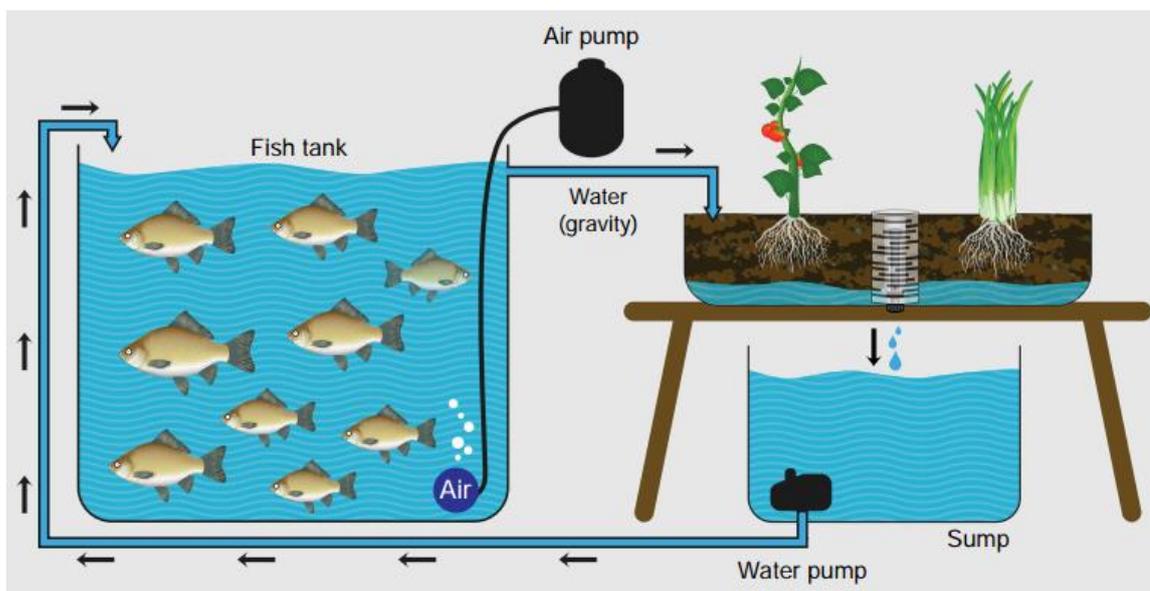


Fonte: SOMERVILLE et al (2014, p. 9)

Na aquaponia, a água que circula pelo tanque dos peixes é bombeada para os filtros, depois para as camas de cultivo e então, retorna ao tanque de peixes. Os resíduos sólidos são removidos da água através de filtragem mecânica e os dissolvidos são processados pelos biofiltros. Esses, por sua vez, proveem um local adequado para a colonização de bactérias nitrificantes que convertem a amônia, oriunda da excreção dos peixes e que, em grande concentração, é tóxica tanto para as plantas quanto para os peixes. Este processo é chamado de nitrificação e que resulta em nitrato, um nutriente mais acessível às plantas e menos tóxica aos peixes, assim, a água com este e outros nutrientes circula pelas camas de cultivo e pelas raízes das plantas que os absorvem, finalmente retornando ao tanque dos peixes purificada (SOMERVILLE et al., 2014; KÖNIG et al, 2016).

A figura 03 ilustra o funcionamento básico de um sistema de aquaponia, enquanto a figura 04 em seguida mostra um sistema de aquaponia real, caseiro, também conhecido como aquaponia de quintal, onde foi utilizada uma caixa d'água como ambiente de criação dos peixes e tambores reutilizados para o cultivo de plantas consorciadas no mesmo ambiente hídrico dos peixes.

Figura 03: Ilustração Aquaponia



Fonte: SOMERVILLE et al (2014, p. 5).

Figura 04: Sistema de aquaponia de pequeno porte



Fonte: próprio autor

O equilíbrio da quantidade de peixes, ração fornecida e plantas é o princípio básico que vai manter ativas as populações de bactérias do ciclo do nitrogênio. (INOUE et al., 2018) E o elemento chave para a sustentabilidade socioambiental do

sistema é o fato da água não ser descartada no meio ambiente como ocorre com os sistemas de aquicultura e hidroponia quando independentes um do outro. Na aquaponia, os efluentes da aquicultura são direcionados para as camas de cultivo e não liberados para o meio ambiente, ao mesmo tempo que os nutrientes necessários para as plantas são supridos através de uma fonte sustentável, orgânica e economicamente viável (SOMERVILLE et al., 2014).

A aquaponia é considerada pela FAO como uma CSA, tipo de agricultura que aumenta de forma sustentável a produtividade e a resiliência, reduz ou remove os gases do efeito-estufa, sempre que possível, e melhora a consecução das metas nacionais de segurança alimentar e de desenvolvimento. Este conceito foi projetado para auxiliar no desenvolvimento de políticas e melhorar as condições de investimento necessárias para alcançar o desenvolvimento agrícola sustentável para a segurança alimentar no âmbito das alterações climáticas (FAO, 2018).

2.1.3.1 Aquicultura

Este tópico visa apresentar os aspectos gerais da aquicultura, pois ela é parte da aquaponia conforme apresentado no tópico anterior, e para corroborar a escolha desta como técnica de cultivo a ser demonstrada no Laboratório Multidisciplinar proposto.

Cerca de 60 milhões de pessoas no mundo todo têm a sua fonte de renda e subsistência nos setores de pescados, desses, aproximadamente 19 milhões se dedicam à aquicultura e os demais à pesca extrativista, considerados apenas envolvidos no setor primário. Entre 1995 e 2010, este percentual de 68% dos que se dedicavam ao extrativismo era de 83% em 1990, e na aquicultura era de 17% e subiu para 32%, o que pode mostrar uma maior preocupação com a sustentabilidade da atividade pesqueira. Considera-se sustentável a produção lucrativa, que conserva o meio ambiente e os recursos ambientais e que promove o desenvolvimento local (OLIVEIRA, 2009; FAO, 2018).

A FAO, como co-líder da Agenda de Ação de Oceanos da UNFCCC e em apoio ao Trabalho Conjunto Koronivia na Agricultura - acordo em que todas as partes da COP trabalharão juntas por dois anos em cinco áreas de foco agrícola, e chegarão a padrões a ser incluídos no Acordo de Paris sobre agricultura - tem reconhecido o papel essencial da pesca e aquicultura para a segurança alimentar e nutricional no contexto das mudanças climáticas (FAO, 2018).

Destaca-se a importância da atividade aquícola para a segurança alimentar analisando o aumento da produção mundial que deverá responder por 50% da oferta de pescado em todo o mundo, somado ao aumento da demanda de recursos hídricos em contrapartida à escassez de recursos naturais, tornando necessário o aumento da eficiência do seu uso (OLIVEIRA, SANTOS, 2015).

A atividade pesqueira é crucial para melhorar a segurança alimentar e no combate à fome no mundo, pois o peixe e seus derivados são excelentes fontes de proteínas de alta qualidade, grande quantidade de aminoácidos essenciais à saúde humana, minerais essenciais como cálcio, fósforo, zinco, ferro, selênio e iodo, vitaminas A, B e D, além de ter, aproximadamente, 5 a 15% maior biodisponibilidade (percentual de aproveitamento pelo organismo) do que fontes vegetais (FAO, 2018).

A carne do peixe também é rica em EPA e DHA, conhecidos como ácidos graxos altamente insaturados (HUFAs) n-3, importantes na prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares, hipertensão, inflamações em geral, entre outras, o que a faz ser considerada como alimento funcional ou nutracêutico, que são aqueles que possuem propriedades de prevenção ou redução dos sintomas de algumas doenças. (SUÁREZ-MAHECHA et al, 2002)

2.1.3.2 Alimentação orgânica

O objetivo deste tópico é apresentar as concepções acerca da alimentação orgânica devido ao valor intrínseco deste na aquaponia e sua importância na saúde humana.

A preocupação com a alimentação orgânica deve levar em consideração outros fatores intrínsecos à produção convencional de alimentos baseada na utilização de agrotóxicos, como, por exemplo, a contaminação dos trabalhadores rurais expostos a estes agentes químicos. A contaminação ocupacional na qual os trabalhadores rurais ingerem, respiram e absorvem através da pele os agrotóxicos que utilizam em sua produção agrícola e que afetam diretamente sua saúde. Existe também o risco da contaminação ambiental causada por acidentes na produção ou utilização dos agrotóxicos que se espalham através da água, infiltrando nos lençóis freáticos e em rios próximos ao local do uso (ROSA et al., 2011).

Ainda que as indústrias agroquímicas tenham obtido êxito ao aumentar a produção de alimentos através da aplicação de agrotóxicos e da utilização de sementes modificadas, a fome mundial permanece, e ainda traz consigo o aumento

do número de casos de pessoas com câncer, com casos agudos de intoxicação ocupacional, assim como impactos socioambientais irreversíveis (DUTRA; SOUZA, 2017).

Em Dossiê elaborado pela Associação Brasileira de Saúde Coletiva - ABRASCO - em 2012, Carneiro et al. (2012) destacam a crescente utilização de agrotóxicos no país, elevando-o ao patamar de maior mercado mundial desde 2008. Como consequência disto está outro dado preocupante: um terço dos alimentos consumidos pelos brasileiros no cotidiano está contaminado por agrotóxicos, segundo relatório do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) emitido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), em 2011 (CARNEIRO et al. 2012).

A análise apresentada pelo Para (2015) também contém a informação de que há o parâmetro de tolerância chamado de Limites Máximos de Resíduos (LMR) definidos pela ANVISA para certos ingredientes ativos dos agrotóxicos que podem não acarretar riscos à saúde se detectados em níveis de concentração muito baixos. Mesmo que classificados como medianamente ou pouco tóxicos, é necessário que se tenha acompanhamento dos seus efeitos crônicos que podem surgir meses, anos ou até décadas após a exposição (PARA, 2015; DUTRA, SOUZA, 2017).

Como resposta a esses problemas, desde a década de 1920, a agricultura orgânica tem sido praticada na contramão do processo de industrialização da agricultura convencional, marcado pela tecnificação. Dentre as metas da agricultura orgânica, as mais relevantes aos consumidores são: a não utilização de produtos químicos sintéticos, como pesticidas e fertilizantes, de organismos geneticamente modificados, de estimulantes de crescimento sintéticos e antibióticos, além do uso restrito de aditivos em alimentos processados (BORGUINI; SILVA TORRES, 2006).

Desde a década de 1980, diversos autores têm discutido sobre o conteúdo das substâncias bioativas na comparação da produção orgânica com a produção tradicional de alimentos, evidenciando que os metabólitos secundários das plantas desempenham um papel muito importante na saúde humana em termos de valor nutricional. Dentre estas substâncias produzidas pelo metabolismo secundário das plantas, cabe destacar os flavonóides que constituem um grande grupo de milhares de compostos diferentes. Os flavonóides contribuem de diversas formas a saúde, tais como: antioxidante, neutralização de radicais livres, inibe o desenvolvimento do câncer, retarda a aterosclerose, diminui o risco de obesidade, fortalece as paredes

dos vasos sanguíneos, previne acidente vascular cerebral, reduz a formação de coágulos sanguíneos, e outros diversos benefícios. E diversos estudos confirmaram uma maior concentração desses compostos em produção orgânica (MATT et al., 2011).

2.1.3.3 Vantagens e Desvantagens

O principais benefícios e vantagens da aquaponia em relação aos métodos tradicionais são a reutilização da água continuamente, tendo um reaproveitamento de até 98%, ou seja, menor consumo de água na produção de alimentos; os efluentes gerados pela aquicultura são limpos pelas plantas, e o que porventura restar pode ser utilizado em irrigação de plantios em vasos ou diretamente no solo, resultando em quase zero a produção de efluentes (SOMERVILLE et al, 2014; INOUE et al, 2018). Há, também, a garantia de que o produtor utilize métodos ecológicos de controle de pragas e doenças, pois a saúde dos peixes seria afetada pela utilização de substâncias agrotóxicas, assim como o uso de hormônios ou antibióticos na criação dos peixes pode afetar a saúde das plantas (JUNGE et al., 2017).

Rakocy et al. (2006) destaca que uma das maiores vantagens da aquaponia é que às plantas cultivadas são menos suscetíveis ao ataque de doenças transmitidas pelo solo, enquanto Somerville et al. (2014) enumera algumas outras vantagens em detrimento dos sistemas de produção de alimentos convencionais, dentre elas:

- sustentabilidade e intensidade;
- produção de dois produtos com uma única fonte de nitrogênio (ração dos peixes);
- utilização dos recursos hídricos de maneira extremamente eficiente;
- não necessita de solo;
- não utiliza fertilizantes ou pesticidas químicos;
- alto nível de biossegurança e baixo risco de contaminantes externos;
- pode ser implantado em regiões que não possuem solos férteis como desertos, solos degradados, salinos ou arenosos;
- pouco desperdício;
- materiais de construção e bases de informação são amplamente disponíveis.

Duarte et al. (2015) destaca que uma das vantagens na aquaponia é que em estações mais quentes as plantas possuem a quantidade de água que desejarem devido ao fluxo contínuo entre as camas de cultivo, enquanto que no cultivo em solo podem passar períodos prolongados de tempo com o solo seco. Apesar deste fluxo contínuo da água no sistema, segundo König et al. (2016) a utilização de água é menor em comparação ao cultivo em solo e os rendimentos são maiores.

Sobre desvantagens da aquaponia, Somerville et al. (2014) enumera algumas:

- Custos iniciais de implantação dispendiosos quando comparado com a produção convencional em solo ou hidropônico;
- Necessário conhecimento de peixes, plantas e bactérias para o produtor obter sucesso;
- Os requisitos de produção dos peixes e das plantas nem sempre correspondem, causando problemas por estarem no mesmo ambiente aquático;
- Não recomendado onde a temperatura não é a ideal para a produção;
- Demanda energia constante e estável;

Carneiro et al. (2015) também apontam como desvantagem a restrição no uso de agrotóxicos e antibióticos devido aos diferentes seres vivos envolvidos no sistema, assim como a necessidade de conhecimento básico em muitas áreas do conhecimento como engenharia, biologia, fitotecnia e piscicultura.

Os custos iniciais de implantação de um sistema de escala comercial são definidos como a principal desvantagem por PALM et al. (2018), colocando em xeque a sustentabilidade econômica do sistema em comparação com um sistema tradicional de recirculação de água, podendo influenciar no sucesso ou no fracasso do método.

2.2 Descrição dos Procedimentos Metodológicos

A metodologia é uma forma de esclarecer o método escolhido para ilustrar o caminho a ser percorrido pela pesquisa. (LIMA; MIOTO, 2007). Desta forma, neste tópico são apresentados os procedimentos e a metodologia adotados para a pesquisa, sendo no método descritos a abordagem e sua caracterização, e, nos procedimentos, as fontes de evidências.

2.2.1 Definições Metodológicas Utilizadas na Pesquisa

Uma pesquisa qualitativa pode abranger praticamente todo acontecimento da vida real e tocar todas as esferas sociais, permite a realização de estudos aprofundados em uma ampla variedade de tópicos. Devido a sua amplitude e relevância no campo das pesquisas, torna-se complexo chegar a uma definição sucinta do que é uma pesquisa qualitativa (YIN, 2016)

Vergara (2016) propõe dois critérios para caracterização dos tipos de pesquisa: quanto aos fins e quanto aos meios. Esta pesquisa, segundo a proposição de Vergara se define como exploratória e descritiva quanto aos fins, e quanto aos meios, como estudo de caso.

A pesquisa se define como exploratória, segundo Cooper e Schindler (2016), quando não se tem uma ideia clara do que será encontrado no futuro. Vergara (2016) destaca que a investigação exploratória não deve ser confundida com leitura exploratória. Ela é indicada nesses casos, pois pode economizar tempo e dinheiro, caso o problema não seja tão importante quanto imaginado anteriormente. Serve também para pesquisas onde o que será estudado é tão novo ou vago que o pesquisador realiza uma exploração somente para aprender algo sobre o problema (COOPER; SCHINDLER, 2016).

Também se define como descritiva pois expõe características de determinada população ou fenômeno, estabelecendo correlações entre variáveis e definindo sua natureza (VERGARA, 2016), além de descrever uma intervenção e o contexto da realidade onde ela aconteceu (YIN, 2016).

A estratégia utilizada para a pesquisa é o estudo de caso, pois, segundo Yin (2015) ela é indicada para pesquisas que exigem uma explicação ampla e profunda e que procuram responder questões que procuram explicar “como” ou “por que” tal fenômeno social age. Desta forma, é comum encontrar pesquisas na área de administração que se utilizam do estudo de caso como método de pesquisa. Este método também é destacado por Roesch (2013) como sendo adequado aos trabalhos de conclusão de curso e às dissertações de mestrado em Administração devido ao fato dos estudantes não contarem com uma equipe para realizar pesquisas de campo.

O caso selecionado para a pesquisa foi a promoção da Educação Ambiental nos cursos de graduação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e

a análise foi realizada a partir de entrevistas com coordenadores de curso da instituição selecionados em amostragem por conveniência, que se define por Anderson et al. (2013) como uma técnica de amostragem não probabilística. Os elementos utilizados na amostra são incluídos sem probabilidades pré especificadas de seleção ou que sejam conhecidas, em outras palavras, são utilizados apenas porque estão prontamente disponíveis.

2.2.2 Procedimentos da Pesquisa

A coleta de dados seguiu os quatro princípios descritos por Yin (2016) que visam garantir a qualidade dos estudos, a confiabilidade e a validade do constructo, e são:

1. uso de múltiplas fontes de evidência;
2. criação de um banco de dados do estudo de caso;
3. manutenção de um encadeamento de evidências; e
4. cuidado no uso de dados de fontes eletrônicas de evidência, como comunicações de mídia social.

A coleta de dados para pesquisa qualitativa pode ser realizada através das seguintes atividades: entrevistas, observação, sentimento, coleta e exame. Por parecerem muito informais para serem consideradas atividades de pesquisa, pode ser implementada cada atividade utilizando um instrumento formal e um procedimento de coleta de dados rigorosamente definido (YIN, 2016).

Os dados utilizados nesta pesquisa foram coletados a partir de entrevistas estruturadas e coletas e exames em documentos. Os objetos coletados podem produzir diversos outros dados, e, segundo Yin (2016), podem ser:

Quadro 01: Tipos de dados

Dados	Exemplos
Sobre o ambiente físico e social	Fotografias de um ambiente de campo e seus membros
Coisas não diretamente observáveis	Temas abstratos como as políticas e procedimentos de uma organização, representadas em documentos
Informações históricas	Tendências reveladas por registros arquivais
Produzidos diretamente pelos participantes	Diários, fotografias, como complemento das informações obtidas em entrevistas com os participantes

Fonte: Adaptado de Yin (2016)

A coleta documental é a fonte mais importante utilizada para corroborar e aumentar a evidência de outras fontes. Ela é útil para realizar a correção ortográfica dos dados coletados, por exemplo, em uma entrevista. Pode evidenciar questões contraditórias à pesquisa, fazendo com que o pesquisador tenha que investigar mais profundamente o tópico (YIN, 2015).

A coleta documental foi realizada a partir dos seguintes documentos:

Legislações pertinentes: Constituição Federal de 1988; Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981; Lei nº 9795, de 27 de abril de 1999.

Documentos elaborados pela UFMS: Plano de Desenvolvimento Institucional 2015-2019; Relatório Final do Grupo de Trabalho - Educação Ambiental, de 2016.

Foram utilizados também normas e regulamentos infralegais elaborados pelo Conselho Nacional de Educação, subordinado ao Ministério da Educação, assim como documentos elaborados por agências reguladoras federais, agências internacionais e artigos científicos disponíveis na base de periódicos da Capes.

Após a coleta dos dados documentais foi realizada a sistematização conforme sugere Bardin (2011) que organiza a pesquisa em três fases:

- pré-análise;
- exploração do material;
- tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

Desta forma, na fase de pré-análise foi realizada a análise documental, segundo Bardin (2011) se conceitua como “uma operação ou um conjunto de operações visando representar o conteúdo de um documento sob uma forma diferente da original, a fim de facilitar num estado ulterior, a sua consulta e referência” com o objetivo de representar uma informação condensada.

Na fase intermediária entre a pré-análise e a exploração do material, foram realizadas entrevistas individuais e estruturadas com coordenadores de curso para se conhecer o nível de interesse dos docentes em integrar a Educação Ambiental em seus cursos com o laboratório multidisciplinar. Ainda na fase intermediária, foi realizado o agrupamento de todo o material coletado: gravações, observações, artigos, com o objetivo de formalizar os textos.

As entrevistas podem ser divididas em dois tipos: entrevistas estruturadas e entrevistas qualitativas. Todas as demais formas de entrevistas se enquadram nesta classificação. Entrevistas estruturadas são roteirizadas para formalizar a interação

entrevistador e entrevistado, e exigem que se realize em uma amostra expressiva do todo que será analisado para que seja o mais precisa possível. Desta forma, a utilização é mais voltada a levantamentos ou pesquisa de opinião, em vez de estudos qualitativos. Entrevistas qualitativas são o modo de entrevistar mais utilizado em pesquisas qualitativas. A interação entre entrevistado e entrevistador não segue um roteiro de perguntas, elas variam de acordo com o contexto e o ambiente da entrevista (YIN, 2016).

Foi selecionado um coordenador de curso de graduação por unidade setorial, totalizando 16 indivíduos para a realização das entrevistas. Das 16 unidades, seis possuem apenas um coordenador para todos os cursos, sendo, portanto, estes os selecionados. A opção por coordenadores de curso para serem entrevistados se deve ao fato da pesquisa estar relacionada à proposição de um instrumento de promoção da educação ambiental nos cursos de graduação e, por isso, destacar o interesse e relevância do estudo a partir da avaliação desses.

As entrevistas foram realizadas a partir de um roteiro de questões (APÊNDICE C) e consentidas de acordo com Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B) assinado por todos os entrevistados no ato da entrevista. Foram questionados sobre a promoção da educação ambiental nos cursos sob sua coordenação e os empecilhos que dificultam ou impedem de fazê-la. Posteriormente, apresentou-se o modelo proposto do Laboratório Multidisciplinar de Educação Ambiental com Aquaponia e solicitado que fizessem uma avaliação sobre o modelo e qual relevância teria sobre seu curso, assim como sugestões de melhoria.

Todas as entrevistas foram gravadas e transcritas para se realizar a análise de conteúdo, que, segundo Silva e Fossá (2015) é uma “técnica de análise das comunicações, que irá analisar o que foi dito nas entrevistas ou observado pelo pesquisador”, que tem o objetivo de produzir inferências de um texto para seu contexto social de forma objetiva.

Na segunda fase, chamada de exploração do material por Bardin (2011), foi realizada a definição da codificação, através de recortes, agregação e enumeração dos dados obtidos com base nas características dos conteúdos.

Assim, a resposta de cada entrevistado foi agrupada referente a cada questionamento para a realização da etapa seguinte dentro da fase de exploração do material. A ferramenta utilizada para a análise das entrevistas foi a nuvem de palavras. Para cada tópico das entrevistas foi gerada uma nuvem de palavras. As

nuvens de palavras são utilizadas para visualizar a frequência de utilização de um termo através de um resumo visual. Quanto maior a palavra aparece, maior é sua frequência, conseqüentemente, maior a sua relevância no conteúdo (HECKSHER; EBECKEN, 2016).

Para a preparação da transcrição das entrevistas para a formação da nuvem de palavras, foram desconsideradas as seguintes classes de palavras por serem irrelevantes para a análise: artigos, numerais, conjunções, preposições, pronomes, verbos de ligação. Também foram desconsideradas as palavras com frequência de apenas uma palavra por documento. Para a elaboração da nuvem com as palavras-chave foi utilizado o recurso virtual do site *WordClouds*, disponível em <https://www.wordclouds.com/>.

Apesar do crescente número de artigos publicados sobre aquaponia, pouco se encontra relacionando o assunto à educação ambiental, demonstrando o caráter exploratório da pesquisa, dificultando, portanto, a comparação das respostas dos entrevistados com a produção no referencial teórico.

A terceira fase corresponde ao tratamento dos resultados, inferência e interpretação dos dados, realizando a análise comparativa dos materiais e captando os conteúdos explícitos e implícitos contidos em todo o material coletado (HECKSHER; EBECKEN, 2016).

2.3 Descrição da Situação-Problema e das Oportunidades

Neste tópico serão apresentadas a caracterização da UFMS, a situação-problema e as oportunidades de melhoria.

2.3.1 Caracterização da UFMS

A Universidade Federal de Mato Grosso do Sul nasceu a partir da federalização da Universidade Estadual do Mato Grosso, na ocasião da divisão do Estado. Criada a partir da integração da Faculdade de Farmácia e Odontologia de Campo Grande - considerado o embrião do ensino superior público do, ainda unificado, Estado de Mato Grosso - com o Instituto de Ciências Biológicas de Campo Grande (ICBCG), Instituto Superior de Pedagogia, de Corumbá, e o Instituto de Ciências Humanas e Letras, de Três Lagoas, que ampliaram a rede pública estadual de ensino superior (UFMS, 2018)

São ofertados 160 cursos de graduação, 62 especializações, 35 mestrados e 14 doutorados, distribuídos entre a sede na Cidade Universitária, localizada em Campo Grande, e outros 10 campus: Aquidauana, Bonito, Chapadão do Sul, Corumbá, Coxim, Naviraí, Nova Andradina, Paranaíba, Ponta Porã e Três Lagoas. A sede ainda se divide em 16 unidades setoriais: Escola de Administração e Negócios (ESAN), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Alimentos e Nutrição (Facfan), Instituto de Biociências (Inbio), Instituto Integrado de Saúde (Inisa), Faculdade de Ciências Humanas (Fach), Faculdade de Educação (Faed), Faculdade de Artes, Letras e Comunicação (Faalc), Faculdade de Computação (Facom), Faculdade de Direito (Fadir), Faculdade de Medicina (Famed), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (Famez), Faculdade de Odontologia (Faodo), Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia (Faeng), Instituto de Matemática (Inma), Instituto de Química (Inqui) e Instituto de Física (Infi) (UFMS, 2018).

Destacam-se, para fins deste estudo, os cursos em nível de especialização de Educação Ambiental e Espaços Educadores Sustentáveis oferecido na área de Educação pela Faculdade de Educação (Faed) e Educação Ambiental em Espaços Educadores Sustentáveis, ofertado na área de Arquitetura e Urbanismo pela Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia (Faeng). No âmbito da extensão, constam os cursos de Extensão em Formação em Gênero, Água e Educação Ambiental e Extensão em Educação Ambiental “Escolas Sustentáveis e Com-Vida” (UFMS, 2018).

Além destas, há ainda o programa de pós-graduação em ensino de ciências na modalidade *stricto sensu*, atualmente ligado ao Instituto de Física, que oferece o mestrado e o doutorado em ensino de ciências com linhas de pesquisa em educação ambiental (UFMS, 2018).

2.3.2 Descrição da Situação-Problema

Em 2016, a Pró-Reitoria de Ensino de Graduação organizou um Grupo de Trabalho composto por servidores da UFMS com produção acadêmica relevante na área de Educação Ambiental para desenvolver uma proposta de integração desta temática nos cursos de graduação da instituição, oferecendo subsídios e indicações para tal fim (UFMS, 2016).

No relatório, reconhece-se a necessidade da integração da EA nos cursos da UFMS, atentando-se aos princípios básicos orientados pelo PNEA como a

interdisciplinaridade e a transversalidade, assim como a possibilidade de se ofertar como uma disciplina específica, como sugerido pelas diretrizes do ensino superior. Sugere-se que a EA seja desenvolvida ponderando a interdisciplinaridade como princípio básico e a transversalidade como princípio didático (UFMS, 2016).

No Plano de Desenvolvimento Institucional 2015 - 2019 consta na tabela de laboratórios do Campus de Três Lagoas - CPTL - o Laboratório de Educação Ambiental, de responsabilidade do GEA - Grupo de Educação Ambiental, que atende aos cursos de Administração, Ciências Biológicas, Ciências Contábeis, Direito, Enfermagem, Engenharia de Produção, Geografia, História, Letras, Matemática, Sistemas de Informação e Pedagogia, com capacidade para 15 alunos, aproximadamente 21 m² e com foco de aplicação em Ensino (UFMS, 2015).

Desta forma, idealizou-se esta pesquisa para propor um modelo de laboratório multidisciplinar que possa preencher a lacuna identificada pelo Grupo de Trabalho entre a Educação Ambiental e os cursos ofertados pela instituição.

2.3.3. Oportunidades Concretas de Melhorias

Espera-se que este trabalho se torne uma oportunidade de implementação de uma ferramenta capaz de atender às necessidades da instituição na introdução da Educação Ambiental em todos os cursos de graduação oferecidos no campus de Campo Grande, de acordo com as exigências legais descritas no tópico 2.1.1.

Do mesmo modo, atenda às recomendações do relatório do Grupo de Trabalho instituído em 2016 pela Pró-Reitoria de Graduação, que recomenda que os cursos de licenciatura possuam em seu plano de ensino a disciplina de educação ambiental ofertada como obrigatória, porém, ressalta que possa ser ofertada na modalidade optativa devido à dificuldade que os cursos possam demonstrar. Aos cursos de bacharelados e tecnológicos foi recomendado que, além da ambientalização, sejam inseridos conteúdos socioambientais em disciplinas específicas (UFMS, 2016).

3. ANÁLISE DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

São apresentadas e discutidas neste capítulo as alternativas para a resolução da situação-problema. Para isso, foi elaborado um modelo de laboratório multidisciplinar com um sistema de aquaponia e, posteriormente, submetido a apreciação de coordenadores de curso selecionados de acordo com amostragem

por conveniência e entrevistados individualmente com roteiros estruturados. Ao final, as entrevistas foram analisadas através de análise de conteúdo e nuvens de palavras de forma a apresentar as opiniões sobre o modelo apresentado. Finaliza-se o capítulo apresentando os benefícios gerados pela implantação do modelo na instituição para resolução da situação-problema.

3.1 Apresentação e discussão das alternativas para resolução da situação-problema

De modo a seguir as recomendações do Relatório Final do Grupo de Trabalho de Educação Ambiental, foram necessárias entrevistas individuais com coordenadores de curso das unidades setoriais da Cidade Universitária para se entender o atual cenário da Educação Ambiental nos cursos de graduação, apresentando o modelo de Laboratório Multidisciplinar e verificando em que aspectos ele seria útil à instituição.

3.1.1 Visão geral da EA nos cursos de graduação

Ao iniciar as entrevistas, foi solicitado aos participantes que fizessem uma avaliação acerca da educação ambiental no curso sob sua coordenação. Do total, 10 entrevistados afirmaram que a educação ambiental está presente em seus cursos, e destes, três afirmaram que procuram seguir as diretrizes do MEC, e apenas o entrevistado 4 afirmou que “ [...] *não tem praticamente nada no curso a respeito*”. Um dos entrevistados afirmou que promove a educação ambiental através de disciplinas específicas e, também, de forma interdisciplinar

Destaca-se a presença da transversalidade, apenas no discurso dos entrevistados: (Entrevistado 1) “ [...] *nós trabalhamos a questão ambiental de modo transversal no curso [...]*”; (Entrevistado 3) “ [...] *então, na verdade a gente faz um pouco de modo transversal [...] aplicar em algumas disciplinas da vivência [...] falando um pouquinho da questão da sustentabilidade [...]*”, conforme o CNE orienta que os conhecimentos podem ser inseridos através da transversalidade, abordando temas associados com a sustentabilidade socioambiental (BRASIL, 2012).

O entrevistado 2 afirmou que aborda o assunto principalmente na questão da “ [...] *necessidade de se viver conjuntamente num ambiente adequado e que seja propício a todos [...]*” iniciando a introdução do tema na “ [...] *semana de recepção de alunos [...]*”.

Os entrevistados 7, 8, 9, 11 e 12 ressaltaram a importância da educação ambiental em seus cursos, afirmando que não há como dissociá-la de sua ementa devido ao impacto causado tanto de sua profissão no meio ambiente, quanto o meio ambiente em sua profissão, sendo que os conhecimentos relativos à educação ambiental também podem ser inseridos por transversalidade com temas associados ao meio ambiente, conforme o CNE, e como conteúdo dos componentes já constantes dos currículos (BRASIL, 2012)

Podemos inferir através dos trechos indicados que esta orientação tem sido seguida por alguns cursos: “[...] é um tema bastante relevante, já que grande parte dos nossos alunos são oriundos de fato dessas comunidades rurais, então esse contato com o meio ambiente ele é ainda mais pronunciado [...], e de fundamental importância a promoção desse tema aí no nosso curso” (Entrevistado 7). “[...] não tem como dissociar [...] da questão do meio ambiente porque a nossa profissão afeta diretamente o meio ambiente, então a gente procura como docente [...] abordar a questão da preservação do meio ambiente e orientar os projetos e atividades para que tenham o mínimo impacto possível no meio ambiente [...]” (Entrevistado 8).

Já o entrevistado 9 apresentou os argumentos de que não há como dissociar a educação ambiental de sua profissão, pois o meio ambiente a afeta diretamente: “[...] apesar da gente ainda não estar estruturado a educação ambiental no curso [...], mas a gente acaba aqui falando sobre o meio ambiente em todas as questões, desde o básico até o internato por conta do ambiente influenciar a saúde [...]”.

empecilho é a formação [...] dos professores nesse assunto”; e, também, foi destacada a formação pessoal dos acadêmicos, a educação social, como destaca o entrevistado 11: “[...] eu vejo mais a dificuldade que, às vezes, o aluno chega assim, sem essa educação na infância, [...] mas muitas vezes é a formação, educação do aluno que chega aqui pra gente que, às vezes, não tem essa consciência [...]”.

O entrevistado 6, ainda que não veja empecilhos em integrar seu curso com a EA, acredita que seja necessária a criação de “*mais campanhas de forma interdisciplinar*” para fortalecer a conscientização dos acadêmicos e que se expanda por meio de projetos extensão à comunidade.

Segundo mapeamento da educação ambiental realizado pelo Órgão Gestor da PNEA (2007) em instituições de ensino superior em todo território nacional, os informantes da pesquisa também informaram que uma das dificuldades encontradas para a implementação é a falta de “*maturidade*” da educação ambiental como disciplina que ainda não possui arcabouço teórico e metodológico consolidado. Assim, o entrevistado 13 indicou como solução a “*criatividade*” dos professores para fazer a transdisciplinaridade em seu curso e “*sem perder o foco*”.

Para a formação dos professores, o PNEA orienta em seu artigo 8º, inciso I, que uma de suas linhas de atuação deve ser a capacitação de recursos humanos, e que essa deve ser voltada para, segundo o inciso I do parágrafo 2º, a incorporação da dimensão ambiental na formação, especialização e atualização dos educadores de todos os níveis e modalidades de ensino (BRASIL, 1999).

Assim como, é dever da sociedade como um todo, segundo o artigo 3º, inciso VI da PNEA:

manter atenção permanente à formação de valores, atitudes e habilidades que propiciem a atuação individual e coletiva voltada para a prevenção, a identificação e a solução de problemas ambientais (BRASIL, 1999).

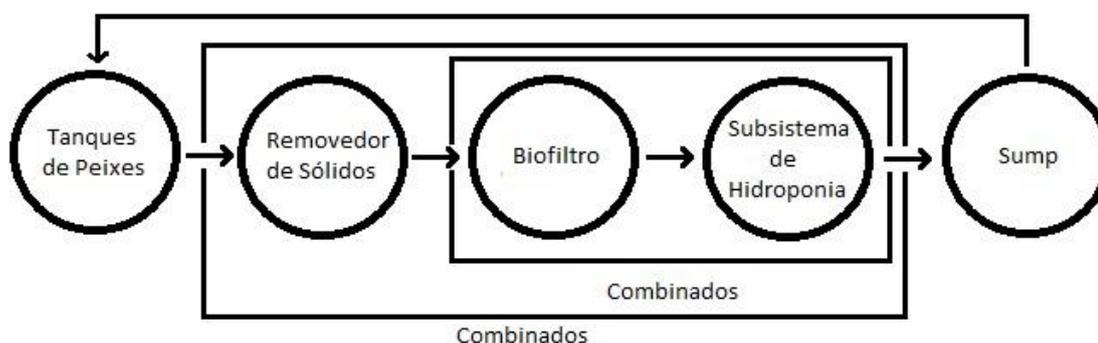
Portanto, cabe ao Poder Público o dever de formação dos educadores no âmbito formal, mas também, cabe à sociedade a formação dos valores individuais para um ciclo completo de desenvolvimento sustentável.

O Entrevistado 10 respondeu que o maior empecilho no curso sob sua coordenação é a questão financeira na maioria das vezes, pois a intenção é “*fazer algo bem feito, demonstrativo*”, mas que envolvem equipamentos de alto custo, porém os fomentos a projetos da universidade são muito escassos.

3.1.3.1 Descrição do Modelo

Rakocy et al. (2006) apresenta um diagrama de um arranjo ideal de um sistema aquapônico, definindo em que estágio do fluxo cada componente deve ser posicionado.

Figura 07: Arranjo ideal de um sistema aquapônico



Fonte: Adaptado de Rakocy et al. (2006, p. 2)

O biofiltro e o subsistema hidropônico podem ser combinados se forem utilizadas mídias, como argila expandida, areia ou pedra brita, para suporte das plantas que funcionarão também como mídias biofiltrantes e, em alguns casos, podem ser utilizados também como removedor de sólidos (RAKOCY et al., 2016)

No modelo desenvolvido pela Embrapa Tabuleiros Costeiros buscou-se desenvolver um sistema que contemplasse todos os estágios da aquaponia bem definidos, assim como, uma maior variedade de plantas, como folhagens, raízes tuberosas, porém, passível de alterações de acordo com as preferências alimentares da família que estiver implantando o sistema. Este tem como componentes básicos: um tanque de criação de animais aquáticos, filtros de sólidos decantáveis e em suspensão, camas de cultivo de hortaliças que frutificam, de hortaliças folhosas, de raízes tuberosas e um berçário para produção de mudas (CARNEIRO et al, 2015)

O tanque de criação de animais aquáticos, mais comumente utilizado para criação de peixes, pode ser feito de diversos formatos, tamanhos e materiais, que sejam resistentes e duráveis, podendo ser utilizado até mesmo materiais reciclados, desde que sejam corretamente higienizados e que não tenham sido utilizados para armazenagem de produtos tóxicos que podem ser liberados na água, posto que sua utilização na aquaponia será para a produção de alimentos (CARNEIRO et al, 2015; CARNEIRO et al, 2015a).

Para o modelo adotado, os pesquisadores da Embrapa utilizaram um container do tipo IBC, conforme ilustração abaixo, com capacidade para 1000 litros, ou 1 m³, de água, realizando a separação de aproximadamente 20% da parte superior para utilização como ambiente de produção de hortaliças e a parte inferior sendo utilizada como contenção dos peixes, tendo a capacidade aproximada de 800 litros. (CARNEIRO et al, 2015)

Figura 08: Container IBC



Fonte: Carneiro et al. (2015, p. 2)

Na figura a seguir, ilustração da separação do container em duas partes, onde (A) será utilizada para cultivo de plantas e (B) onde será a contenção dos peixes.

Figura 09: Separação do container IBC em duas partes



Fonte: Carneiro et al (2015, p. 2)

A espécie mais utilizada em sistemas de aquaponia tem sido a tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, devido a diversos fatores que a tornam mais vantajosa, cabendo destacar (CARNEIRO et al, 2015a):

- Rusticidade e resistência;
- Boa conversão alimentar;
- Tolerância a altas densidades de estocagem;

- Tem seu pacote tecnológico de cultivo difundido por todo o mundo;
- Bom valor comercial.

Porém, dentre as espécies brasileiras, o tambaqui, *Colossoma macropomum*, tem sido utilizado com sucesso nos sistemas de aquaponia do LAPAQ, mas cabe ressaltar que peixes ornamentais também podem ser criados, sendo interessante para fins educacionais e em exposições, para se criar sistemas mais atrativos. Peixes como a carpa colorida, *Cyprinus carpio*, também conhecida como Koi ou Nishikigoi, podem ser abatidas para fins alimentícios, mas quando comercializada como peixe ornamental pode alcançar valores muito mais elevados. (CARNEIRO et al, 2015a)

Após isso, é necessária a construção de filtros de sólidos. A remoção dos sólidos é parte fundamental do processo, pois se essa matéria orgânica permanece no sistema reduzirá os níveis de oxigênio dissolvido à medida que se decompõe e produz amônia e dióxido de carbono. Estes sólidos em suspensão também se fixar nas raízes das plantas e impedirem que estas absorvam oxigênio e os nutrientes necessários para seu desenvolvimento (RAKOCY et al, 2016)

Um filtro de sólidos deve ser dimensionado conforme dois parâmetros: a taxa de carregamento de sólidos (entrada diária de ração e produção de fezes) e da área de cultivo de plantas. Por exemplo, se a densidade de criação de peixes for muito alta, a eficiência do filtro deve ser mais elevada, tal qual um filtro de tambor com tela (RAKOCY et al, 2016), e quando a densidade é menor, abaixo de 5 kg/m³, os sólidos são retidos e degradados dentro do próprio filtro biológico (CARNEIRO et al, 2015a).

No modelo pesquisado, são utilizados dois filtros independentes, um de sólidos em suspensão e outro de sólidos decantáveis. O filtro biológico, onde acontece o processo de nitrificação da amônia, é utilizado em combinação com o subsistema de aquaponia, conforme diagrama de Rakocy et al (2006) mostrado anteriormente.

O filtro biológico, ou biofiltro, é onde estão concentradas as colônias de bactérias nitrificantes que são vitais para o funcionamento global do sistema. As bactérias mais comuns são as *Nitrosomonas*, que oxidam a amônia e criam o nitrito, e as *Nitrobacter*, que oxidam o nitrito em nitrato. Para se criar um ambiente adequado e saudável para essas bactérias deve se levar em consideração as condições apropriadas da água e uma grande superfície para se fixarem. Elas podem se fixar em qualquer material, nas raízes das plantas, paredes do tanque de

peixes, tubos de cultivos de plantas, cascalho, argila expandida e, por isso, os subsistemas de aquaponia também servem como biofiltro conjugado (SOMERVILLE et al, 2014).

O filtro de sólidos decantáveis é feito com recipiente cilíndrico para facilitar que a água bombeada do tanque circule pelo filtro fazendo com que os sólidos se decantem, a fim de evitar entupimentos, e a água siga para o restante do sistema. O material decantado é rico em matéria orgânica e pode ser retirado do sistema para um mineralizador, um recipiente suprido de aeração, que faz com que os nutrientes sejam liberados por ação de bactérias aeróbicas. (CARNEIRO et al, 2015)

Na figura a seguir, mostra-se um filtro removedor de sólidos onde: (A) Entrada de água bombeada do tanque de peixes; (B) Dreno para retirada de matéria orgânica; (B1) Registro para facilitar o retorno da água ao tanque dos peixes no processo de limpeza; (B2) Registro para retirada do material decantado; (C) Mineralizador; (D) Saída do filtro de sólidos decantáveis; (E) Balde instalado para desviar o fluxo de água e facilitar a decantação dos sólidos (CARNEIRO et al, 2015).

Figura 10: Filtro removedor de sólidos.



Fonte: Carneiro et al (2015, p. 4)

Na figura 11 a seguir é possível ver o filtro internamente, onde (F) mostra a entrada da água vinda do tanque dos peixes e saindo de modo a facilitar o fluxo circular da água, fazendo com que os sólidos mais pesados desçam ao fundo do filtro.

Figura 11: Vista interna do filtro de sólidos decantáveis



Fonte: Carneiro et al (2015, p. 4)

Após o filtro de sólidos decantáveis, deve ser inserido um filtro de sólidos em suspensão, ou de telas ou peneiras finas. Este filtro serve para reter o material mais leve que ainda permaneceram na água após o filtro de decantação e pode ser confeccionado com um balde e algumas telas de mosquiteiro ou sombrite no interior em formato de bolsa envolvendo o cano de entrada da água no filtro, conforme figura a seguir: (CARNEIRO et al, 2015)

Figura 12: Visão externa e interna do filtro de sólidos em suspensão



Fonte: Carneiro et al. (2015, p. 5)

Os ambientes de cultivo de plantas, ou camas de cultivo, podem ser feitos de tambores cortados no meio, tubos de PVC ou, como no modelo proposto pela Embrapa, uma parte do container IBC cortado para este fim. Estes ambientes podem ser preenchidos com pedra brita, argila expandida (CARNEIRO et al, 2015), perlita (RAKOCY et al, 2006), cascalho vulcânico (SOMERVILLE et al, 2014), ou somente água nos casos de sistemas DWC ou NFT (RAKOCY et al, 2006; SOMERVILLE et al, 2014; CARNEIRO et al, 2015).

A figura 13 a seguir ilustra o cultivo de plantas diretamente em pedra brita em uma visão aproximada da cama de cultivo para plantas perenes e que exigem maior fixação do substrato.

Figura 13: Cultivo em pedra brita



Fonte: Somerville et al (2006, p. 48)

A figura 14 ilustra o cultivo de plantas onde as raízes não são fixadas em nenhum substrato e se desenvolvem diretamente na água. A cama de cultivo pode ser montada com tubos de PVC ou perfis hidropônicos, em uma técnica chamada de *Nutrient Film Technique* (NFT), o qual utiliza apenas uma pequena quantidade de água para nutrir as plantas. Também pode ser montada com tanques com uma quantidade maior de água para que as plantas flutuem sobre placas chamadas de jangadas, técnica esta conhecida como *Deep Water Culture* (DWC).

Figura 14: Cultivo de alface em tubos de PVC direto na água



Fonte: Somerville et al (2006, p. 49)

É possível, também, a utilização de rochas vulcânicas como substrato nas camas de cultivo de raízes perenes, conforme a Figura 15.

Figura 15: Cultivo de morango em rocha vulcânica



Fonte: Somerville et al (2006, p. 14)

Inicialmente, acreditava-se que somente vegetais menos exigentes como as folhosas poderiam ser cultivadas na aquaponia (CARNEIRO et al, 2015a), porém, atualmente, mais de 150 espécies de vegetais, ervas, flores, e pequenos arbustos têm sido cultivados com sucesso em sistemas aquapônicos domésticos, comerciais e em pesquisas (SOMERVILLE et al, 2006). Até mesmo raízes tuberosas, apesar de pouco comum, têm sido cultivadas em sistemas aquapônicos com a utilização de substratos como areia ou pó de coco (CARNEIRO et al, 2015).

A movimentação da água é vital para a manutenção da saúde dos organismos na aquaponia. É necessário que ela se movimente pelos filtros para a separação dos sólidos e para o processo de nitrificação dentro dos biofiltros, auxiliando também no aumento da concentração de oxigênio dissolvido na água (SOMERVILLE et al, 2006). Para este processo, o mais comum é a utilização de bombas d'água submersas que tenham um fluxo de, pelo menos, o dobro do volume total de água. Por exemplo, se o sistema possui 1000 litros no total, a bomba deverá ter uma vazão de 2000 litros/hora. (SOMERVILLE et al, 2006; CARNEIRO et al, 2015)

Assim como a movimentação é vital, a suplementação do oxigênio dissolvido também se faz necessária. Carneiro et al. (2015a) ressalva que a aeração do sistema é importante não só para os peixes, como também para as raízes das plantas e para as colônias de bactérias nitrificantes do filtro biológico e pode ser realizado por compressores ou sopradores de ar. É importante que se realize a aeração diretamente no tanque de peixes e, em casos de cultivo de plantas em sistemas de raízes diretamente na água, a aeração suplementar é essencial para a saúde das plantas (SOMERVILLE et al, 2006; CARNEIRO et al, 2015a).

A figura a seguir mostra um sistema após a montagem de todos os componentes e já em operação, com peixes e plantas já em fase de colheita, onde (A) é o tanque de contenção dos peixes; (B) filtro de sólidos decantáveis; (B') mineralizador; (C) Filtro de sólidos em suspensão; (D) Cama de cultivo com pedras brita para plantas perenes e que exigem maior fixação do substrato; (E) Cama de cultivo em água no sistema de jangada para folhosas; (F) Cama de cultivo em areia para raízes tuberosas; (G) Berçário de mudas.

Figura 16: Sistema aquapônico pronto



Fonte: Carneiro et al (2015, p. 1)

O custo aproximado de implantação de um sistema como o descrito foi orçado em R\$3.542,44 (detalhamento no APÊNDICE A), com valores obtidos em Campo Grande - MS no mês de dezembro de 2018. Apesar de ser realizado um levantamento de custo de implementação de um sistema, neste estudo não foram abordadas questões de viabilidade financeira pois o principal objetivo foi demonstrar a relevância de um sistema deste tipo na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul para a promoção da educação ambiental.

3.1.4 Impressões sobre o Modelo de Laboratório Multidisciplinar

Após a apresentação do modelo aos entrevistados, foi questionado quais eram suas impressões sobre o modelo. Todos os entrevistados acharam “*muito interessante*”, como responderam: “[...] *me parece algo que é interessante para a universidade se enveredar, [...], toda nova área de conhecimento é minimamente válida, e pelo que eu ouço do assunto me soa como uma área promissora e relevante*” (Entrevistado 4); “[...] *a gente poderia utilizar até esse processo ajudando a conscientização de outros processos que dependem da sensibilização, eu achei*

A maioria dos entrevistados não quis apresentar sugestões de alteração no modelo por não fazer parte de sua linha de pesquisa.

3.2 Análise geral e benefícios gerados pela alternativa indicada para resolução da situação-problema

O principal benefício apontado pelos entrevistados é colocar em prática o conteúdo visto em sala de aula, e ainda, com enfoque na questão ambiental.

O entrevistado 12 replicou: *“[...] é que o nosso aluno tem um conhecimento muito aprofundado dos conceitos da parte teórica do curso, e às vezes ele tem uma dificuldade em vivenciar situações onde ele vai fazer uma aplicação, então eu acho que isso aqui é uma excelente opção [...]”*, assim como o entrevistado 15 destaca que a parte prática *“[...] faz com que o processo de fixação do conhecimento seja muito maior do que você só discutir na sala de aula”*.

O entrevistado 5 reforça a ideia de utilização em diversas demandas, não somente do curso, mas também, preocupando-se com a missão da universidade pública de disseminar o conhecimento: *“[...] pra gente, aqui, seria uma tremenda, um monte de demanda de iniciação científica, demandas de tcc, demandas de pesquisas e desenvolvimento para poder auxiliar, [...], mas eu vejo um potencial muito legal também na área de extensão, na hora de você abrir também pra população [...] e estar também disponível para população, não o consumo em si, mas mostrar que a universidade se preocupa e tem um lugar e faz visitação, escolas por exemplo, isso é legal pra parte de extensão”*.

O entrevistado 3 abordou a questão multidisciplinar: *“[...] a ideia multidisciplinar é muito importante, [...] os professores têm formação distinta e isso é uma obrigatoriedade recente nos currículos, então você trazer conhecimento de outras áreas enriqueceria a formação dos alunos [...]”*. Assim como o entrevistado 4 também destaca: *“[...] pra mim, toda tentativa de gerar mais conhecimento é válida, multidisciplinar, mais válida ainda [...]”*. O entrevistado 6 considera *“interessante”* pela questão cíclica do processo onde nada é desperdiçado.

Ao serem questionados sobre a relevância do projeto, todos os entrevistados responderam *“sim”*, que o laboratório seria interessante para agregar mais conhecimento ao colocar em prática a teoria aprendida em sala de aula.

estratégias para inserir a temática integrando-a nas diversas atividades acadêmicas e nas disciplinas.

Face ao exposto no relatório, este estudo teve o objetivo de propor um modelo de Laboratório Multidisciplinar de Educação Ambiental com Aquaponia para a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul para promoção da Educação Ambiental, tendo como instrumento de avaliação da proposta a opinião de coordenadores de curso do campus de Campo Grande, sendo entrevistados um coordenador por unidade setorial, totalizando 16 entrevistas.

Para se construir o arcabouço teórico da pesquisa, foi realizado um levantamento bibliográfico onde foram encontrados artigos científicos na base de periódicos da Capes acerca de aquaponia, e documentos técnicos publicados por entidades nacionais como a Embrapa, assim como entidades internacionais como a FAO explicando detalhadamente a construção e funcionamento de sistemas aquapônicos.

Por se tratar de um estudo exploratório, não foi encontrado material relacionando a aquaponia à educação ambiental, porém, alguns a relacionam com questão sustentabilidade socioambiental. Percebe-se assim a necessidade de novos estudos para o aprimoramento da potencialidade dela com a promoção da EA.

No decorrer da pesquisa foi possível identificar uma carência de políticas públicas mais objetivas na questão da promoção da EA, por exemplo, na qualificação dos docentes para inseri-la de modo transversal em seus cursos, tendo em vista que alguns entrevistados apontaram a rigidez de suas disciplinas como uma barreira para essa inserção, ou que a sua formação não contemplava essa obrigatoriedade na origem.

O modelo estudado foi desenvolvido por pesquisadores da Embrapa e, com as entrevistas, percebe-se que ainda pode ser melhorado para fins educacionais, como apontado por alguns entrevistados como utilização de iluminação artificial e arranjo entre as partes constituintes do sistema para melhor disposição dos alunos em aula.

Todos os entrevistados consideraram a proposta “muito interessante” e alguns disseram que poderiam utilizá-lo de diversas formas, em demandas de TCC, projetos de pesquisa e extensão, dessa forma, colocando em prática os conhecimentos teóricos aprendidos em sala de aula, podendo assim, considerá-lo relevante para a instituição.

Com a finalização deste estudo, espera-se que este modelo de Laboratório Multidisciplinar de Educação Ambiental com Aquaponia seja um instrumento relevante para a promoção da Educação ambiental na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, assim como, contribuir para a construção de novas ideias para a melhoria da transversalidade nas disciplinas com a EA.

5. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada** / Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2017.

_____. **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil: 2012**/Agência Nacional de Águas - Brasília: ANA, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Programa de Análise de Resíduo de Agrotóxico em Alimentos (PARA)**, dados da coleta e análise de alimentos de 2013 - 2015. 2015.

ANDERSON, D. R. **Estatística aplicada à administração e economia**. 3 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BECKER, M.; MARTINS, T. S.; CAMPOS, F.; MITCHELL, J. A Pegada Ecológica de Campo Grande e a família de pegadas. In: **A pegada ecológica de Campo Grande e a família de pegadas**.WWF-Brasil. Brasília, 2012.

BORDALO, C. A. L. A “crise” mundial da água vista numa perspectiva da geografia política. **GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)**, n. 31, p. 66-78, 2012.

BORGUINI, R. G; SILVA TORRES, E. A. F. Alimentos orgânicos: qualidade nutritiva e segurança do alimento. **Segurança alimentar e Nutricional**, v. 13, n. 2, p. 64-75, 2006.

BRASIL. **Constituição Federal** (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

_____. Lei n. 6938, de 31 de agosto de 1981. **Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA)**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm. Acesso em: 04 ago. 2018

_____. Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999. **Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA)**. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 29 nov. 2017

_____. Ministério da Educação. Resolução CNE/CP nº 2, de 2012. **Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental**. Diário Oficial da União, Brasília, 18 de junho de 2012 – Seção 1, p. 70.

CARNEIRO, F. F.; PIGNATI, W; RIGOTTO, R M; AUGUSTO, L. G. S.; RIZOLLO, A; MULLER, N M; ALEXANDRE, V P. FRIEDRICH, K; MELLO, M S C. Dossiê ABRASCO – Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. **Parte 1 - Agrotóxicos, segurança alimentar e saúde**. Rio de Janeiro: ABRASCO, 2012.

CARNEIRO, P. C. F.; MARIA, A. N.; NUNES, M. U. C.; FUJIMOTO, R. Y. Aquaponia: produção sustentável de peixes e vegetais. In: Tavares- Dias, M. & Mariano, W.S. (Org.). **Aquicultura no Brasil: novas perspectivas**. São Carlos, Editora Pedro & João, 2015

CARNEIRO, P. C. F.; MORAIS, C. A. R. S.; NUNES, M. U. C.; MARIA, A. N.; FUJIMOTO, R. Y. **Montagem e operação de um sistema familiar de aquaponia para produção de peixes e hortaliças**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015.

_____. **Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015a.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de Pesquisa em Administração-12ª Edição**. McGraw Hill Brasil, 2016.

CRESPO, S. B. S.; MATOS, K. M.; ABREU, G. V. **Agenda Ambiental na Administração Pública**. 2009.

CRUZ, J. B. **Laboratórios**. Universidade de Brasília, Brasília – DF. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=607-laboratorio&Itemid=30192 Acesso em: 30 jan. 2019.

CZAPSKI, S. **Os diferentes matizes da Educação Ambiental no Brasil: 1997-2007**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental, Departamento de Educação Ambiental, 2009.

DUARTE, A. J.; MALHEIRO, B.; RIBEIRO, C.; SILVA, M. I. F.; FERREIRA, P.; GUEDES, P. Developing an aquaponics system to learn sustainability and social compromise skills. **Journal of Technology and Science Education (JOTSE)**, v. 5, n. 4, p. 235-253, 2015.

DUTRA, R. M. S.; SOUZA, M. M. O. IMPACTOS NEGATIVOS DO USO DE AGROTÓXICOS À SAÚDE HUMANA. **Hygeia**, v. 13, n. 24, p. 127-140, 2017.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture, 2018**. Food & Agriculture Org., 2018.

HECKSHER, A; EBECKEN, N. F. F. Estudo comparativo de mineração de opiniões em rede varejista. **Sistemas & Gestão**, v. 11, n. 4, p. 423-430, 2017.

INOUE, L. A. K. A.; SILVA, T. S. de C.; LIMA FILHO, O. F. Aquaponia. In: PEZARICO, C. R.; RETORE, M. (Org.) **Tecnologias para a agricultura familiar**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2018.

JESUS, D. L. N.; SILVA, R. A. B. A inclusão da Educação Ambiental nos conteúdos curriculares do ensino superior sul-mato-grossense: cenários e perspectivas. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 11, n. 2, p. 164-177, 2016.

JUNGE, R.; WILHELM, S.; HOFSTETTER, U. Aquaponic in classrooms as a tool to promote system thinking. In: **3rd Conference with International Participation-Conference VIVUS, Conference on Agriculture, Environmentalism, Horticulture, Floristics, Food Production and Processing**. Strahinj, Naklo, Slovenia, 14–15 November 2014. Biotehniški center Naklo, 2014. p. 234-244.

JUNGE, R. K. B.; VILLARROEL, M.; KOMIVES, T.; JIJAKLI, M. H. **Strategic points in aquaponics**. *Water*, 9. 2017.

KONIG, B.; JUNGE, R.; BITTSANSZKY, A.; VILLARROEL, M.; KOMIVES, T. On the sustainability of aquaponics. **Ecocycles**, v. 2, n. 1, p. 26-32, 2016.

LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Revista Katálisis**, v. 10, 2007.

MATT, D.; REMBIALKOWSKA, E.; LUIK, A.; PEETSMANN, E.; PEHME, S. Quality of organic vs. conventional food and effects on health. **Estonian University of Life Sciences**, 2011.

MENDONÇA, P. R.; BARBIERI, J. C.; WINTHER, J. R. C. **Educação Ambiental Legal**. Brasília: MEC/SEF/Coordenação-Geral de Educação Ambiental, 2002.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Brasília: Cortez, UNESCO, 2005.

MUNARETTO, L. F.; BUSANELLO, S. Um estudo sobre inserção da educação ambiental nos projetos pedagógicos dos cursos do Centro de Educação Superior Norte do RS/UFSM. **Revista de Administração da UFSM**, v. 7, 2014.

OLIVEIRA, E. G.; SANTOS, F. J. de S. Piscicultura e os desafios de produzir em regiões com escassez de água. In: **Embrapa Meio-Norte-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. Ciência Animal, v. 25, n. 1, p. 133-154, 2015. Ed. esp., 2015.

OLIVEIRA, R. C. O panorama da aquicultura no Brasil: a prática com foco na sustentabilidade. **Revista INTERTOX de toxicologia, risco ambiental e sociedade**, v. 2, n. 1, 2009.

ÓRGÃO GESTOR DA POLÍTICA NACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL. **Mapeamento da educação ambiental em instituições brasileiras de educação superior: elementos para políticas públicas**. Brasília: MMA/ME; 2007. (Série Documentos Técnicos; 12).

PALM, H. W.; KNAUS, U.; APPELBAUM, S.; GODDEK, S.; STRAUCH, S. M.; VERMEULEN, T.; JIJAKLI, M. H.; KOTZEN, B. Towards commercial aquaponics: A review of systems, designs, scales and nomenclature. **Aquaculture International**, v. 26, n. 3, p. 813-842, 2018.

RAKOCY, J. E.; MASSER, M. P.; LOSORDO, T. M. Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics—integrating fish and plant culture. **SRAC publication**, v. 454, p. 1-16, 2006.

REDE AGUAPÉ. **Rede Pantanal de Educação Ambiental**. Disponível em: <http://www.redeaguape.org.br/>. Acesso em 30 dez. 2018.

ROESCH, S. M. A. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração**. 3. São Paulo. Atlas 2013

ROSA, I. F.; PESSOA, V. M.; RIGOTTO, R. M. Introdução: agrotóxicos, saúde humana e os caminhos do estudo epidemiológico. Parte 2 - A modernização agrícola produz desenvolvimento, trabalho e saúde? in **Agrotóxicos, Trabalho e Saúde: vulnerabilidade e resistência no contexto da modernização agrícola no Baixo Jaguaribe/CE**. Organização: Raquel Rigotto. Co-edição com a Expressão Popular. Fortaleza: Edições UFC, 201, p. 217-256.

SANTOS, G. C. Abordagens integrativas das Ciências na Universidade. **PRISMA.COM**, n. 30, p. 3-20, 2016.

SILVA, A. H.; FOSSÁ, M. I. T. Análise de Conteúdo: Exemplo de Aplicação das Técnicas para Análise de Dados Qualitativos. **Qualitas Revista Eletrônica**. v. 17, n. 1. 2015. Disponível em:

<http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/view/2113/1403>. Acesso em: 03 fev. 2019.

SILVA, F. L. Reflexões sobre o conceito e a função da universidade pública. **Estudos avançados**, v. 15, n. 42, p. 295-304, 2001.

SOMERVILLE, C.; COHEN, M.; PANTANELLA, E.; STANKUS, A.; LOVATELLI, A. **Small-scale aquaponic food production**. Integrated fish and plant farming. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 589. Roma, FAO. 2014. 262 p.

SUÁREZ-MAHECHA, H.; FRANCISCO, A.; BEIRÃO, L. H.; BLOCK, J. M.; SACCOL, A.; PARDO-CARRASCO, S. Importância de ácidos graxos poliinsaturados presentes em peixes de cultivo e de ambiente natural para a nutrição humana. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 101-110, 2002.

UFMS. **Histórico**. Disponível em: <https://www.ufms.br/universidade/historico>. Acesso em: 12 set. 2018.

_____. **Plano de Desenvolvimento Institucional 2015-2019**, 2015. Disponível em: <<http://novopdi.ufms.br/manager/titan.php?target=openFile&fileId=582>> Acesso em: 24 jul. 2017.

_____. **Relatório Final de Grupo de Trabalho - Educação Ambiental**. 2016 Disponível em: <http://preg.sites.ufms.br/files/2016/10/Relat%C3%B3rio-GT-Educa%C3%A7%C3%A3o-Ambiental.pdf>. Acesso em: 14 set. 2018.

VAN WOENSEL, L.; ARCHER, G.; PANADES-ESTRUCH, L.; VRSCAJ, D. Ten technologies which could change our lives: Potential impacts and policy implications. **depth analysis**, 2015.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração** 16. ed. – São Paulo: Atlas, 2016.

WINTHER, J. C. Parecer técnico-jurídico sobre a PNEA—Política Nacional de Educação Ambiental—Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999. **Educação ambiental legal**. Brasília. 2002.

YIN, R. K. **Estudo de Caso**: Planejamento e Métodos. Bookman editora, 2015.

_____. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Penso Editora, 2016.

APÊNDICE A - TABELA DE CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

Tabela de Custo de Implantação do Modelo de Laboratório Multidisciplinar				
Descrição	Unid.	Qtd	Preço Unitário	Subtotal
Container IBC 1000 litros	Unid.	2	R\$400.00	R\$800.00
Tambor plástico 150 litros	Unid.	1	R\$90.00	R\$90.00
Balde 40 litros (mineralizador)	Unid.	1	R\$50.00	R\$50.00
Balde 20 litros	Unid.	2	R\$12.00	R\$24.00
Bomba submersa 2500 l/h	Unid.	1	R\$159.90	R\$159.90
Compressor eletromagnético 16w	Unid.	1	R\$248.00	R\$248.00
Medidor de pH portátil	Unid.	1	R\$54.80	R\$54.80
Mangueira de silicone para compressor/aquário	m	5	R\$4.00	R\$20.00
Tubo soldável PVC 20 mm	m	6	R\$2.20	R\$13.20
Tubo soldável PVC 25 mm	m	6	R\$2.33	R\$13.98
Tubo soldável PVC 32 mm	m	6	R\$8.30	R\$49.80
Tubo esgoto 100 mm	m	1	R\$9.98	R\$9.98
Tubo esgoto 75 mm	m	1	R\$9.97	R\$9.97
Flange em PVC soldável com anel 20 mm	unid.	7	R\$7.89	R\$55.23
Flange em PVC soldável com anel 25 mm	unid.	2	R\$8.19	R\$16.38
Flange em PVC soldável com anel 32 mm	unid.	6	R\$13.69	R\$82.14
Tê soldável PVC 20 mm	unid.	3	R\$0.79	R\$2.37
Tê soldável PVC 25 mm	unid.	1	R\$0.90	R\$0.90
Tê soldável PVC 32 mm	unid.	3	R\$2.79	R\$8.37
Joelho PVC 90° soldável 20 mm	unid.	7	R\$0.50	R\$3.50
Joelho PVC 90° soldável 25 mm	unid.	7	R\$0.65	R\$4.55
Joelho PVC 90° soldável 32 mm	unid.	6	R\$1.31	R\$7.86
Adaptador soldável curto com bolsa e rosca p/ registro 25 mm	unid.	2	R\$0.53	R\$1.06
Adaptador soldável curto com bolsa e rosca p/ registro 32 mm	unid.	5	R\$1.09	R\$5.45
Curva 90° PVC marrom 20 mm	unid.	4	R\$2.19	R\$8.76
Bucha de redução soldável curta 32 x 25 mm	unid.	4	R\$0.53	R\$2.12
Registro de Esfera em PVC soldável 20 mm	unid.	1	R\$25.99	R\$25.99
Registro de Esfera em PVC soldável 32 mm	unid.	2	R\$43.99	R\$87.98
Cap 75 mm	unid.	1	R\$8.99	R\$8.99
Mangueira trançada transparente de PVC 25 mm	m	5	R\$49.90	R\$249.50

Adesivo plástico para tubos e conexões de PVC rígido 75g	unid.	2	R\$5.09	R\$10.18
Caixa plástica para preparo de massa (bandeja-maternidade)	unid.	2	R\$15.90	R\$31.80
Brita para construção	m ³	0.1	R\$64.70	R\$6.47
Areia lavada	m ³	0.3	R\$485.90	R\$145.77
Presilhas plásticas 15 cm (pacote com 20 unidades)	unid.	1	R\$10.00	R\$10.00
Placas de isopor 3 cm espessura 1,0 x 1,2 m	unid.	20	R\$33.00	R\$660.00
Abraçadeira de metal 32 mm	unid.	3	R\$6.39	R\$19.17
Tijolo de cimento 19 x 19 x 49 cm	unid.	42	R\$4.29	R\$180.18
Extensão elétrica 3 tomadas 5 m	unid.	1	R\$19.09	R\$19.09
Ripa em massaranduba 5 x 3 cm	unid.	5	R\$5.89	R\$29.45
Tela sombrite 70%	m ²	5	R\$23.00	R\$115.00
Parafusos 7/16" x 2" com porcas e arruelas	unid.	30	R\$0.30	R\$9.00
Tinta esmalte sintética preto fosco	kg	1	R\$32.90	R\$32.90
Tinta esmalte sintética alumínio	kg	1	R\$28.90	R\$28.90
Diluyente removedor	L	2	R\$54.90	R\$109.80
Pincel 2" 1/2	unid.	2	R\$6.99	R\$13.98
Lixa ferro	unid.	3	R\$1.99	R\$5.97
			TOTAL	R\$3,542.44

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO DE LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos Vossa Senhoria a participar da pesquisa intitulada **AQUAPONIA: PROPOSTA DE UM LABORATÓRIO MULTIDISCIPLINAR PARA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO SUPERIOR** sob a responsabilidade do pesquisador Gilberto Haranaka.

Esta pesquisa objetiva elaborar um modelo de Laboratório Multidisciplinar utilizado a aquaponia como base dos estudos. Caso Vossa Senhoria aceite em participar da pesquisa, será realizada uma entrevista semiestruturada, com uma previsão de tempo gasto em responder por volta de quinze minutos, que buscará conhecer o atual cenário da educação ambiental nos cursos de graduação e sugestões para o modelo apresentado durante a entrevista.

A participação é voluntária, e fica garantida a recusa em responder alguma questão, caso se sinta constrangido, sem prejuízo em sua participação; fica garantida a sigilosidade dos dados fornecidos que ficará sob a guarda do pesquisador durante 5 anos, e após este período será descartado de forma adequada. Informamos que ao aceitar participar da pesquisa, vossa senhoria não obterá ganhos financeiros e nem dispêndios de recursos. Leia com atenção o que se segue e contate-me caso tenha alguma dúvida. A entrevista será realizada presencialmente pelo pesquisador Gilberto Haranaka.

Os resultados obtidos serão comunicados a Vossa Senhoria e à Instituição a qual pertence via e-mail. Vossa contribuição nessa pesquisa será muito importante, no entanto, é de caráter voluntário e poderá deixar de participar a qualquer tempo caso sinta algum tipo de constrangimento em responder às perguntas.

O “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” será entregue ao entrevistado presencialmente, para ser preenchido, assinado e devolvido ao pesquisador, cada uma das partes (participante e pesquisador) ficará com uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE.

Campo Grande, de.....de 2018.

Eu, _____ aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido(a).

Assinatura do participante: _____

Assinatura do pesquisador: _____

APÊNDICE C - ROTEIRO DAS ENTREVISTAS

Roteiro das entrevistas semiestruturadas aos coordenadores de curso da UFMS

Objetivo geral:

Propor um modelo de Laboratório Multidisciplinar com sistema de aquaponia para utilização como instrumento de educação ambiental

Objetivos específicos:

Analisar, sob a perspectiva dos coordenadores de curso, a educação ambiental a partir do Laboratório Multidisciplinar com sistema de aquaponia proposto;

1. Qual a sua avaliação em relação a promoção da educação ambiental no curso sob sua coordenação?
2. Quais empecilhos você pode apontar na integração de seu curso com a educação ambiental?
3. Apresentado o modelo de Laboratório Multidisciplinar de Educação Ambiental com Aquaponia, gostaria de saber, quais as suas impressões sobre o modelo?
4. Você alteraria alguma coisa neste modelo?
5. Você considera este laboratório multidisciplinar relevante para integrar a educação ambiental de forma transversal no seu curso?