Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Artes e Comunicação
Programa de Pós Graduação em Design
Mestrado em Design

Proposição de diretrizes de design para o desenvolvimento de um Sistema Produto-Serviço de aquaponia com foco na melhoria da segurança alimentar de comunidades de baixa renda no contexto brasileiro.

Hermano Venâncio Ramos Junior

Recife
Maio 2024

Hermano Venâncio Ramos Junior

Orientador: Leonardo Augusto Gómez Castillo

Proposição de diretrizes de design para o desenvolvimento de um Sistema Produto-Serviço de aquaponia com foco na melhoria da segurança alimentar de comunidades de baixa renda no contexto brasileiro.

Dissertação apresentada como requisito à conclusão do **Mestrado em Design** no Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal de Pernambuco.

Recife
Maio 2024

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Ramos Junior, Hermano Venäncio.
Proposição de diretrizes de design para o desenvolvimento de um Sistema Produto-Serviço de aquaponia com foco na melhoria da segurança alimentar de comunidades de baixa renda no contexto brasileiro / Hermano Venäncio Ramos Junior. - Recife, 2024.
191f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação, Programa de Pós Graduação em Design, 2024.
Orientação: Leonardo Augusto Gómez Castillo.
Inclui referências e apêndice.

1. Design; 2. Sistema Produto-Serviço; 3. Inovação Social; 4. Aquaponia. I. Castillo, Leonardo Augusto Gómez. II. Título.

UFPE-Biblioteca Central

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS..... 5
APRESENTAÇÃO..... 6
LISTA DE FIGURAS..... 7
LISTA DE TABELAS..... 9
RESUMO..... 10
1. INTRODUÇÃO..... 11
1.1. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA..... 12
1.2. PROBLEMÁTICA..... 13
1.3. OBJETO DE ESTUDO..... 21
1.3.1. Recortes da pesquisa..... 21
1.3.2. Contexto de entorno..... 22
1.4. OBJETIVOS..... 23
1.4.1. Objetivo Geral..... 23
1.4.2. Objetivos Específicos..... 23
1.5. TRÍADE TEÓRICA..... 23
1.6. METODOLOGIA DA PESQUISA..... 25
1.6.1 Quadro Referencial Teórico..... 25
1.6.2 Estratégias Metodológicas..... 26
1.6.3. Estudo de Caso..... 28
2. FUNDAMENTAÇÃO DA PESQUISA..... 29
2.1. Do design de produto ao sistema produto-serviço (PSS)..... 29
2.1.1. Empreendimento Social..... 40
2.2 Segurança alimentar e nutricional..... 42
2.3. Tecnologias para agricultura urbana..... 48
2.3.1 Experiências relacionadas à agricultura urbana..... 49
2.3.2 Cultivo hidropônico..... 56
2.3.3. Cultivo Aquapônico..... 58
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA..... 68
3.1 Sistemas aquapônicos no cenário internacional..... 71
4. METODOLOGIA DO ESTUDO DE CASO..... 89
5. PESQUISA DE CAMPO..... 91
5.1. O estudo de caso e a análise de conteúdo..... 91
5.2. Visita ao Serta Ibimirim..... 95
5.2. Visita ao Serta Glória do Goitá..... 100
5.3. Visita ao Serta Recife-PE..... 102
5.4. Conclusões da Pesquisa de Campo..... 105

5.4.1. A Peads e o Design Participativo..... 105
5.4.2. Produtos beneficiados..... 106
5.4.3. Manutenção..... 106
5.4.4. Aquisição de insumos..... 107
5.4.5. Acesso a recursos..... 107
5.4.6. Segurança Alimentar..... 108
6. DISCUSSÕES.....109
6.1 Proposta..... 113
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 123
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 125
APÊNDICE I..... 135
9. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA PESQUISA CIENTÍFICA.....135
9.1. Elaboração do projeto de pesquisa de campo para o Comitê de Ética..... 135
9.2. Transcrição das entrevistas de campo.....150
9.3. Codificação..... 152
9.3.1. ChatPDF..... 152
9.3.2. ChatGPT.....164
9.3.3. Definição de ferramenta para codificação.....180
9.3.4 Atlas.ti - codificação automática com IA.....181
9.3.5. Codificação Pessoal - amostra..... 183
9.3.6. Livro de códigos.....185
9.3.7 Atlas.ti - códigos sugeridos..... 188

AGRADECIMENTOS

Foram muitas contribuições diretas e indiretas para que este trabalho se tornasse possível. É necessário agradecer, sempre que possível, a essas contribuições. Com certeza há muitas outras contribuições implícitas em conversas e reflexões conjuntas que não serão relatadas aqui, mas espero conseguir citar as mais direcionadas ao desenvolvimento do trabalho.

Agradeço primeiramente à minha família por sempre me apoiar diante de desafios, e por compreender a necessidade da minha ausência em diversos momentos durante o período de dedicação à pesquisa.

Agradeço ao meu orientador, Leonardo Castillo, pela parceria e debates ricos e construtivos sobre as temáticas envolvidas, tendo contribuído bastante para a construção deste trabalho e me ajudando a estruturar ideias e direcionar esforços.

Agradeço aos professores André Neves e Virgínia Cavalcanti, assim como aos pesquisadores Francis Lacerda e João Paulo Viana, pelas contribuições no período inicial da pesquisa, cujas contribuições me fizeram refletir sobre o seu direcionamento e sobre a relevância atual das temáticas abordadas.

Agradeço aos colaboradores do Serta (Serviço de Tecnologias Alternativas), especialmente a Alexsandra Silva, Aline Correia, Cícero Santos, Fabiana Gomes, Gilberto Nunes, Guimarães da Silva, João Paulo de Sousa, Sebastião Santos e Taciana Vieira, assim como às pessoas de Ivane da Silva, Moisés da Silva e Paulo Moreira pela disponibilidade, articulação e pelas contribuições diretas e indiretas, que me permitiram compilar experiências e dados na pesquisa de campo, que foi uma etapa fundamental para o meu entendimento da sustentabilidade e resiliência dos sistemas aquapônicos.

Finalmente, agradeço a todos que se dedicam a difundir o conhecimento da agroecologia como uma ferramenta de resiliência ambiental, com a finalidade de transformar realidades.

APRESENTAÇÃO

Este trabalho nasceu a partir de uma ideia comercial, pensando um sistema modular para o cultivo otimizado de alimentos dentro de centros urbanos, aproveitando tecnologias avançadas de automação de cultivos hidropônicos e aquapônicos. Inicialmente, o objetivo era criar um produto inovador e prático, que pudesse ser facilmente implementado em diversos ambientes urbanos para oferecer um cultivo eficiente e sustentável. No entanto, a partir de diversas reflexões sobre sua aplicação em comunidades urbanas vulnerabilizadas e sobre a possibilidade de um grande impacto na sociedade, tornou-se claro que o foco precisava se ampliar para uma abordagem social, levando em consideração as questões de insegurança alimentar que assolam o Brasil.

A reflexão sobre a falta de acesso regular a alimentos frescos e nutritivos em grandes áreas urbanas, agravada pela pandemia da Covid-19, destacou a importância de um projeto que promovesse segurança alimentar e equidade social. Nesse contexto, o design surge como uma ferramenta poderosa para desenvolver soluções inovadoras e inclusivas de forma participativa. A dissertação, portanto, explora o papel do design no desenvolvimento de projetos agrícolas urbanos que combinem autonomia, segurança alimentar e inovação social, propondo um sistema agroalimentar distribuído que pode ser implementado a partir de cultivos de pequeno e médio portes operados por pessoas não especialistas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Evolução da fome no Brasil: porcentagem da população afetada pela insegurança alimentar grave entre 2004 e 2020 - macrorregiões..... 14

Figura 2: Os caminhos pelos quais a urbanização afeta os sistemas agroalimentares e o acesso a dietas saudáveis a preços acessíveis..... 17

Figura 3: Produção da Pink Farms em fazenda urbana na cidade de São Paulo..... 20

Figura 4: Tríade teórica da pesquisa..... 24

Figura 5: Quadro referencial teórico..... 26

Figura 6: Método de Design de Leonard Bruce Archer em três fases, contendo seis estágios... 30

Figura 7: O duplo diamante, popularizado pelo Design Council..... 32

Figura 8: Elementos gerais do Design Sistêmico..... 33

Figura 9: Dimensões da sustentabilidade: ambiental, social e econômica..... 35

Figura 10: Principais categorias e subcategorias do PSS..... 39

Figura 11: Objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS)..... 44

Figura 12: Processo de insegurança alimentar e fome no nível individual e coletivo..... 45

Figura 13: Desafios e oportunidades para sistemas agroalimentares decorrentes da urbanização, mapeados nas políticas em todo o contínuo rural-urbano..... 47

Figura 14: Cultivo hidropônico urbano em Singapura..... 50

Figura 15: Cultivo hidropônico urbano em Belo Horizonte-MG..... 52

Figura 16: Hub de agricultura urbana em Londres, Inglaterra..... 55

Figura 17: Ilustrações de sistemas hidropônicos. Em sentido antihorário: DFT com painéis flutuantes; NFT, com fluxo laminar em calhas; aeropônico, com a solução sendo aspergida nas raízes..... 58

Figura 18: Esquema de um sistema de aquaponia..... 60

Figura 19: Cultivo vertical de vegetais na Asociación Huerto Lazo..... 61

Figura 20: Aquaponia em Aracruz-ES. Tanque dos peixes, customizado com utilização de lona, à esquerda; Cultivo de alfaces com NFT em calhas de PVC, à direita..... 61

Figura 21: Ilustração de sistemas de aquapônicos. (A) Sistema com cultivo em camas de substrato, há um reservatório ao centro; (B) Sistema com cultivo NFT em calhas de PVC, os recipientes azuis são filtros; (C) Sistema com cultivo flutuante DFT..... 62

Figura 22: Sistema modular de aquaponia em nível familiar que conta com um tanque de criação de peixes de 600L (A), filtro de sólidos decantáveis de 200L (B), filtro de sólidos em suspensão de 20L (C) e três ambientes distintos de cultivo com 1m² cada: (D) ambiente de britas com tomateiros; (E) flutuante com plantas de alface apoiadas em placas de isopor; (F) areia com cenoura e cebola. Observar que foi feita uma derivação de parte da água de saída do ambiente com areia (F) para um segundo ambiente de areia onde é feita a produção de mudas de alface (G). Na sequência, toda água retorna à caixa dos peixes (A)..... 63

Figura 23: Sistema Agrovoltaico Ecolume..... 64

Figura 24: Fatores críticos de sucesso para a aquaponia de baixo custo..... 66

Figura 25: Exemplos de nuvens de palavras. (1) Nuvens de palavras do resumo (esquerda) e

da íntegra de um artigo científico que faz um panorama da aquaponia na África. (2) Nuvens de palavras do resumo (esquerda) e da íntegra de um artigo científico que fala sobre a introdução da aquaponia no quintal de várias famílias de uma comunidade no Havaí, EUA. 70

Figura 26: Importação per capita de alimentos em dólar, no ano de 2019.....78

Figura 27: Print de um modelo 3D para construção de aquaponia de escala comercial na Arábia Saudita..... 80

Figura 28: Estufa de fibra de vidro translúcida para aquaponia comercial na Arábia Saudita, coberta com tela que bloqueia 70% da luz solar..... 81

Figura 29: IFCAS em Bangladesh..... 82

Figura 30: Sistema aquapônico de quintal..... 86

Figura 31: Temas das entrevistas sobre aquaponia em Waimanalo..... 88

Figura 32: Gráfico com a ocorrência das categorias/eixos temáticos nas transcrições.....92

Figura 33: Ocorrência dos códigos nas transcrições..... 95

Figura 34: Primeira aquaponia de Pernambuco - segundo Sebastião Santos, fundador do Serta - instalada no Serta, no município de Ibimirim-PE..... 96

Figura 35: No sentido horário - 1.Sistema aquapônico de agricultora em Ibimirim-PE; 2.Detalhe do cultivo NFT em calhas de PVC; 3.Pesquisador, agricultora e técnicos do Serta Ibimirim; 4.Agricultora com tilápia pescada do tanque do sistema de aquaponia..... 97

Figura 36: Comparativo entre os anos de 2022 e 2023 do mesmo sistema aquapônico (da agricultora Ivane Silva), com diferentes densidades populacionais de peixes. 1 - Sistema de aquaponia de agricultora em Ibimirim em 2022, com cerca de 40 peixes no tanque; 2 - Mesmo sistema com a redução da densidade populacional, com apenas 9 peixes no tanque.. 98

Figura 37: Acima: sistema aquapônico de agricultor em Orobó-PE, com cultivo NFT de alface, cebolinha e hortelã. Abaixo: colheita de alface durante visita ao agricultor, à esquerda; agricultor e autor com alface recém colhido, à direita.....101

Figura 38: Sistema aquapônico de grande escala instalado no Serta Glória do Goitá. Em sentido horário: 1.Pesquisador e técnico do Serta na entrada do cultivo aquapônico; 2.Interior da aquaponia, com vários tanques de peixes; 3.Plantio de hortaliças variadas em substrato (brita); 4.Detalhe do sistema hidráulico da cama de cultivo em substrato..... 102

Figura 39: Placa do Projeto Vida Saudável nos Morros, instalada nas residências que possuem o quintal produtivo implantado, à esquerda; Cultivo em vasos suspensos fixados em uma estrutura de pallet, instalado no exterior de uma residência no Alto José do Pinho.... 103

Figura 40: Sistema aquapônico reduzido no Centro Dom João Costa, com fins educacionais.... 104

Figura 41: Aquaponia do agricultor urbano Gilberto Nunes, no Alto José do Pinho. Água caindo das calhas de cultivo NFT no tanque de peixes, à esquerda; cultivo NFT nas calhas de PVC, à direita..... 105

Figura 42: Value Proposition Design Canvas, definindo a proposta de valor de um empreendimento social com foco na melhoria da segurança alimentar através da produção distribuída de alimentos em áreas urbanas e periurbanas..... 120

Figura 43: Imagens geradas através de ferramentas de Inteligência Artificial para ilustrar a utilização da aquaponia dentro das categorias de um PSS agroalimentar.....122

Figura 44: Trecho de transcrição feita pela ferramenta Cockatoo..... 151
Figura 45: Trecho de transcrição feita pela ferramenta Transkriptor..... 152
Figura 46: Codificação automática do Atlas.ti através de IA..... 182
Figura 47: Gerenciador de códigos na plataforma Atlas.ti - códigos gerados através da IA integrada..... 182
Figura 48: Códigos sugeridos via IA para um trecho selecionado do texto..... 189
Figura 49: Códigos sugeridos via IA para um trecho selecionado do texto..... 190
Figura 50: Códigos sugeridos via IA para um trecho selecionado do texto..... 191
Figura 51: Códigos sugeridos via IA para um trecho selecionado do texto..... 192
Figura 52: Códigos sugeridos via IA para um trecho selecionado do texto..... 193

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estratégias Metodológicas..... 28
Tabela 2: Diferenças entre as características de Produtos e Serviços..... 39
Tabela 3: Forças e fraquezas dos tipos de cultivos em sistemas aquapônicos..... 60
Tabela 4: Resultados obtidos pelo Ecolume com o protótipo do Save na unidade do Serta em Ibimirim-PE..... 66
Tabela 5: Comparativo do custo de investimento (em euros) do sistema aquapônico SANFU, implementado na Nigéria, com materiais importados e locais..... 76
Tabela 6: Comparativo da produtividade de sistemas de aquaponia em países da África..... 78
Tabela 7: Análise FOFA (Forças, Oportunidade, Fraquezas e Ameaças) da aquaponia na Arábia Saudita..... 80
Tabela 8: Análise do custo benefício médio dos tratamentos 1, 2 e 3 (considerando a média das 3 gaiolas em cada tratamento), em experimento utilizando IFCAS em Bangladesh..... 85
Tabela 9: Orçamento disponibilizado pelo Serta, contendo uma lista de componentes para implementação de 5 aquaponias..... 100
Tabela 10: Lean Canvas com proposta para estruturação de um empreendimento social com foco na melhoria da segurança alimentar através da produção distribuída de alimentos em áreas urbanas e periurbanas..... 120
Tabela 11: Comparativo da quantidade de caracteres entre o 1º e o 2º prompt para geração de texto do projeto de pesquisa..... 143
Tabela 12: Comparativo da quantidade de caracteres entre o 1º, 2º e 3º prompts para geração de texto do projeto de pesquisa - trechos de comparação possíveis..... 145

RESUMO

Níveis elevados de insegurança alimentar são realidade para muitas comunidades, no Brasil essa realidade atinge cerca de 33 milhões de pessoas em diversos níveis de gravidade. O trabalho analisa a problemática da insegurança alimentar a partir de relatórios públicos de entidades como a ONU e a Rede PENSSAN e propõe um olhar para essa realidade através do design. A fundamentação teórica traz o debate sobre metodologias de design, segurança alimentar e tecnologias de cultivo otimizado, com o objetivo de propor diretrizes para a implementação de um Sistema Produto-Serviço (PSS) que mude a realidade agroalimentar urbana, especialmente em comunidades vulnerabilizadas. O método de pesquisa foi o estudo de múltiplos casos. Os procedimentos metodológicos utilizados foram revisão bibliográfica, pesquisa documental, *desk research*, entrevistas e visitas de campo, a fim de entender a realidade de implementação e manutenção de sistemas aquapônicos em ambiente rural e urbano, assim como sua sustentabilidade e resiliência. O resultado é um conjunto de diretrizes que buscam viabilizar a criação e dar resiliência a um Sistema Produto-Serviço baseado em aquaponia com foco na melhoria da segurança alimentar familiar. A proposição dessas diretrizes pode facilitar o direcionamento de ações para a criação de condições favoráveis de acesso a recursos, mobilização comunitária e legislações que fomentem a agricultura urbana.

Palavras-chave: Design, Sistema Produto-Serviço, Inovação Social, Aquaponia

1. INTRODUÇÃO

Saindo do campo para as cidades, os alimentos percorrem milhares de quilômetros em jornadas de até 4 dias para abastecerem consumidores em supermercados e feiras. Mais da metade das hortaliças produzidas no Brasil vai parar no lixo. Isso acontece porque a maior parte das terras destinadas ao plantio de alimentos em larga escala está afastada dos centros urbanos. (ARBEX, 2020)

Enquanto desperdiçamos alimentos frescos, há um aumento constante da insegurança alimentar no Brasil. Uma pesquisa do IBGE, realizada entre 2017 e 2018, constatou que mais da metade dos domicílios do Norte e Nordeste do Brasil sofre com insegurança alimentar. A mesma pesquisa diz que 7,7 milhões de moradores de área urbana no Brasil chegaram a passar fome. (CAMPOS, 2020).

Com a pandemia da Covid-19 o problema da insegurança alimentar se agravou ainda mais. De acordo com a Rede PENSSAN (Rede Brasileira de Pesquisa em Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional), em 2022 a média brasileira de lares em situação de insegurança alimentar era de 58,7%. Nas regiões Norte e Nordeste esses números são expressivamente superiores, sendo 71,6% e 68% respectivamente (REDE PENSSAN, 2022).

Ao todo são 125,2 milhões de pessoas em situação de insegurança alimentar e mais de 33 milhões passando fome. Em áreas urbanas, o percentual de lares com algum grau de insegurança alimentar chega a 57,8% (REDE PENSSAN, 2022).

Em busca da redução no desperdício verifica-se a tendência, no mercado produtor de alimentos, de reduzir a distância entre o cultivo e o consumidor final nas cidades. Várias empresas estão se dedicando ao cultivo urbano e periurbano em larga escala utilizando a técnica da hidroponia, que consiste em plantar sem a utilização de solo, num ambiente controlado (CARRIJO & MAKISHIMA, 2000). Os nutrientes são dissolvidos na água que irriga as plantas continuamente. Com a utilização da técnica, é possível plantar sem agrotóxicos e economizar até 90% de água na produção (CARNEIRO, 2015). Há muitas empresas com negócios relacionados à agricultura urbana espalhadas pelo mundo, inclusive no Brasil, cada uma com sua particularidade na técnica de cultivo, na estrutura tecnológica utilizada e na diversidade dos seus produtos.

Esse mercado vem se expandindo continuamente e hoje é percebido como uma boa oportunidade a nível mundial. A estimativa para 2021 era de que fossem investidos cerca de U$68 milhões (o equivalente a R$385 milhões) em agricultura sustentável no Brasil, segundo Taís Carrança, valor que deve ser ampliado ano a ano. A previsão é chegarmos a US$1,4 bilhão (R$7,9 bilhões) ao ano em investimentos neste setor em 2026. (CARRANÇA, 2020)

Outra tecnologia que vem ganhando espaço no mercado é a aquaponia, que combina a hidroponia e a aquicultura com recirculação de água, criando um ecossistema equilibrado de criação de peixes e vegetais. Nesse ecossistema a água dos peixes passa por filtros, nutre as plantas e volta para o tanque. (OBIRIKORANG *et al.*, 2021)

Além da tendência de crescimento do mercado de agricultura otimizada, há um ambiente favorável ao desenvolvimento do chamado Empreendedorismo Social (em inglês: *social business*). De fato, há várias empresas hoje no Brasil que buscam causar um impacto positivo na sociedade, além dos lucros obtidos com o próprio negócio. Essas empresas buscam reduzir a vulnerabilidade social das pessoas, agindo de modo a unir a troca com a comunidade através do trabalho social e a possibilidade de obter lucros com seus produtos e serviços. O empreendedorismo social pode ajudar a integrar a produção de alimentos, a redução no desperdício, a redução da insegurança alimentar no país e a geração de lucros.

Neste sentido, este trabalho tem como propósito estudar a temática da agricultura urbana sob o olhar do Design. Pretende-se investigar a atuação de empresas e instituições em projetos e negócios com esta temática, além de fazer reflexões sobre como metodologias do design podem contribuir para pensar inovação social, autonomia e segurança alimentar, abastecimento urbano e produção de alimentos no contexto da cidade.

1.1. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Em pesquisa na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, foi verificada a escassez de estudos relacionados ao tema da agricultura urbana sob a ótica do Design. A visão do designer é de grande relevância quando se fala em resolução de problemas complexos, acredito que esta contribuição também seja muito positiva no contexto do planejamento e resolução de problemas relacionados ao ambiente urbano.

Em 2015 foi elaborado, numa reunião com os representantes dos 193 Estados-membros da ONU, o plano de ação “Agenda de Desenvolvimento Sustentável” (AGENDA 2030) onde constam 17 ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) que têm o objetivo de “erradicar a pobreza e promover vida digna para todos, dentro dos limites do planeta”. Na lista de ODS constam objetivos bem relevantes para a temática de agricultura sustentável como, por exemplo: “Objetivo 2: Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável; Objetivo 11: Tornar as cidades e comunidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis” (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, [2015?]).

Hoje é uma tendência de mercado investir em agricultura sustentável. Segundo a InvestSP [Agência Paulista de Promoção de Investimentos e Competitividade] (2019), a Pink Farms, empresa brasileira, recebeu, em 2019, R$2 milhões para construir sua fábrica de grande escala, onde produz alfaces, rúcula, manjericão dentre outras verduras, e pretende aumentar seu portfólio com produtos como morango e tomate (INVESTSP, 2019). Em 2020 a empresa BeGreen, também brasileira, captou R$15,5 milhões na sua primeira captação externa de recursos. Estima-se que até 2026 chegaremos à cifra de US$1,4 bilhão (R$7,9 bilhões) ao ano em investimentos neste setor (CARRANÇA, 2020). Nota-se que hoje vários editais públicos já financiam projetos com esta temática.

A integração do designer no planejamento de ações voltadas à agricultura urbana como empreendimento pode ser fundamental para torná-las efetivamente sustentáveis. A multidisciplinaridade do design também pode ser uma oportunidade para promover inovação social, trabalhando com o cenário de economia distribuída através de iniciativas de agricultura urbana. Assim, a presente investigação objetiva refletir sobre o conhecimento de design e o seu direcionamento a fim de promover cidades sustentáveis.

A relevância desta pesquisa para o contexto brasileiro atual fica mais evidente a cada ano.

1.2. PROBLEMÁTICA

Através de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), números que fazem da parte da “Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2017-2018: Análise da Segurança Alimentar no Brasil”, verifica-se um aumento significativo da insegurança alimentar no país, colocando em risco a vida e saúde de uma parcela da população brasileira, que se localiza tanto em áreas urbanas quanto rurais (CAMPOS, 2020).

> “A insegurança alimentar grave, em que as pessoas relataram chegar a passar fome, atingiu 4,6% dos domicílios brasileiros, o equivalente a 3,1 milhões de lares, em 2017-2018. Esse percentual significa que 10,3 milhões de pessoas residem em domicílios nessa situação, sendo 7,7 milhões moradores na área urbana e 2,6 milhões na rural.” (CAMPOS, 2020, on-line)

Ainda segundo o estudo do IBGE, a falta de segurança alimentar nos lares brasileiros é mais grave nas regiões Norte e Nordeste do país.

> “Menos da metade dos domicílios do Norte (43%) e Nordeste (49,7%) tinham segurança alimentar, isto é, acesso pleno e regular aos alimentos. Os percentuais eram melhores no Centro-Oeste (64,8%), Sudeste (68,8%) e Sul (79,3%). A prevalência de insegurança alimentar grave do Norte (10,2%) era cerca de cinco vezes maior que a do Sul (2,2%).” (CAMPOS, 2020, on-line)

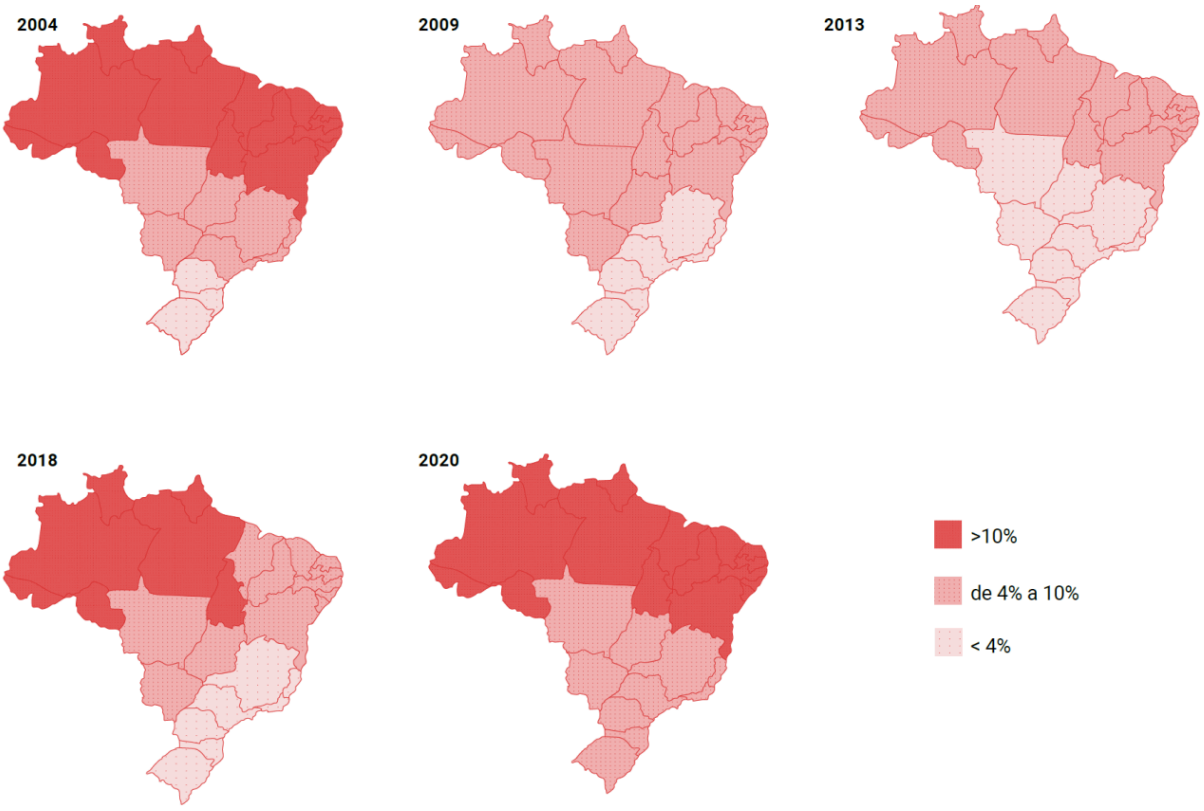


Figura 1: Evolução da fome no Brasil: porcentagem da população afetada pela insegurança alimentar grave entre 2004 e 2020 - macrorregiões.
Fonte: REDE PENSSAN, 2021.

Segundo o Diário de Pernambuco (2020), 52% da população do estado de Pernambuco vivia em lares com algum nível de insegurança alimentar entre 2017 e 2018. Constatou-se, ainda, um aumento de 156% no número de lares em situação de insegurança alimentar moderada ou grave, onde há restrições de alimentos ou mesmo passa-se fome, em relação à pesquisa realizada em 2013 (DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 2020).

Desde 2020, vários grupos de mídia já afirmaram que o Brasil estava no caminho de volta ao mapa da fome como, por exemplo, o portal Terra (BERALDO, 2020) e a revista Exame (EXAME, 2020). “Em 2022, o Brasil voltou ao Mapa da Fome, segundo a ONU” (BERLINK e OLIVEIRA, 2023, on-line). A segurança alimentar é mais presente na região Sul do país, onde 51,8% dos lares têm acesso pleno e regular aos alimentos, enquanto nas regiões Norte e Nordeste este percentual de segurança alimentar cai para 28,4% e 32% das residências, respectivamente (Rede PENSSAN, 2022). Apesar disso, ainda são desperdiçados muitos alimentos frescos por conta de avarias durante o transporte e armazenamento nos grandes centros urbanos, onde deveriam abastecer consumidores em supermercados e feiras livres (ARBEX, 2020). Algumas destas avarias poderiam ser evitadas se as distâncias percorridas fossem mais curtas.

> “Quase 60% de todas as hortaliças produzidas no Brasil vão parar no lixo, segundo a Embrapa. Acontece que, da roça até o consumidor, elas passam por uma jornada que pode levar até quatro dias, estragando dentro dos caminhões ou murchando nas gôndolas dos supermercados.” (ARBEX, 2020, on-line)

Natália Cunha (2018) analisa que a problemática da alimentação passa por toda a cadeia de abastecimento, da produção ao consumo. A concretização desta cadeia nos centros urbanos influencia diretamente a segurança alimentar e a qualidade de vida das pessoas.

> “Muitas vezes, a problemática da alimentação é associada exclusivamente e essencialmente ao espaço rural. Urbano e rural são frequentemente entendidos como opostos – pelo senso comum e, por vezes, também pela academia. Nesta polarização, o rural é tido como o lugar por excelência da produção alimentar. Contudo, o alimento percorre um caminho que tem diversas etapas e agentes, da produção ao consumo, no qual urbano e rural não possuem limites claros e estão em constante interação. Assim, a sobrevivência e a saúde das populações urbanas, principal demandante da produção alimentar, depende da cadeia de abastecimento e, ao mesmo tempo, influencia e determina sua estrutura, em uma relação dialética.
>
> Assumindo que parte desta cadeia está necessariamente assentada sobre o território urbano – seja na forma de supermercados, feiras, restaurantes, agricultura urbana, destinação de resíduos ou outras – abrem-se possibilidades para pensar de que maneira políticas territoriais urbanas poderiam atuar sobre ela. Mais importante, a concretização desta cadeia no território das cidades e do seu entorno interfere diretamente na segurança alimentar da população e no equilíbrio dos ecossistemas e, portanto, na qualidade de vida.” (CUNHA, 2018, p. 12-13)

Até 2050 70% da população deverá viver em cidades, hoje essa proporção é de 56%. A urbanização crescente traz como consequências transformações nos sistemas agroalimentares, antes baseados em conexões com mercados locais e empregos rurais e agora com grande conectividade entre áreas rurais, urbanas e peri-urbanas, criando uma cadeia longa e complexa conectada a um contínuo rural-urbano com oportunidades de trabalho mais diversas, incluindo processamento, marketing e comércio de alimentos, por exemplo. Também há alterações na demanda, na disponibilidade, na aquisição e na venda dos alimentos, o que afeta o acesso da população a dietas saudáveis e impacta sua segurança alimentar e nutricional. Preferências na dieta também são moldadas pelo marketing e outros fatores relacionados ao abastecimento. Além disso, o custo para manter uma alimentação saudável é maior do que o de uma alimentação pouco nutritiva e com altos teores de gordura, açúcares e/ou sal. (FAO, IFAD, UNICEF, WFP e WHO, 2023)

Essas transformações, juntamente com a tendência de urbanização, criam grandes concentrações de pessoas e acabam gerando, por um lado, cerca de 1,23 bilhões de empregos nos sistemas agroalimentares, por outro lado originam dois novos ambientes alimentares: desertos e pântanos. Desertos alimentares são áreas com difícil acesso a alimentos diversos, frescos e nutritivos. Pântanos alimentares são áreas com alta disponibilidade de alimentos processados, ricos em gorduras, açúcares e/ou sal. Frequentemente percebemos interseções entre esses ambientes em comunidades periféricas e pobres. (FAO, IFAD, UNICEF, WFP e WHO, 2023)

A distribuição de alimentos nas cidades exige uma logística complexa, de forma que a maneira mais fácil para aquisição destes alimentos pelos consumidores é nos mercados urbanos. Para se ter uma ideia, o volume desses mercados cresceu, nas últimas quatro décadas, entre 600% e 800% nas regiões leste e sul da África e mais de 1.000% no sudeste Asiático. Fatores relacionados ao abastecimento somados à grande demanda das cidades por alimentos prontamente disponíveis contribuem para a expansão das redes de supermercados e hipermercados. Estes, apesar de serem por vezes associados à disponibilidade de alimentos nutritivos também fornecem uma grande quantidade de alimentos densos em energia e altamente processados. (FAO, IFAD, UNICEF, WFP e WHO, 2023)

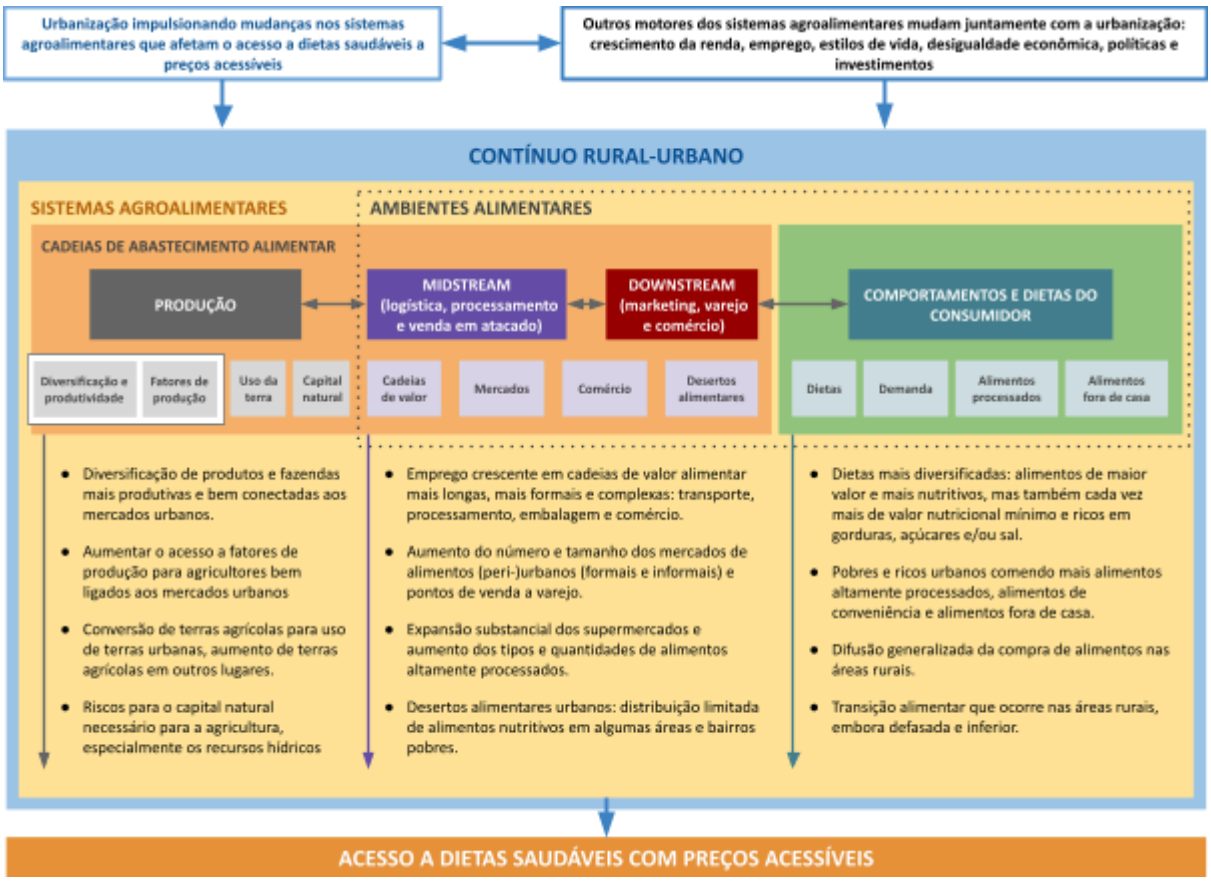


Figura 2: Os caminhos pelos quais a urbanização afeta os sistemas agroalimentares e o acesso a dietas saudáveis a preços acessíveis
Fonte: FAO, IFAD, UNICEF, WFP E WHO, 2023, traduzido e adaptado pelo autor.

Com a difusão de supermercados e hipermercados, há uma tendência de deterioração da dieta geral da população brasileira, evidenciada na POF 2017-2018 pela redução no consumo de fibras e vitaminas (como a vitamina A, por exemplo, crucial para a saúde ocular e função imunológica) e aumento no consumo de gorduras saturadas, gorduras trans, sódio e açúcares (IBGE, 2020). O consumo elevado de alimentos industrializados tem ocasionado o risco de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT), que já são responsáveis por 70% de todos os óbitos registrados no Brasil, cujos principais grupos (circulatórias, câncer, respiratórias crônicas e diabetes) e fatores de risco (tabagismo, álcool, inatividade física, alimentação não saudável e obesidade) levantam debates sobre o futuro da alimentação no mundo (ALIOTTE, 2021).

Um outro fator que impacta a saúde da população e a sustentabilidade ambiental da produção é a utilização de agrotóxicos. O Brasil é o maior consumidor mundial de agrotóxicos, utilizando cerca de 540 mil toneladas por ano. Apesar de 76% do consumo

desses produtos serem direcionados às grandes monoculturas de soja, milho e cana-de-açúcar (SERAFIM, 2023), uma parte do consumo de agrotóxicos também se dá em alimentos que ingerimos diariamente. Até mesmo após a colheita, alimentos frescos são pulverizados com agrotóxicos para evitar pragas durante o transporte para os grandes centros urbanos (INCA, 2022).

Esses dados trazem a preocupação com hábitos alimentares. Na América Latina e Caribe, por exemplo, houve uma mudança profunda na alimentação, com a inclusão cada vez maior de alimentos processados nas dietas. O fenômeno da má alimentação e maior frequência de compras de alimentos ocorre principalmente em áreas urbanas e peri-urbanas, mas está se espalhando para áreas rurais e terras indígenas. “Cada vez mais, os supermercados e hipermercados representam a maior força contribuindo para a transição da alimentação em qualquer país ou região”[1] (FAO, IFAD, UNICEF, WFP E WHO, 2023, p. 61).

> “Embora existam grandes variações entre regiões e países, as vendas de alimentos altamente processados são mais elevadas na Oceania e no Pacífico, na América do Norte, na Europa e na América Latina, mas também estão a crescer rapidamente na Ásia, no Oriente Médio e na África”[2]. (FAO, IFAD, UNICEF, WFP E WHO, 2023, p. 61, traduzido pelo autor)

Apesar disso, a busca por alimentos saudáveis vem crescendo nos últimos anos. Consumidores têm buscado não só um novo estilo de vida como se mostram preocupados com a sustentabilidade ambiental, econômica e social. O consumo de frutas, legumes e verduras é um fator essencial para a saúde humana, pois seus nutrientes possuem propriedades antioxidantes que combatem os radicais livres, responsáveis pelo estresse oxidativo das células e levam às DCNT. O baixo consumo desses alimentos é associado ao aumento da carga global de doenças. No Brasil, embora o país seja um dos maiores produtores de frutas no mundo, a média do consumo diário de frutas e hortaliças não ultrapassa um terço do que é recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), aproximadamente 400g. (ALIOTTE, 2021)

A disponibilidade de alimentos saudáveis nas cidades depende da cadeia de abastecimento urbano e a sustentabilidade dessa cadeia nos leva ao conceito de milhas alimentares

[1]“ Increasingly, supermarkets and hypermarkets represent the major force contributing to thediet transition in any country or region.” (FAO, IFAD, UNICEF, WFP E WHO, 2023, p. 61)

[2] “While there are wide variations between regions and countries, sales of highly processed foods are highest in Oceania and the Pacific, Northern America, Europe and Latin America, but are also growing rapidly in Asia, the Near East and Africa”. (FAO, IFAD, UNICEF, WFP E WHO, 2023, p. 61)

(*foodmiles*). O conceito foi desenvolvido a partir da preocupação com a sustentabilidade alimentar, abordando questões relacionadas ao uso de energia e à emissão de poluentes durante o transporte de alimentos. A ideia é que quanto mais o alimento viaja entre o local de produção e o local de consumo, mais negativo é o seu impacto ambiental. Com o transporte de alimentos pautado predominantemente no modal rodoviário, o tempo também se torna um fator importante. Devido à perecibilidade dos alimentos, as longas distâncias associadas aos impactos durante o transporte podem contribuir para um aumento dos índices de perdas e desperdícios, principalmente de frutas e vegetais frescos. Estudos indicam que as perdas e desperdícios representam um terço de todos os alimentos produzidos no mundo (aproximadamente 1,3 bilhões de toneladas), sendo que as raízes, grãos, frutas e vegetais representam entre 40 a 50% desse total. (ALIOTTE, 2021)

A mitigação dessas perdas e desperdícios tem uma grande capacidade de contribuir com a oferta de alimentos e, consequentemente, impactar a segurança alimentar das populações sem a necessidade de um aumento no nível de produção. Outro ponto importante é que a dependência de recursos naturais não renováveis cada vez mais expõe questões sobre a sustentabilidade destes sistemas alimentares. “Estudos sugerem que o sistema alimentar é responsável por até 29% do aquecimento global gerado pela economia do consumo nas nações industrializadas” (ALIOTTE, 2021, p. 20).

Uma solução possível para redução de *foodmiles*, promoção da resiliência alimentar e diminuição da pressão econômica sobre as comunidades mais pobres é cultivar uma grande parte dos alimentos nos próprios centros urbanos ou áreas circunvizinhas. Com o aumento populacional e urbanização, a agricultura urbana terá uma importante contribuição para a segurança alimentar. (ARMANDA *et al.*, 2019)

Com o avanço da tecnologia, a produção urbana de verduras, flores, frutas e hortaliças já é uma realidade em diversas cidades do mundo. É o caso, por exemplo, da Pink Farms, em São Paulo-SP, cuja produção é feita em ambiente fechado dentro do centro urbano e conta com alta tecnologia para automação do cultivo.

> “Em um galpão de 750 m² na capital paulista, fica a primeira e maior fazenda urbana vertical da América Latina, desenvolvida durante um ano e meio e inaugurada em setembro de 2019 pela Pink Farms. As grandes salas fechadas abrigam plantações de diversas verduras, como alface, rúcula, manjericão, espinafre e acelga.

A principal característica no processo de produção também dá o nome à empresa. Uma luz de LED cor de rosa assume o papel da iluminação solar. O sistema vertical de produção construído pela startup consiste em plantações alojadas em uma torre de oito andares.

Os alimentos crescem com as raízes na água e sem contato direto com o solo. Recebem ventilação e iluminação de forma controlada. “Isso permite que, por metro quadrado, o nosso cultivo seja 100 vezes mais produtivo que o do campo. Ou seja, uma área de 20m², por exemplo, equivale a 2 mil m² no campo”, explica Geraldo Maia, sócio-fundador da Pink Farms” (SANTOS, 2020, on-line)

Figura 3: Produção da Pink Farms em fazenda urbana na cidade de São Paulo.
Fonte: Pink Farms, disponível em: https://pinkfarms.com.br/.

Pensar nesta produtividade elevada nos leva a crer na viabilidade e sustentabilidade do cultivo em larga escala dentro da cidade ou na região metropolitana, simplificando a logística da cadeia de abastecimento do centro urbano, reduzindo o desperdício e aumentando a disponibilidade de alimentos saudáveis para a população, o que pode impactar diretamente sua segurança alimentar e nutricional.

“Diante disso, a Agricultura Urbana e Periurbana (AUP) tem sido considerada uma das possibilidades de amenizar alguns dos tantos problemas das cidades, especialmente os relacionados à alimentação, saúde, meio ambiente e geração de renda. Como grande parte dos produtos da AUP destina-se ao consumo próprio ou à comercialização em mercados locais, é possível visualizar a estreita relação entre agricultura urbana e a segurança alimentar e nutricional (SAN), beneficiando a população diretamente envolvida nas atividades ou próxima à sua dinâmica devido à produção e/ou aquisição de alimentos frescos”. (RIBEIRO, BÓGUS & WATANABE, 2015, p.731)

Em Recife-PE, o Serta (Serviço de Tecnologia Alternativa) iniciou o projeto Vida Saudável nos Morros durante a pandemia de Covid-19. O projeto implementou 600 quintais produtivos no bairro do Alto José do Pinho e na Vila Santa Luzia, bairro da Torre. Dentre esses quintais produtivos foram implementados pelo menos 3 sistemas aquapônicos. O projeto evidenciou a viabilidade de produzir alimentos dentro do centro urbano através de cultivos de pequeno e médio porte distribuídos pela comunidade. Também durante a pandemia, surgiu a horta comunitária Dandara no Nascedouro de Peixinhos (Olinda-PE), motivada pelo aumento do desemprego e da fome naquela comunidade. Rodrigues (2022) explica que havia naquele momento mais de 40 espécies sendo cultivadas nesta horta comunitária, que era mantida por mulheres da comunidade, e que abastecia cerca de 30 famílias.

Diante deste contexto de insegurança alimentar e emergência climática, esta pesquisa busca entender como os designers podem contribuir para uma transformação social que seja capaz de melhorar a segurança alimentar de forma resiliente e sustentável. Como podemos engajar as pessoas no desenvolvimento de um projeto comunitário? É possível projetar e montar um sistema de aquaponia com pessoas não especialistas? É possível desenvolver um Sistema Produto-Serviço (*Product Service System* - PSS) que viabilize a melhoria da segurança alimentar em uma comunidade e seja resiliente?

Todas estas perguntas fazem desta pesquisa uma possibilidade de conexão entre tecnologia social e sociedade urbana de baixa renda, hortas comunitárias, agricultura familiar, hortas de quintal e uma maior produtividade por m². O intento é descobrir como o designer pode atuar para melhorar as condições de segurança alimentar da população através de metodologias de pesquisa e projeto.

1.3. OBJETO DE ESTUDO

Aquaponia como promotora de inovação social

1.3.1. Recortes da pesquisa

A pesquisa será estruturada através de três perspectivas de recortes. Tendo em vista a maior concentração populacional nas cidades e a previsão de uma acentuação dessa concentração

nas próximas décadas, o **recorte espacial** será definido para o **espaço urbano**. Também haverá um **recorte setorial** voltado a **iniciativas de inovação social públicas e privadas**, sendo estas voltadas para o bem estar comunitário. Este recorte foi definido tendo em vista que iniciativas advindas ou fomentadas pelo poder público dependem do interesse da gestão, em um dado momento, e que o apoio à iniciativa pode ser suspenso pela gestão seguinte. A terceira perspectiva da pesquisa será o **recorte temporal**, **a partir de 2010**, tendo este sido definido pela possibilidade de aquisição de dados de pesquisas recentes sobre segurança alimentar da sociedade brasileira.

1.3.2. Contexto de entorno

A pesquisa é direcionada a estudar a possibilidade de adoção da técnica da aquaponia para aumentar a produtividade utilizando um espaço reduzido de cultivo. Sendo a preocupação principal a temática da segurança alimentar, os principais **contextos** que delimitam o ambiente da pesquisa são o **econômico** - relativo a famílias de baixa renda, correspondentes às classes populacionais C, D e E - e o **social** - relativo a famílias em situação de insegurança alimentar, sendo esta geralmente uma consequência da baixa renda para manutenção da sua alimentação.

Faz-se necessário abordar o **contexto histórico da agricultura urbana sustentável** e o contexto **ambiental** no qual se insere este tipo de agricultura, que idealmente **não utiliza agrotóxicos** para a manutenção do cultivo de alimentos e faz **uso racional do recurso hídrico**.

O **contexto tecnológico** delimita a possibilidade de **acesso a ferramentas e tecnologias sociais**, além de considerar a possibilidade de redução do trabalho diário braçal dos usuários com a adoção de técnicas para **automação do módulo produtivo de cultivo**. O foco principal da pesquisa será nas tecnologias agrícolas que podem ser utilizadas num ambiente sem terra para plantio e com o espaço reduzido, em especial a aquaponia, pela possibilidade de produção de proteína animal além de uma grande variedade de hortaliças, frutas e tubérculos.

Há ainda um **contexto político** que se mostra bastante favorável ao desenvolvimento de

ações voltadas à agricultura urbana sustentável, sendo consideradas na pesquisa as **leis de incentivo à agricultura e ao agricultor**, principalmente quando nos referimos a uma produção de caráter familiar, tanto nas esferas locais, municipal e estadual, quanto na esfera nacional. Quando pensamos no contexto internacional atual, a elaboração dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, em 2015, tornaram o ambiente político ainda mais propício para o desenvolvimento de ações no sentido da melhoria da qualidade de vida da população de maneira geral, e devem ser consideradas como contexto da pesquisa.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo Geral

Formular diretrizes para desenvolvimento de um Sistema Produto-Serviço de aquaponia com foco na melhoria da segurança alimentar de comunidades de baixa renda no contexto brasileiro.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Compreender melhor a relação entre as temáticas da agricultura urbana, segurança alimentar, sistema produto-serviço (PSS) e inovação social;
- Identificar experiências positivas em projetos de agricultura urbana para compreender os fatores que contribuem para a sustentabilidade das soluções propostas;
- Propor diretrizes para estruturar um sistema produto-serviço (PSS) utilizando a aquaponia para promover inovação social.

1.5. TRÍADE TEÓRICA

O objeto de estudo se apresenta a partir da intersecção entre os eixos da tríade teórica apresentada na figura 4:

Design: Neste eixo teórico será abordado brevemente o desenvolvimento de metodologias de design e o aumento na complexidade de problemas de projeto, levando ao

desenvolvimento de novas abordagens projetuais. Estas novas abordagens consideram como resultado não somente um produto físico, mas também produtos intangíveis, como o serviço e a inovação social. O sistema produto-serviço (PSS) é abordado como proposta de solução para um problema complexo que dialoga com os três pilares do desenvolvimento sustentável (ambiental, social e econômico) e pode dar resiliência ao projeto.

Segurança Alimentar: Será abordado o conceito de segurança alimentar e os indicadores utilizados para pesquisas com esta temática no Brasil e no mundo. Também serão abordados os dados dos recentes levantamentos sobre segurança alimentar e nutricional realizados no Brasil.

Agricultura Urbana: Compreendendo fenômenos e ferramentas que interagem na busca por inovações na produção de alimentos, apoiado principalmente no conceito de tecnologia social. A ideia é centralizar o discurso em torno de um modelo de módulo produtivo de aquaponia, onde são cultivados peixes e vegetais num ciclo fechado e sustentável.

Figura 4: Tríade teórica da pesquisa
Fonte: Elaborada pelo autor

1.6. METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia de pesquisa pretendida para este trabalho é o **estudo de caso**, para um melhor entendimento dos problemas existentes em projetos de agricultura urbana e para traçar objetivos e diretrizes para uma proposta de solução.

O método de abordagem da pesquisa é o abdutivo, onde há uma perspectiva propositiva e associação livre de ideias, além de permitir inferências criativas para investigação. Para o procedimento foi utilizado o método monográfico, a fim de estudar a entidade Serta (Serviço de Tecnologias Alternativas) e a execução de projetos sociais relacionados a agricultura em ambiente rural e urbano, especialmente no desenvolvimento, implantação e manutenção de módulos de aquaponia, com o intuito de entender os fatores que podem colaborar para a sustentabilidade e resiliência da iniciativa.

1.6.1 Quadro Referencial Teórico

O quadro referencial surge como construção de um embasamento teórico para tangibilizar as ideias de projeto. Inicialmente foi definida uma série de temáticas para direcionar a pesquisa e dar sustentação ao seu desenvolvimento. A partir destas referências faz-se possível um aprofundamento de cada uma das dimensões projetadas para a pesquisa, possibilitando explorar possibilidades e definir seus objetivos.

A dimensão **socioeconômica** foi trabalhada a partir de relatórios e inquéritos sobre segurança alimentar, da Rede Penssan e da FAO, e uma pesquisa de orçamentos familiares (POF 2017-2018), produzida pelo IBGE. A dimensão **profissional** coloca o design no centro do debate, através do humanismo projetual (Bonsiepe), do sistema produto-serviço (Vezzoli, Silveira e Silva; Santos) e da inovação social (Manzini; Cipolla). A dimensão **tecnológica** trata principalmente de tecnologias para cultivo otimizado, hidroponia (Carrijo e Makishima; Lacerda; Armanda; Maucieri) e aquaponia (Obirikorang; Adeleke; Freire; Carneiro; Somerville; Lacerda). Por fim, a dimensão **política** é trabalhada através da discussão sobre leis e programas a nível nacional e os objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU.

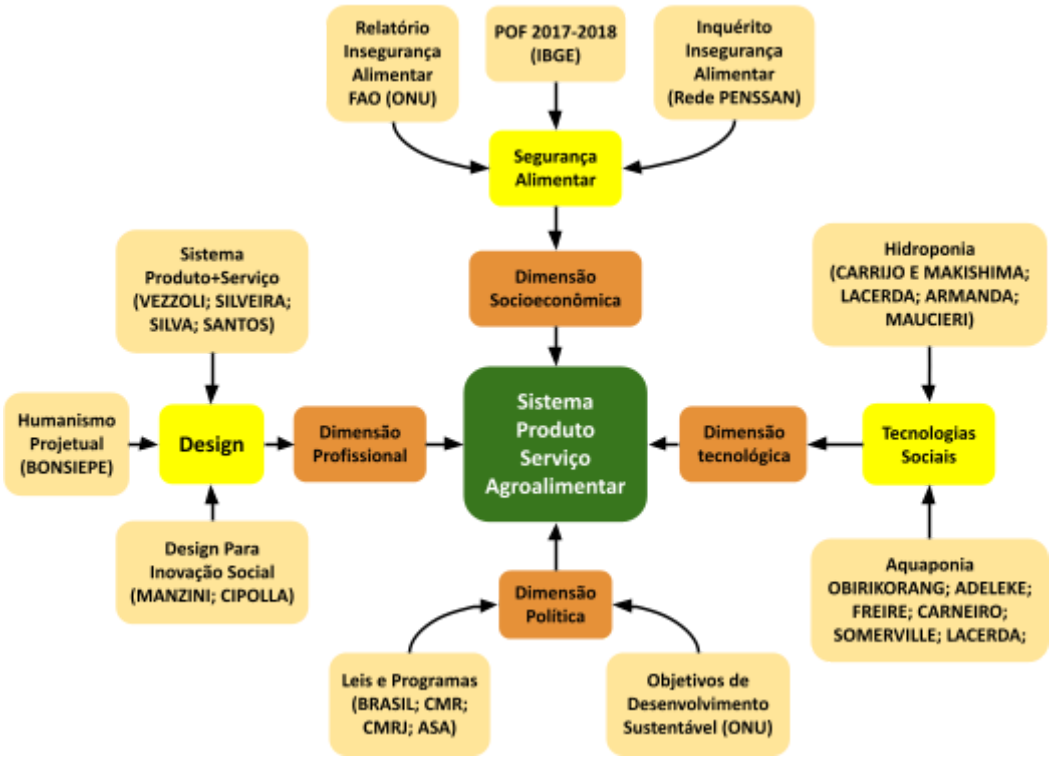


Figura 5: Quadro referencial teórico
Fonte: Elaborado pelo autor.

1.6.2 Estratégias Metodológicas

As estratégias metodológicas estruturam cada passo a ser seguido no decorrer do projeto de pesquisa, assim como as ferramentas para executá-lo, tornando possível avaliar sua viabilidade e elaborar um cronograma. Aqui serão detalhadas as etapas da pesquisa que serão trabalhadas para atingir cada um dos objetivos do projeto.

Para o cumprimento do **primeiro objetivo**, além das referências bibliográficas já pesquisadas, haverá a definição de palavras-chave e variáveis booleanas para buscar em bases de dados de trabalhos científicos com as temáticas definidas. Após este levantamento e seleção de uma amostra, serão gerados *word clouds* com os resumos de cada trabalho selecionado. Será feito um fichamento dos trabalhos mais relevantes para a pesquisa.

Para o **segundo objetivo** será feito um levantamento na internet de iniciativas relacionadas à agricultura urbana a partir de palavras chave previamente definidas. Será feito um fichamento das iniciativas encontradas a fim de fazer uma comparação entre elas.

O **terceiro objetivo** será cumprido com a proposição de diretrizes para um Sistema Produto-Serviço (PSS), a partir da análise do estudo de caso e comparação com os outros casos levantados nas etapas anteriores. Serão elaborados um *value proposition canvas* e um *lean canvas* para estruturação do modelo negócio do projeto. A metodologia Design Science Research guiará esta fase da pesquisa.

OBJETIVO	ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS	TÉCNICA/FERRAMENTA
1. Compreender melhor a relação entre as temáticas da agricultura urbana, segurança alimentar, sistema produto-serviço (PSS) e inovação social	1.1. Definir palavras chave e variáveis booleanas relevantes para as buscas	Pesquisa bibliográfica / Pesquisa na internet
	1.2. Selecionar bases de dados para a pesquisa	
	1.3. Pesquisa sistemática em bases de dados com trabalhos científicos	
	1.4. Analisar resumo e gerar word cloud de uma amostra dos documentos encontrados	Ferramenta online de geração de wordcloud
	1.5. Fazer fichamento dos textos selecionados	Fichamento
2. Identificar experiências positivas em projetos de agricultura urbana para compreender os fatores que contribuem para a sustentabilidade das soluções propostas	2.1. Definir palavras chave relevantes para as buscas	Pesquisa na internet
	2.2. Busca na internet	
	2.3. Fazer resumos e fichamentos	Fichamento
3. Identificar e analisar casos relacionados a agricultura urbana inovadora, respaldado por critérios e análise comparativa a partir do referencial teórico	3.1 Busca na internet para definição de casos	Estudo de caso
	3.2 Selecionar casos para estudo de acordo com os critérios definidos;	
	3.3 Pesquisa de campo;	
	3.4 Entrevistas;	
	3.5 Análise dos dados adquiridos	
4. Propor diretrizes para estruturar um sistema produto-serviço (PSS) utilizando a aquaponia para promover inovação social	4.1 Análise dos casos estudados	Estudo de caso
	4.2 Comparação com os casos encontrados através de pesquisa documental	
	4.3 Estudo e proposição de valor do projeto através do Values Proposition Canvas	
	4.4 Elaboração de um modelo de negócio no Lean Canvas	
	4.5 Proposição de diretrizes para um sistema produto-serviço (PSS) comunitário	

Tabela 1: Estratégias Metodológicas.
Fonte: Elaborada pelo autor.

1.6.3. Estudo de Caso

Para o estudo de caso, primeiramente deve ser desenvolvido um referencial teórico para mapear a literatura sobre o tema delimitado. A partir desse referencial é possível extrair constructos e identificar lacunas para justificar a pesquisa, além de definir proposições e objetivos do trabalho. Deve-se determinar os métodos e técnicas que serão utilizados na coleta e análise dos dados e, então, elaborar um protocolo de pesquisa. Com este protocolo definido, o ideal é que seja conduzido um teste piloto para que seu aprimoramento seja possível. Todas as atividades devem ser sintetizadas em um relatório de pesquisa. (DRESCH *et al.*, 2015)

2. FUNDAMENTAÇÃO DA PESQUISA

A Fundamentação da Pesquisa é o alicerce sobre o qual se constrói o entendimento e a análise crítica dos fenômenos estudados. No contexto deste trabalho, exploro a evolução do design, não apenas como uma prática estética ou funcional, mas como uma metodologia profundamente enraizada em resolver problemas complexos e promover mudanças sociais significativas. Esse capítulo desdobra-se em uma jornada que começa com a origem da metodologia do design nos projetos de produtos, evoluindo através do pensamento do design thinking e do design de serviços, até chegar ao design de sistemas produto serviço, refletindo a crescente complexidade e as demandas de nossa sociedade contemporânea.

Este capítulo destaca a relevância de abordagens inovadoras em design que se entrelaçam com as práticas de agricultura urbana, como a hidroponia e a aquaponia, sugerindo que tais tecnologias, integradas ao pensamento de design, podem oferecer caminhos sustentáveis e escaláveis para aumentar o acesso à alimentação nutritiva em áreas urbanas. Ao posicionar o design na intersecção entre a necessidade humana básica de nutrição e a tecnologia agrícola avançada, estabelece-se a hipótese de que o design não só pode contribuir para soluções práticas e eficazes contra a fome, mas também pode impulsionar uma transformação social mais ampla, promovendo a segurança alimentar e a justiça social.

2.1. Do design de produto ao sistema produto-serviço (PSS)

“Os inícios da Metodologia do Design têm origem nos anos 60” (BÜRDEK, 2006, p. 251). O aumento das atividades dos designers nas indústrias da época motivaram pesquisas metodológicas com o objetivo de desenvolver um método único para o design (BÜRDECK, 2006). No contexto do pós-guerra as indústrias buscavam uma reestruturação, e os problemas urgentes surgidos da complexidade projetual da época tornaram evidente a necessidade de novos métodos e técnicas de projeto (NEVES, 2017).

Christopher Alexander, um dos pais da metodologia de design, segundo Bürdeck, destacou o aumento da quantidade e complexidade dos problemas, o aumento na quantidade de informações a ser levantada para a resolução destes problemas e o ritmo acelerado na

modificação das espécies de problemas de projeto como argumentos para elaboração de uma metodologia própria para o processo de projeto (BÜRDECK, 2006).

Bürdeck (2006) destaca a corrida aeroespacial como uma grande influenciadora do desenvolvimento dos trabalhos da metodologia de design, dada a existência de muitos problemas complexos a se resolver nesse meio. “A Pesquisa de Sistemas de Primeira Geração”, assim designada por Horst Rittel, dividia o processo de projeto em passos bem definidos: conhecimento do problema; levantamento de informações; análise das informações; desenvolvimento de conceitos de soluções alternativas; avaliação de alternativas e seleção de uma solução (ou várias); teste e implementação (BÜRDECK, 2006).

Ainda na década de 60, a publicação de uma série de artigos de Leonard Bruce Archer sobre métodos de projetos culminou no lançamento do livro *Systematic Method for Designers*, publicado pelo Council of Industrial Design em 1965. Archer apresenta seu método, composto por três etapas (fase analítica, fase criativa, fase executiva), nas quais se distribuem seis estágios: programação; coleta de dados; análise; síntese; desenvolvimento; comunicação. Em seu método há frequentes retornos a estágios anteriores a depender das dificuldades encontradas no decorrer do processo (NEVES, 2017).

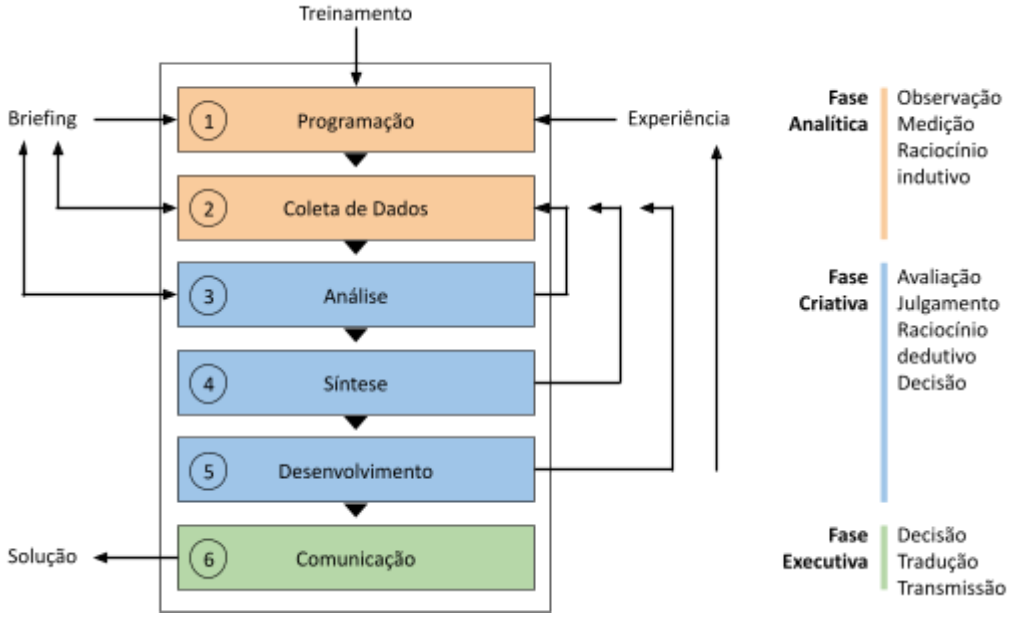


Figura 6: Método de Design de Leonard Bruce Archer em três fases, contendo seis estágios.
Fonte: CROSS, 2021; NEVES, 2017; FREIRE, 2020, adaptado pelo autor.

> “Embora tenha surgido a partir dos interesses da indústria e da gestação de objetos de desejo, o design, ao longo de sua história, vai se transformando e se aproximando cada vez mais das

> realidades sociais com o objetivo de melhor apoiar as necessidades dos indivíduos.” (PERNES, 2019, p. 12)

Ao longo das décadas a realidade das indústrias se transformou, juntamente com as múltiplas realidades sociais. Diante dessas mudanças sociais, as tradições e convenções comportamentais também mudaram. O que antes era determinante para um indivíduo como direcionamento do seu projeto de vida (a comunidade onde nasceu ou os costumes e tradições dessa comunidade, por exemplo) passou a ser uma escolha. As pessoas ganharam mais liberdade de escolher seus projetos de vida, diante de uma multiplicidade de opções e referências possíveis. Com um maior empoderamento das pessoas a individualização da sociedade também cresceu, caminhando lado a lado com essa tendência, o que fez com que a sociedade se engajasse cada vez menos em projetos de vida coletivos (MANZINI, 2017).

Diante dessa realidade, os projetos foram ganhando complexidade. A tendência de projetar algo sem se preocupar com as diferentes interpretações e necessidades individuais foi mudando ao longo do tempo. As metodologias de projeto foram sendo atualizadas e se voltando cada vez mais aos usuários, às pessoas que efetivamente consomem o produto projetado. O próprio conceito de produto foi se transformando ao longo das décadas, assumindo uma forma cada vez mais abstrata e se afastando de um resultado padronizado.

Num contexto mais recente, mais ou menos a partir dos anos 2000, ganhou notoriedade o termo *design thinking.* O processo de *design thinking* surgiu a partir da necessidade de ir além do projeto de produtos, projetando experiências de consumo através de um processo focado nas pessoas. É definido, basicamente, como um sistema com três espaços: inspiração, ideação e implementação. Inspiração é o problema a resolver ou oportunidade que motiva a busca por soluções; ideação envolve o processo de gerar, desenvolver e testar ideias; implementação é sair da fase de projeto para a vida das pessoas. Estes espaços não são como passos sequenciais, o projeto pode alternar entre eles mais de uma vez, refinar ideias e explorar novas direções (BROWN, WYATT, 2010).

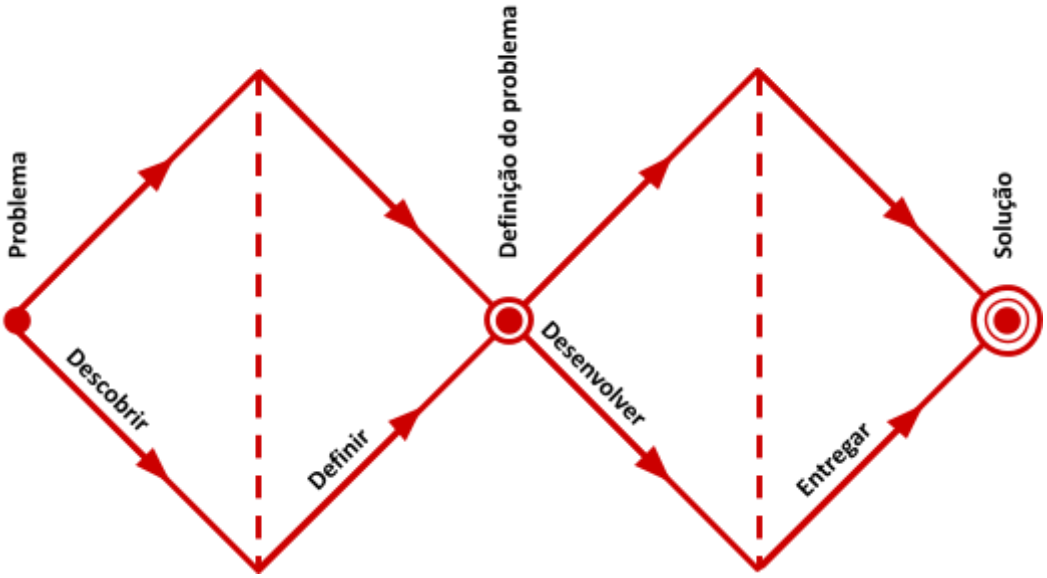


Figura 7: O duplo diamante, popularizado pelo Design Council.
Fonte: DESIGN COUNCIL, [2024?]; TAYLOR, 2021, traduzido e adaptado pelo autor.

> "Diante da crise contemporânea e dos avanços tecnológicos e suas repercussões nos modos de vida, o que torna ainda mais complexos os problemas, os atuais processos projetuais vão ao encontro do real entendimento do comportamento dos usuários e de seus diversos desejos e diferentes necessidades, proporcionando o surgimento de novas abordagens como Design Thinking e Design participativo." (FREIRE, 2020, p. 22)

À medida que as metodologias de design nos direcionam para projetos mais humanizados, mais direcionados às necessidades dos indivíduos, a inserção destes próprios indivíduos no processo de projetação dos produtos ou soluções se torna mais evidente. Com a transformação do conceito de produto, as soluções geradas também se transformam, sendo cada vez mais comum a ideia do serviço como produto de design.

Historicamente a contribuição do Design para demandas da sociedade acontece majoritariamente no âmbito de artefatos físicos. Mais recentemente, os designers têm investigado contribuições no campo do Design de Serviços, Design de Sistemas e Design para Inovação Social (GONÇALVES, 2020).

> "As necessidades de caráter relacional e coletivo precisam de uma perspectiva que vá além de produtos tangíveis isolados para sanar necessidades das pessoas - tanto as individuais quanto aquelas apresentadas em grupos de pessoas. É preciso migrar para o desenho e oferta de experiências intangíveis, com serviços que promovam soluções sistêmicas não só para as pessoas, mas para o meio ambiente e para a economia." (GONÇALVES, 2020, p. 19)

O Design de Serviço é uma das formas de se criar esse valor intangível e tem sido utilizado como estratégia em iniciativas voltadas à Inovação Social, onde se buscam novas formas de relacionamento social, parcerias e coprodução de experiências (GONÇALVES, 2020). Projetar um serviço requer um entendimento profundo de um sistema social. Para um indivíduo especializado no processo de design, pesquisar e entender um sistema pode ser uma atividade complexa, ainda mais se este indivíduo não está diretamente inserido no contexto estudado, não busca uma resolução para um problema concreto seu ou não se beneficia diretamente da solução como um facilitador. Por outro lado, com a colaboração de indivíduos inseridos neste sistema social, esta pesquisa e entendimento é facilitada porque há um entendimento mais profundo dos problemas naquele contexto. “Desafios sociais requerem soluções sistêmicas que estão baseadas nas necessidades do cliente ou usuários”[3] (BROWN, WYATT, 2010, p. 2, tradução do autor).

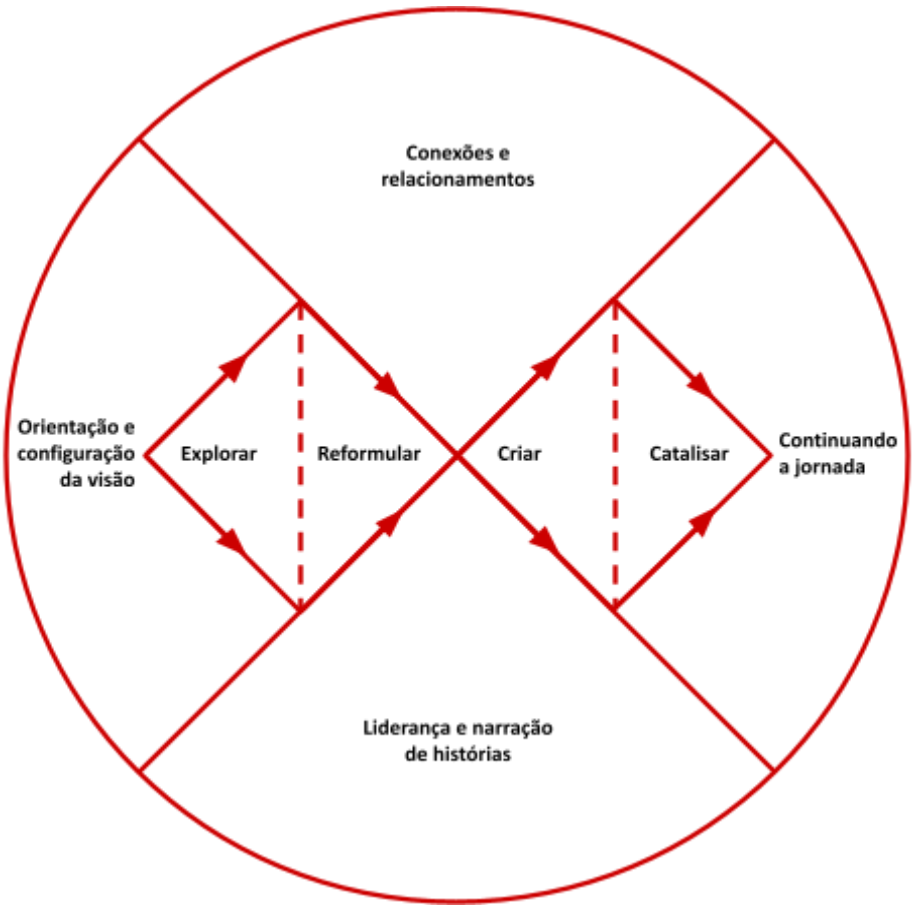


Figura 8: Elementos gerais do Design Sistêmico.
Fonte: DREW, 2021 , traduzido e adaptado pelo autor.

[3] “Social challenges require systemic solutions that are grounded in the client’s or customers’s needs” (BROWN and WYATT, 2010, p. 2)

Este processo de design colaborativo tem em sua essência a inserção de indivíduos não especialistas em design no processo de projeto. Para Manzini, “todos são dotados de uma capacidade de fazer design” (MANZINI, 2017, p. 51), mas poucos se tornam designers profissionais. Apesar de não terem uma educação formal em Design, essas pessoas que refletem sobre seus diferentes problemas, consideram limitações e criam soluções para eles também são designers, ele os chama de designers difusos. (MANZINI, 2017)

Se por um lado os designers difusos estão mais imersos nas suas realidades e conseguem identificar melhor as necessidades das suas comunidades, a presença dos designers especialistas traz a possibilidade de identificar possíveis ferramentas de projeto e dinâmicas facilitadoras para entendimentos de problemas, geração de alternativas e implementação de soluções. Com a conexão da sociedade em rede, “todos os processos de design tendem a se tornar processos de codesign” (MANZINI, 2017, p. 62).

A harmonia de atuação destes designers, difusos e especialistas, aprofunda o entendimento dos problemas das diferentes realidades sociais. Este entendimento aprofundado pode gerar o que Bonsiepe (2013) chama de humanismo projetual.

> "O humanismo projetual seria o exercício das capacidades projetuais para interpretar as necessidades de grupos sociais e elaborar propostas viáveis, emancipatórias, em forma de artefatos instrumentais e artefatos semióticos. Por que emancipatórias? Porque humanismo implica a redução da dominação e, no caso do design, atenção também aos excluídos, aos discriminados, como se diz eufemisticamente no jargão economista, ‹os economicamente menos favorecidos›, ou seja, a maioria da população deste planeta." (BONSIEPE, 2013, p. 21)

Coesão social diz respeito ao “nível de interação entre as pessoas e do senso de união por um propósito em uma comunidade” (GONÇALVES, 2020, p. 15). Tanto as desigualdades sociais crescentes quanto a degradação da natureza, decorrente de padrões de consumo e produção insustentáveis, afetam a coesão social, que é condição necessária para implementar várias práticas associadas à sustentabilidade (GONÇALVES, 2020).

Pobreza e desigualdade social são grandes barreiras para o desenvolvimento sustentável, e a maneira mais promissora para transpassá-las é através de crescimento econômico e inovação (Johansson *et al.*, 2005). Manzini (2008 *apud* GONÇALVES, 2020) afirma que uma maneira para anteciparmos transformações globais profundas nesse contexto é provocando muitas transformações locais. Kazazian (2005 *apud* GONÇALVES, 2020) argumenta que a

única alternativa viável para a atuação efetiva do Designer é nessas transformações locais (GONÇALVES, 2020).

> "Na busca de soluções locais verdadeiramente sustentáveis, há que se considerar o equilíbrio harmônico entre as dimensões ambiental, social e econômica da sustentabilidade. Alcançar um melhor desempenho em somente uma das dimensões (ex: ambiental), sem atentar para as outras (ex: social e econômica), não significa que a solução desenvolvida poderá ser considerada sustentável." (GONÇALVES, 2020)

Figura 9: Dimensões da sustentabilidade: ambiental, social e econômica.
Fonte: SILVEIRA, 2022.

As dimensões da sustentabilidade também são ressaltadas por Vezzoli (2018), que as explica: a dimensão ambiental trata das ações para não exceder os limites da biosfera-geosfera; A dimensão social trata das ações que garantam a capacidade das futuras gerações de terem preenchidas suas próprias necessidades, alcançando a equidade e coesão social; A dimensão econômica trata das ações voltadas à ampliação do valor econômico. Estas dimensões se influenciam mutuamente de forma sistêmica e a sustentabilidade global só é alcançada quando elas são contempladas uniformemente. O atendimento às dimensões de forma parcial, quando há a preponderância de uma delas, gera a uma sustentabilidade parcial. (VEZZOLI, 2018)

Apenas inovações técnicas não resolverão o problema da sustentabilidade, é necessário repensar o fomento à inovação, que é centrado na quantidade e na taxa de inovação e não na orientação da inovação para as necessidades identificadas (Johansson *et al.*, 2005). Segundo Manzini (2017), há sinais de que a Inovação Social será "o principal fator de mudança" deste século. "Ela desempenhará o papel que, bem ou mal, a inovação tecnológica (e o desenvolvimento industrial) desempenhou um século atrás" (MANZINI, 2017, p. 41).

Para Manzini, uma transformação mundial é possível através da inovação social, mas são necessárias uma nova cultura e uma nova prática. Sendo o design uma atividade amplamente difundida, poderia ser essa nova prática e cultura. Ele afirma que isso é possível, mas exige muito trabalho. (MANZINI, 2017)

Cipolla e Moura afirmam que a "inovação social está relacionada com a capacidade da sociedade de resolver seus próprios problemas"[4] (CIPOLLA e MOURA, 2012, p. 40, tradução do autor). Mas apesar de inovações sociais poderem surgir espontaneamente e sem planejamento, na busca por soluções para suas necessidades, através do Design elas podem se tornar mais resilientes e replicáveis.

> "Apesar do fato de que as inovações sociais podem ser não planejadas ou ocorrer de forma espontânea, se as condições favoráveis são criadas através do design, elas podem ser incentivadas, empoderadas, reforçadas, sistematicamente aprimoradas, combinadas, consolidadas, replicadas, multiplicadas, ampliadas, disseminadas, integradas a programas maiores para gerar mudanças sustentáveis em larga escala, ou voltadas para uma direção mais sustentável."[5] (CIPOLLA e MOURA, 2012, p. 41, tradução do autor)

A conexão entre a inovação social e a inovação tecnológica pode gerar novas maneiras de resolver problemas específicos, isto está transformando os sistemas de infraestrutura e produção/consumo. Uma nova geração de sistemas sociotécnicos se difundiu amplamente nas últimas décadas, estando espalhados e autônomos. No entanto , estão interconectados em redes mais amplas. (MANZINI, 2017)

---

[4] "Social innovation is related to the capacity of society to solve its own problems" (CIPOLA e MOURA, 2012, p. 40).

[5] Despite the fact that social innovations can be unplanned or occur spontaneously, if favorable conditions are created through design, they can be encouraged, empowered, reinforced, systematically enhanced, combined, consolidated, replicated, multiplied, scaled up, spread, integrated with larger programs to generate large-scale sustainable changes, or aimed in a more sustainable direction. (CIPOLLA e MOURA, 2012, p. 41)

Nesse contexto, o conceito de economia distribuída oferece várias vantagens em relação à possibilidade de inovação e adequação às dificuldades por serem mais flexíveis e adaptáveis. Além disso, a economia distribuída utiliza os capitais sociais e ecológico como uma vantagem e criam novas relações produtor-consumidor, onde um produtor local pode ter presença global a um custo acessível e sem a necessidade de ter grande escala. (JOHANSSON *et al.*, 2005)

Essa distribuição em rede e atuação local dos sistemas sócio-técnicos gera inúmeras oportunidades de inovação, conexão e distribuição de conhecimentos. Estes sistemas distribuídos surgiram e se espalharam em diferentes ondas de inovação que estão gradualmente convergindo (MANZINI, 2017).

As redes alimentares distribuídas surgem em uma dessas ondas de inovação, com duas correntes sociotécnicas. Uma tenta tornar o sistema produção-consumo mais resiliente promovendo alimentos locais, reduzindo assim a dependência de agrotóxicos e petróleo e intensificando a autossuficiência de comunidades locais. A outra está fundamentada na qualidade da alimentação e cultivo. As duas correntes convergem, na prática, apontando soluções que têm o objetivo de conectar cultivo e consumo de alimentos. (MANZINI, 2017)

Buscando satisfazer a demanda dos clientes e atores envolvidos na produção e consumo, surge a estratégia de combinar a concepção e venda de produtos materiais e serviços intangíveis numa oferta integrada, desenvolvendo soluções sistêmicas. Vale destacar que esta é uma abordagem estratégica que surge como possibilidade de dissociar a criação de valor do aumento no consumo de recursos, reduzindo o impacto ambiental prejudicial decorrente deste consumo (VEZZOLI, 2018).

> "A ênfase recai na satisfação final do usuário, respeitando os limites de resiliência ambiental e as demandas sociais do entorno, ao invés da mera oferta de artefatos físicos. Esta oferta combinada de produtos e serviços que possam, em conjunto, levar a (sic) realização de uma unidade de satisfação é chamada de Sistema Produto-Serviço (PSS)." (VEZZOLI, 2018, p. 62)

PRODUTOS	SERVIÇOS
Essencialmente Tangíveis	Essencialmente Intangíveis
Padronizados	Heterogêneos
Produção usualmente separada do consumo	Produção e consumo simultâneos
Baixa interação entre o fornecedor e o usuário	Alta interação entre o fornecedor e o usuário
Baixa intensidade de trabalho para a produção	Alta intensidade de trabalho para a produção
Ênfase na qualidade aparente	Ênfase na qualidade subjetiva
Possibilidade de armazenar	Não pode ser armazenado

Tabela 2: Diferenças entre as características de Produtos e Serviços.
Fonte: VEZZOLI, 2008, adaptado pelo autor.

O produto puro é essencialmente tangível e tem por premissa a transferência da propriedade e dos custos de manutenção de um objeto para o consumidor no ato da compra. O serviço puro é intangível em sua essência, não há transferência de propriedade para o consumidor, seu valor está na resolução de necessidade (conforto térmico, iluminação, etc.). Entre esses dois extremos, são identificados na literatura tipos de Sistema Produto-Serviço (PSS) (SILVA;SANTOS, 2009):

1. **Produto orientado ao serviço** - a venda do produto existe de modo tradicional, mas são inclusos alguns serviços adicionais como serviço pós-venda de manutenção, reparação, reutilização, reciclagem, consultoria e treinamento.
2. **Uso orientado ao serviço** - o produto não é propriedade do cliente, o que é comercializada é a utilização do produto, como no leasing ou compartilhamento de veículos, por exemplo.
3. **Serviço orientado aos resultados** - é comercializada uma competência ao invés de um produto, como ocorre em escritórios compartilhados, por exemplo, onde existe a disponibilização de um ambiente de trabalho com conforto térmico e infra-estrutura física e tecnológica para utilização sob demanda.

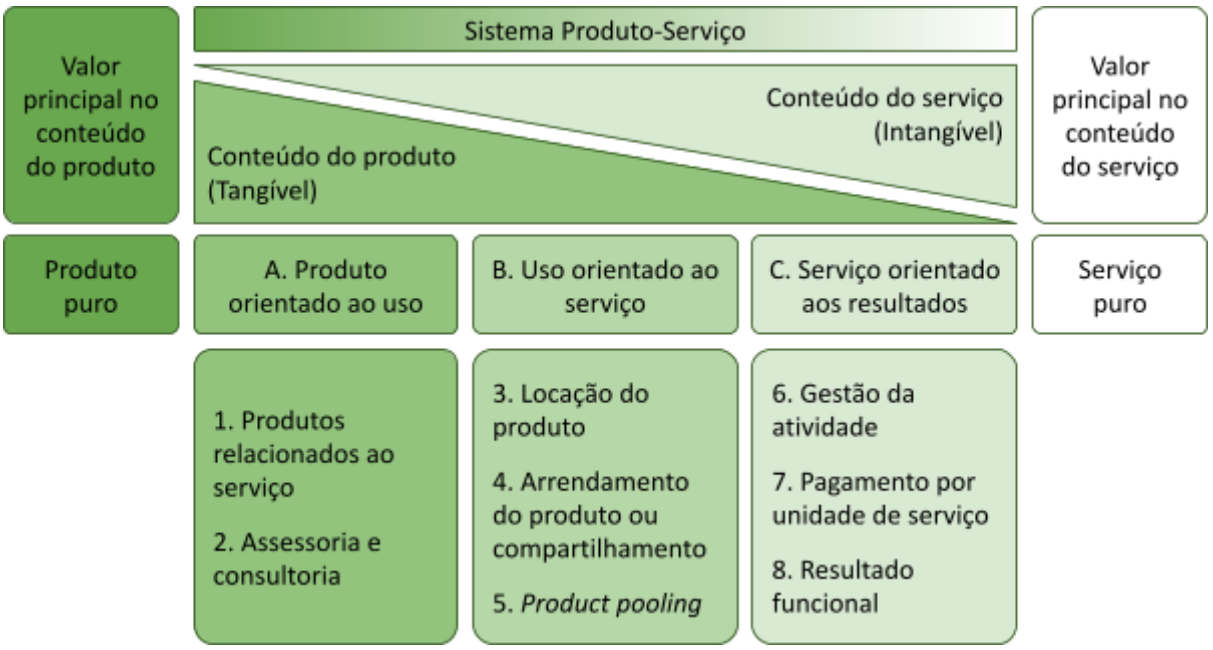


Figura 10: Principais categorias e subcategorias do PSS.
Fonte: SILVA; SANTOS, 2009, adaptado pelo autor.

Além da tangibilidade dos artefatos físicos, este sistema também trata da abstração característica do Serviço, com "fluxos interconectados, afetados por múltiplas interações entre atores e, de forma mais marcante, pelo comportamento dos usuários/clientes" (SILVEIRA, 2022, p. 7).

Considerando a complexidade aguçada no contexto de criação voltada à sustentabilidade, à busca de uma sociedade mais equânime e coesa, uma economia mais justa e solidária, com uma relação harmônica com a natureza, Silveira (2022) propõe um conjunto de princípios heurísticos - com três focos distintos e complementares: a) voltados à criação de produtos; b) voltados à qualidade de serviços; e c) voltados ao desenvolvimento de sistemas sustentáveis - que podem contribuir com o processo criativo de Sistemas Produto-Serviço Sustentáveis (*Sustainable Product Service System* - SPSS), pois são desenvolvidos com a observação sistemática de experiências anteriores. Eles também funcionam como condução de ideações, facilitando a geração de soluções independente de criatividade. (SILVEIRA, 2022)

Os princípios heurísticos apresentados por Silveira (2022) funcionam como uma bússola para projetistas e equipes de inovação, guiando-os em direção a um futuro mais sustentável, justo e equilibrado. Os princípios abrangem a otimização do uso de recursos, a promoção de interações sustentáveis e o incentivo a uma economia circular, refletindo um entendimento

holístico de sustentabilidade. Esta abordagem multifacetada não só amplia o espectro de inovação em design, mas também facilita a implementação prática de soluções que atendem às exigências urgentes de nossa era, sendo não apenas ambientalmente responsáveis, mas promovendo equidade social e atingindo a viabilidade econômica.

2.1.1. Empreendimento Social

A transição do design para a inovação social marca uma evolução do foco em produtos para impactos sociais significativos. Este movimento expande o papel do design além da estética e funcionalidade, integrando responsabilidade social e desenvolvimento sustentável. Empreendimentos sociais exemplificam como o design pode ser aplicado para promover mudanças positivas, combinando inovação e inclusão para resolver desafios sociais, realçando a capacidade do design de ser um catalisador para o bem comum.

O principal propósito de um empreendimento social é diminuir a vulnerabilidade e desigualdade social no mundo, causando impacto positivo. Este tipo de negócio se proliferou nas últimas décadas. (BARKI *et al.*, 2015)

> "O objetivo principal da área de Empreendedorismo Social e Negócios Sociais (SE/SB) é diminuir vulnerabilidades e desigualdades sociais no mundo. Na verdade, SE/SB estão emergindo como praticantes das forças de mercado que desempenham um papel integrador conectando modelos de negócios sustentáveis com as necessidades da sociedade, que ainda existem por causa das oportunidades decorrentes das lacunas do governo"[6]. (BARKI *et al.*, 2015, tradução do autor)

Segundo Stella Legnaioli [2020?], editora do Portal eCycle, o empreendedorismo social busca gerar capital, inclusão e emancipação social, melhorando a condição de vida de pessoas em situação de risco social. Ela diferencia o empreendedorismo social de serviço social e ativismo social, e aborda o empreendedorismo social como a busca para estabelecer um novo cenário, que assegura benefícios permanentes para a sociedade. O serviço social satisfaz uma necessidade social mas pode ser suspenso, não é exatamente permanente. A natureza estratégica do ativista social não é voltada para a ação direta, é através da

---

[6] *"The main purpose of the Social Entrepreneurship and Social Business (SE / SB) field is to diminish vulnerabilities and social inequalities in the world. Indeed, SE/SB are emerging as practitioners of market forces that play an integrative role in bridging sustainable business models with society needs, that still exist because of opportunities arising from government gaps".* (Barki, *et al.*, 2015).

influência que ele tenta promover as mudanças que busca, e pode criar ou não empreendimentos para este fim. (LEGNAIOLI, [2020?])

Este modelo de negócio não tem o lucro como objetivo central, mas, ainda assim, ele não depende somente de doações para sobreviver. Sua receita é obtida, totalmente ou em grande parte, com a venda de produtos ou serviços, como uma empresa qualquer (SANTOS JUNIOR, 2020).

> "Enquanto o empreendedor "comum" cria um negócio para obter lucro, atendendo uma demanda do mercado, o empreendedor social toma uma iniciativa para resolver um problema, atender uma necessidade social, normalmente percebida em sua localidade, na comunidade onde ele vive e ou trabalha.
>
> Com o passar do tempo, tal iniciativa pode vir a se tornar um negócio, que não exclui a obtenção de lucro, mas isto é mais uma decorrência do que uma primeira intenção." (SANTOS JUNIOR, 2020, on-line)

A construção de um capital social está dentre as motivações primárias de um empreendimento social, sendo o crescimento econômico apenas uma parte de um contexto muito mais amplo onde os serviços sociais têm prioridade.

Apesar do grande potencial de transformação social e geração de renda, ainda há dificuldade em estruturar um empreendimento social realmente sustentável, sem necessidade de aporte financeiro governamental ou doações. Esta sustentabilidade, de fato, não depende somente da tecnologia ou comprometimento dos envolvidos, mas, sim, de uma complexa combinação entre análise de mercado, estruturas governamentais claras, um plano de negócios robusto e de fatores externos, como o contexto político local e regulações.

Desta forma, idealmente, para um empreendimento que não visa o lucro, se faz imprescindível uma equipe de captação de recursos financeiros sempre atenta às oportunidades de premiações, parcerias com governos e editais de fomento. Também podem ser promovidas atividades como formação de recursos humanos e venda de produtos, por exemplo. Estas estratégias podem ser garantidoras de empreendimentos sociais resilientes. (MILLIKEN; STANDER, 2019)

2.2 Segurança alimentar e nutricional

Ao contemplar a evolução do design para além de objetos tangíveis, abordamos sua aplicação em resolver questões complexas como a segurança alimentar, unindo inovação e sustentabilidade. Este avanço nos leva a reconhecer a alimentação não apenas como uma necessidade básica, mas como um direito humano fundamental, intrinsecamente ligado a condições sociais, econômicas e de saúde pública. Tal perspectiva prepara o terreno para políticas de segurança alimentar, enfatizando a interação do design com estratégias de combate à desnutrição.

Segundo Freitas (2003), a desnutrição passa a ser considerada um problema de saúde pública no século XX. Há duas linhas gerais de raciocínio que justificam o fenômeno da fome: uma diz que é condição clínica, entendendo a fome como doença física da pobreza; a outra compreende a fome como uma "condição de penúria resultante do processo histórico-social" (FREITAS, 2003, p. 34).

Sendo a fome uma doença, a desnutrição é uma de suas sequelas. De fato, ela aparece em estudos epidemiológicos clássicos em populações de baixa renda. Sendo a fome produzida pelas condições sociais, econômicas e políticas ela se torna "a expressão de uma sociedade com desigualdades extremas, cuja erradicação implicaria, necessariamente, transformações sociais" (FREITAS, 2003, p. 34). Freitas constata a importância de compreender a fome numa perspectiva que contemple a esfera antropológica com complexa interação com o social, o econômico, o clínico e o epidemiológico. Compreendê-la assim poderia contribuir para a conscientização de que o desenvolvimento e implementação de políticas de seguridade alimentar é um direito da população. (FREITAS, 2003)

As discussões sobre a segurança alimentar da população se intensificaram no início da década de 1990, a partir da produção de conhecimento sobre o fenômeno da fome por movimentos sociais. Em setembro de 2006 foi promulgada, no Brasil, a Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (Losan - lei 11.346). Esta lei criou o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SISAN), visando assegurar o direito humano à

alimentação adequada. No parágrafo 3 da LOSAN consta a seguinte definição de segurança alimentar:

> "A segurança alimentar e nutricional consiste na realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis." (BRASIL, 2006)

A alimentação adequada é um direito fundamental do ser humano, garantido por lei no Brasil. Segundo esta lei, a segurança alimentar abrange , ainda, a ampliação de acesso aos alimentos por meio da produção, processamento, industrialização, comercialização, abastecimento e distribuição de alimentos, incluindo-se a água. A geração de emprego e redistribuição de renda também são abordadas pela LOSAN. (BRASIL, 2006)

Esta definição se enquadra nas condições de segurança alimentar e no pilares fundamentais abordados por Milliken e Stander (2019):

> "A segurança alimentar existe quando todas as pessoas, em todos os momentos, têm acesso físico e econômico a alimentos suficientes, seguros e nutritivos que atendam às suas necessidades e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável.
>
> Existem quatro pilares de segurança alimentar, que definem, defendem e medem o status de segurança alimentar local, nacional e internacionalmente. São eles: disponibilidade de alimentos, acessibilidade de alimentos, utilização de alimentos e estabilidade de alimentos. A disponibilidade de alimentos é alcançada quando os alimentos nutritivos estão disponíveis em todos os momentos para as pessoas acessarem, enquanto a acessibilidade dos alimentos é alcançada quando as pessoas sempre têm a capacidade econômica de obter alimentos nutritivos disponíveis de acordo com suas preferências alimentares. A utilização dos alimentos é alcançada quando todos os alimentos consumidos são absorvidos e utilizados pelo organismo para possibilitar uma vida ativa e saudável, e a estabilidade alimentar é alcançada quando todos os outros pilares são alcançados."[7] (MILLIKEN; STANDER, 2020, p. 610, tradução do autor)

Para ser considerada uma situação de segurança alimentar os quatro pilares devem ser atendidos, ou seja, os indivíduos devem ter acesso e renda para adquirir alimentos nutritivos

[7] "Food security exists when all people, at all times, have physical and economic access to sufficient, safe, and nutritious food that meets their dietary needs and food preferences for an active and healthy life.

There are four food security pillars, which define, defend, and measure food security status locally, nationally, and internationally. These are food availability, food accessibility, food utilization, and food stability. Food availability is achieved when nutritious food is available at all times for people to access, while food accessibility is achieved when people at all times have the economic ability to obtain nutritious food available according to their dietary preferences. Food utilization is achieved when all food consumed is absorbed and utilized by the body to make a healthy active life possible, and food stability is achieved when all the other pillars are achieved."

de acordo com suas preferências alimentares em frequência regular e quantidade suficiente para possibilitar uma vida ativa e saudável.

Para medir os níveis de insegurança alimentar, foram criadas algumas escalas e considerações para análise. A ONU (Organização das Nações Unidas), por exemplo, para a construção do seu Mapa da Fome utilizava o indicador PoU (Prevalência da Subnutrição[8]), uma medida de acesso adequado a alimentos. O Mapa da Fome era calculado pela FAO (Organização para Agricultura e Alimentação[9]) - da ONU - durante a vigência dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM). (PAJOLLA, 2021)

O Brasil esteve presente no Mapa da Fome da ONU até o ano de 2014. Neste ano, com base no PoU, a FAO afirmou que o Brasil estava fora do Mapa da Fome. Na última edição do mapa o Brasil apareceu com menos de 2,5% da população em situação de insegurança alimentar. (PAJOLLA, 2021)

Figura 11: Objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS).
Fonte: GTSCA2030, 2024.

A partir de 2014 a ONU deixou de publicar o Mapa da Fome como ferramenta de comunicação dos dados relativos à fome no mundo, descaracterizando-o. Seus indicadores, porém, ainda são utilizados para avaliação, inclusive, dos Objetivos de Desenvolvimento

[8] Prevalence of Undernourishment
[9] Food and Agriculture Organization

Sustentável (ODS), que surgiram como uma renovação e ampliação dos compromissos pela sustentabilidade global para o período 2015-2030 (Agenda 2030), em substituição aos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), que haviam sido estabelecidos em 2000.

O índice calculado com base no PoU, todavia, não é mais considerado adequado à realidade brasileira, pois acaba tendo uma abordagem indireta para aferir a situação da insegurança alimentar. Existem abordagens diretas para avaliar o fenômeno da fome como, por exemplo, o indicador Cornell, que foi desenvolvido nos EUA justamente com este propósito. Através de abordagens qualitativas e quantitativas conseguiu-se classificar a fome "como um fenômeno tanto físico quanto psicológico e social tanto para o indivíduo quanto para o coletivo" (SAGI, 2014, p. 4).

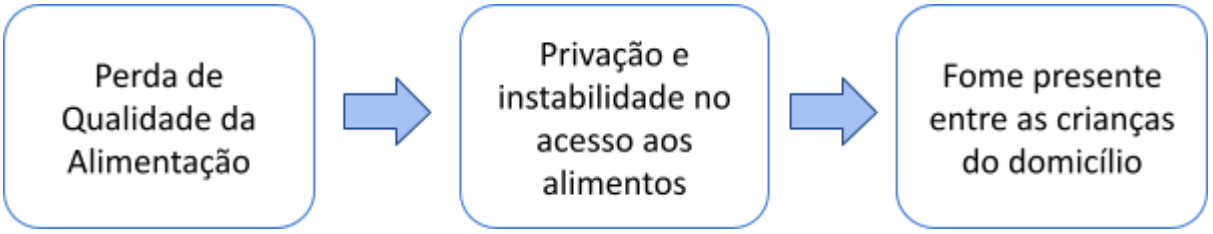


Figura 12: Processo de insegurança alimentar e fome no nível individual e coletivo.
Fonte: SAGI, 2014, adaptado pelo autor.

A Escala Americana de percepção e vivência da fome utiliza um questionário com 18 itens e identifica a segurança alimentar em quatro níveis (SAGI,2014):

1. Segurança alimentar no domicílio;
2. Insegurança alimentar em nível domiciliar;
3. Insegurança alimentar entre adultos da família;
4. Insegurança alimentar entre crianças.

No Brasil, cinco instituições (UNICAMP, UnB, UFPB, INPA e UFMT) se reuniram com o objetivo de produzir uma escala própria para a realidade do país. O grupo partiu da Escala Americana, adaptou e realizou um estudo de validação com amostra intencional. Como resultado, propuseram uma escala com 15 perguntas "cada uma com quatro opções de frequência, com estrutura, conceitos e linguagem consideradas de fácil compreensão para realidade brasileira" (SAGI, 2014, p. 6).

> "A segunda etapa deste trabalho foi um inquérito populacional com amostra intencional usando a escala proposta na primeira etapa do trabalho com 15 perguntas e a aferição de suas respectivas frequências. Foram estudadas quatro localidades de população urbana que contou com 717 famílias divididas nos estratos populacionais de renda média, média-baixa, baixa e muito baixa. Também foram estudadas cinco localidades rurais com um total de 1.150 famílias de trabalhadores rurais permanentes e temporários, agricultores familiares tradicionais, agricultores de assentamentos de reforma agrária, agricultores ribeirinhos e remanescentes de quilombos.
>
> O instrumento de coleta de dados incluiu a renda familiar e consumo diário de alimentos e para a área rural acrescentou variáveis referentes à produção agrícola e produção de alimentos para autoconsumo.
>
> A pesquisa de validação concluiu que a Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA) poderia ser disponibilizada como um instrumento com alta validade para o diagnóstico da (in)segurança alimentar no Brasil." (SAGI, 2014, p. 6)

A FAO reconhece que os dados levantados pelo IBGE e a Rede PENSSAN, utilizando a Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA) são os mais adequados para criar um Mapa da Fome no Brasil. Os estudos mais recentes foram duas edições do "Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da Covid-19 no Brasil", em 2021 e 2022. Segundo este estudo, o Brasil retrocedeu 15 anos em cinco, tendo 112 milhões de pessoas vivendo com algum grau de insegurança alimentar, das quais 19,1 milhões têm a fome no seu cotidiano. (PAJOLLA, 2021)

Em 2023 A FAO publicou o relatório "A situação da segurança alimentar e nutricional no mundo 2023"[10] que relacionou insegurança alimentar e nutricional com as dificuldades de renda e a baixa oferta e acessibilidade de alimentos nutritivos (FAO, IFAD, UNICEF, WFP E WHO, 2023). Um estudo nacional publicado em 2024 na revista "Cadernos da Saúde Pública" ratifica essas dificuldades no Brasil. Foram relacionadas várias barreiras dificultando o acesso dos residentes de favelas, como a falta de informação nutricional, renda insuficiente e uma escassez de estabelecimentos oferecendo alimentos saudáveis a preços justos. Essa realidade enfatiza a necessidade de implementação de políticas públicas e programas que não só ampliem o acesso físico e econômico a esses alimentos, como também considerem as barreiras complexas enfrentadas pelos moradores de favelas. O estudo sugere que as medidas devem incluir o incentivo à criação e manutenção de hortas comunitárias e feiras locais, a fim de facilitar o acesso a alimentos frescos e saudáveis, combatendo a insegurança alimentar e nutricional prevalente nessas áreas. (ROCHA *et al.*, 2024)

[10] The State of Food Security and Nutrition in the World 2023

Embora a fome global não tenha se agravado entre 2021 e 2022, em muitas regiões do mundo, a situação da fome continua se intensificando. Muitas pessoas ainda lutam para recuperar as perdas de renda após a pandemia da COVID-19, enquanto outras sofrem o impacto do aumento dos preços dos alimentos, insumos agrícolas e energia ou enfrentam a desestabilização causada por conflitos e eventos climáticos extremos. Apesar disso, os progressos em indicadores importantes de nutrição infantil são motivo de celebração e algumas regiões estão no caminho para alcançar alguns dos objetivos nutricionais até 2030. No entanto, o aumento do sobrepeso entre crianças menores de cinco anos em muitos países indica crescentes encargos de doenças não transmissíveis. (FAO, IFAD, UNICEF, WFP E WHO, 2023)

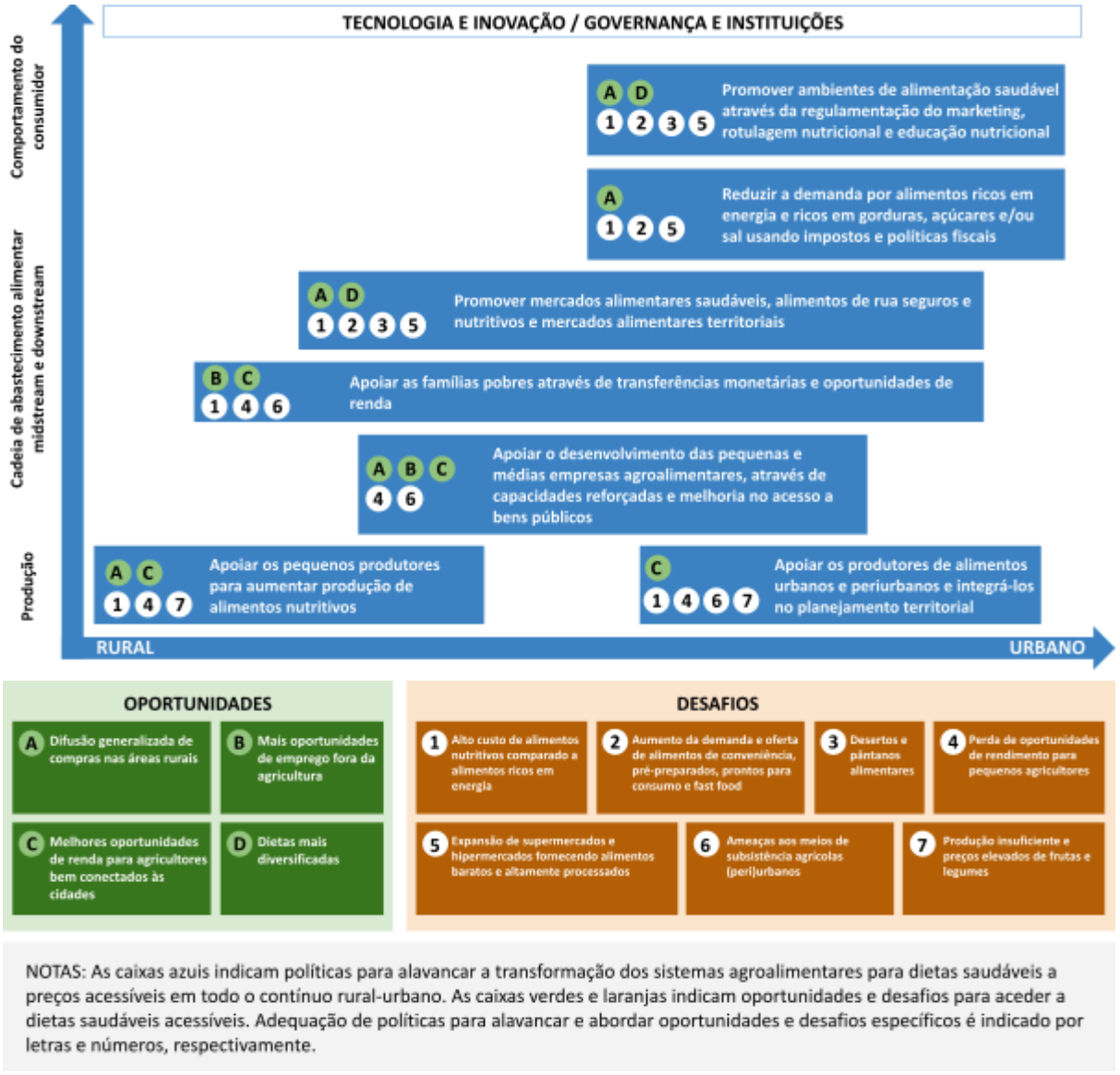


Figura 13: Desafios e oportunidades para sistemas agroalimentares decorrentes da urbanização, mapeados nas políticas em todo o contínuo rural-urbano.
Fonte: FAO, IFAD, UNICEF, WFP E WHO, 2023, traduzido e adaptado pelo autor.

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável vislumbra um mundo mais saudável, mais justo e igualitário, livre de pobreza, fome e desnutrição. O relatório reitera que alcançar os objetivos de segurança alimentar e nutricional é fundamental não apenas para aqueles que sofrem com a insegurança alimentar e desnutrição, mas para toda a sociedade. As políticas e recomendações sugeridas visam construir resiliência contra as adversidades apresentadas e destacam a importância de considerar também outras megatendências, como a urbanização, que está moldando os sistemas agroalimentares e, por consequência, sua capacidade de fornecer dietas saudáveis e acessíveis para todos. (FAO, IFAD, UNICEF, WFP E WHO, 2023)

Esta análise indica a complexidade da insegurança alimentar e nutricional, ilustrando que ela não se restringe a problemas de produção agrícola ou disponibilidade de alimentos, mas está intrinsecamente ligada a questões de acesso econômico, políticas públicas, mudanças socioculturais e ambientais. Assim, no contexto brasileiro e global, torna-se imperativa uma abordagem multidisciplinar e multissetorial para combater a insegurança alimentar, envolvendo desde a implementação de políticas públicas abrangentes até ações comunitárias locais. A conscientização sobre essas dimensões é crucial para o desenvolvimento e implementação de estratégias eficazes de seguridade alimentar que garantam o direito de todos a uma alimentação adequada e a uma vida saudável. (FAO, IFAD, UNICEF, WFP E WHO, 2023)

2.3. Tecnologias para agricultura urbana

A emergência de tecnologias para agricultura urbana pode representar uma revolução na maneira como entendemos e praticamos a produção de alimentos dentro dos centros urbanos. Confrontados com desafios como a escassez de espaço, a necessidade de sustentabilidade ambiental e a urgência de soluções para a segurança alimentar, o design e a tecnologia convergem para criar sistemas de cultivo inovadores. A hidroponia, a aquaponia e outras formas de cultivo emergem não apenas como respostas eficazes a essas questões, mas também como oportunidades para reinventar a interação das comunidades com o meio ambiente e os alimentos que consomem. Este capítulo explora diversas experiências relacionadas à agricultura urbana, destacando iniciativas que utilizam essas tecnologias para

não só aumentar a produtividade e a eficiência, mas também para promover a inclusão social e o bem-estar, marcando um passo significativo em direção a um futuro mais verde e mais justo nas cidades.

2.3.1 Experiências relacionadas à agricultura urbana

Para este trabalho, é relevante trazer referências de iniciativas e negócios diversos que envolvem a temática da agricultura urbana, algumas destas referências utilizam a hidroponia como técnica de cultivo e têm alta produtividade associada a algum nível de automação de processos. Também são trazidos como referências alguns empreendimentos sociais que utilizam a tecnologia da aquaponia como suporte para o desenvolvimento de suas atividades, que utilizam o cultivo de alimentos como atividades terapêuticas, cujo foco maior está em prestar assistência e qualificar tecnicamente pessoas com dificuldades de inserção social.

Os casos a seguir são de um levantamento feito pelo autor através da internet, cujo foco foi conhecer iniciativas com a temática da agricultura urbana, não necessariamente envolvidas diretamente com o cultivo.

A primeira referência deste levantamento é a **Sky Greens**[11], em Singapura, a primeira fazenda vertical urbana de baixo carbono do mundo, que usa um sistema hidráulico para cultivar vegetais em torres verticais, produzindo de cinco a dez vezes mais alimentos por unidade de área do que as fazendas convencionais. Este sistema permite o cultivo de vegetais como alfaces e repolhos durante todo o ano, usando menos energia e água, oferecendo uma solução eficiente e ambientalmente sustentável para a produção de alimentos em um país com espaço limitado.

[11] https://www.skygreens.com/

Figura 14: Cultivo hidropônico urbano em Singapura.
Fonte: Sky Greens, online.

A **CropBox**[12], com sede nos Estados Unidos, desenvolveu um sistema automatizado de hidroponia e encapsulou num container marítimo. É possível comprar um container de cultivo pronto para utilização e há, ainda, uma loja online de materiais e insumos para hidroponia, que pode ser acessada através do site.

Alguns links da página direcionam o usuário para o site de outra empresa, a **Vertical Crop Consultants**, o que parece ser uma consultoria sobre cultivo vertical hidropônico que atua juntamente com a empresa CropBox. Não há referências a vendas diretas de hortaliças ou frutas, os produtos principais da empresa são o módulo produtivo pronto montado no container, o serviço de consultoria e a venda de produtos relacionados a hidroponia, como equipamentos. No site da empresa, há sugestões de cultivo e previsão média de colheita anual de vegetais cultivados com o container CropBox. Dentre os vegetais sugeridos estão alface, ervas, morangos e brotos.

A proposta da **InFarm**[13] é levar o cultivo para os ambientes de comercialização, reduzindo o transporte dos alimentos e comercializando os vegetais ainda "vivos". A empresa busca proporcionar economia de água, zerar a aplicação de pesticidas, otimizar o espaço de plantio e facilitar a logística como estratégia de vendas. Segundo o site, todas as estufas são

[12] https://cropbox.co/
[13] https://www.infarm.com

controladas remotamente, mas percebeu-se que há a necessidade de manutenção contínua do espaço de produção.

As estufas estão localizadas dentro de mercados, ou seja, o consumidor colhe o produto na hora da aquisição. Os estudos ainda são incipientes em relação à forma de comercialização, pois há a possibilidade de vender estufas ou de negociar os espaços de instalação com os mercados, ganhando com a venda direta das hortaliças. Os produtos relacionados no site são todos vegetais, mas há também receitas de saladas feitas a partir de produtos da empresa.

A sueca **Freight Farms**[14] é mais uma das empresas que desenvolveram seu próprio sistema de automação de cultivo hidropônico, o Farmhand. Assim como alguns concorrentes, eles encapsularam a tecnologia em uma unidade de container marítimo e comercializam o módulo de cultivo montado e automatizado chamado Greenery. Não há referência no site sobre a venda direta de hortaliças e frutas. Os produtos destacados no site são o módulo de cultivo pronto para uso dentro de um container marítimo, o sistema de automação para hidroponia e consultorias para os clientes proprietários da tecnologia de cultivo.

Um exemplo nacional interessante é o da **Ramos Hidropônico**s[15]. A empresa iniciou sua atuação no mercado com hortas hidropônicas, e publicou vídeos na plataforma YouTube mostrando os cultivos hidropônicos e dando dicas sobre a construção de estufas e manejo de cultivo. Ao analisar a quantidade de dúvidas e pedido de dicas sobre onde adquirir insumos e equipamentos para hidroponia, identificou outras oportunidades no mercado. A empresa iniciou, então, sua atuação no ramo da consultoria e, posteriormente, na venda de insumos e equipamentos próprios para hidroponia através de uma loja online.

Diferentemente do que foi percebido nos projetos CropBox e InFarm, o foco inicial desta empresa estava na venda de hortaliças no atacado para redes de mercados, mas isso mudou após a experiência de mercado. A localização das hortas é no perímetro urbano (área periurbana), não necessariamente dentro do centro urbano.

[14] https://www.freightfarms.com
[15] https://www.ramoshidroponicos.com.br

A **Pink Farms**[16] aposta na venda em atacado e na variedade do cultivo. Esta empresa possui a maior fazenda vertical urbana da América Latina dentro da cidade de São Paulo, a qual altera a lógica do transporte de hortaliças para o centro urbano. A horta se integra com a cidade, estando localizada dentro de um edifício comercial, com cultivo *indoor* e totalmente controlado artificialmente. A comercialização é, aparentemente, feita por atacado. Como clientes, aparecem supermercados, lojas de hortifruti e restaurantes. Há a possibilidade de fazer uma compra única ou assinatura, pagando um valor mensal e recebendo os produtos em casa com frequência. Todos os produtos listados no site são vegetais, o que nos permite afirmar que inexiste o serviço de consultoria e tampouco a comercialização de insumos e equipamentos para hidroponia. Dentre os produtos há 3 tipos de alfaces e 7 tipos de brotos (*microgreens*), além disso a empresa possui outros vegetais sendo estudados para a venda. Através do site da empresa é possível agendar visitas guiadas individuais ou em grupos, mediante pagamento para o acesso.

Figura 15: Cultivo hidropônico urbano em Belo Horizonte-MG.
Fonte: BeGreen, online.

A **BeGreen**[17] se intitula a primeira fazenda urbana da América Latina. Segundo Arbex (2020), a empresa é uma das primeiras redes de fazendas urbanas da América Latina. Hoje são três fazendas de 1,5 mil metros quadrados cada: duas dentro de shoppings em Belo Horizonte e no Rio de Janeiro e outra dentro de uma fábrica da Mercedes-Benz em São Bernardo do Campo. Segundo a BH Verde (2020), a unidade de São Bernardo do Campo é considerada a primeira fazenda urbana inserida em um complexo industrial no mundo. Ganhou prêmios nas áreas de consciência e produção sustentável (2017), responsabilidade social (2017),

[16] https://www.pinkfarms.com.br
[17] https://begreen.com.br/

melhor projeto sustentável do mundo (2018) e sustentabilidade (2020). A empresa vende assinatura semanal ou quinzenal de hortaliças. Pode-se comprar ainda, através do site, cestas de hortaliças avulsas, acessórios e sementes.

A empresa **Pé de Feijão**[18] surgiu em 2014 com o intuito de aproveitar espaços ociosos no topo dos prédios de São Paulo para produzir alimentos. Após alguns impasses e reflexões sobre a situação da saúde brasileira, passou a ministrar oficinas com temáticas de educação alimentar e ambiental. O propósito hoje é promover a reconexão das pessoas com os alimentos através de hortas urbanas, mudando a relação das pessoas com a comida.

A **Sumá**[19] é uma plataforma de comercialização justa da agricultura familiar que conecta diretamente agricultores qualificados com compradores frequentes. A empresa capacita o agricultor familiar e apoia seu desenvolvimento. Atua ainda alinhando a produção às exigências dos compradores. Os compradores têm acesso a dados do campo em tempo real, podendo programar a compra e adequar seus cardápios. A empresa acumula prêmios e reconhecimentos, investidores públicos e privados, além de apoios de várias empresas e fundações.

A empresa portuguesa **Shimejito**[20] produz vários tipos de cogumelos em fazendas urbanas. Os produtos são vendidos no varejo, através do site. O cliente tem a opção de comprar uma porção única do mix de cogumelos ou de comprar uma assinatura mensal ou quinzenal, recebendo os produtos periodicamente em casa. A empresa oferece, ainda, a possibilidade de fornecer equipamentos, insumos e consultoria para que o cliente inicie uma produção de cogumelos, com a possibilidade de venda da sua produção através da própria empresa.

Green Bridge Growers[21]**,** em Indiana (EUA), usa aquaponia para produzir durante todo o ano. A empresa emprega um grande número de pessoas com espectro autista, cujas habilidades são ideais para o agendamento, precisão, e monitoramento requeridos para os processos do sistema aquapônico de cultivo. O principal valor entregue pela instituição é o treinamento das pessoas, para que adquiram novas habilidades e ganhem novas competências.

---

[18] http://www.pedefeijao.com.br
[19] https://appsuma.com.br
[20] https://www.shimejito.com
[21] https://www.greenbridgegrowers.org/

O **ACRES Project**[22], na Pensilvânia (EUA), promove terapia horticultural, emprego e integração comunitária para adultos com autismo e dificuldades intelectuais. Eles são envolvidos em todas as atividades, do cultivo e manutenção do sistema de aquaponia até a colheita e venda da produção. A regularidade e rotina diária que o sistema de aquaponia requer para o bom funcionamento e boa produtividade proporciona aos colaboradores a estabilidade e estrutura que os tranquiliza. Através da aquaponia estes indivíduos com autismo otimizam seu potencial, desenvolvem habilidades práticas, aumentam sua capacidade social e começam a trabalhar e serem independentes.

O **Fab Lab Nerve Centre**[23], na Irlanda do Norte, desenvolveu um fazenda aquapônica social para ensinar habilidades empreendedoras e digitais a pessoas com dificuldade de aprendizagem. Usando equipamentos como impressoras 3D, cortadoras a laser e cnc routers, os estudantes experienciam técnicas de design e prototipação para projetar, construir e operar uma fazenda aquapônica. Através do projeto foi criado um novo empreendimento social para venda da produção no comércio local. Os estudantes desenvolveram ainda habilidades de empreendedorismo, negócio e marketing.

O empreendimento social **Solutions For Change**[24] se dedica a resolver problemas de falta de moradia para famílias. Eles mantêm fazendas na Califórnia (EUA), que provêm treinamentos para famílias sem teto sobre como cultivar tilápias, hortaliças e ervas, que são vendidas para os restaurantes, mercados e escolas locais. Funciona como um laboratório, treinando habilidades para retornarem ao mercado de trabalho, aumentando a esperança e sendo produtivo.

A **Asociación Huerto Lazo**[25] é um empreendimento social na província de Málaga, Espanha. Ela interna jovens problemáticos e realiza treinamentos práticos em aquaponia em ambiente controlado. A produção de peixes é vendida para um restaurante local. Também há a produção de hortaliças e ervas medicinais.

[22] https://acresproject.org/
[23] https://www.fablabni.com/
[24] https://solutionsforchange.org/
[25] https://www.huertolazo.eu/

FARM:[26] é o primeiro "hub de agricultura urbana" em Dalston, Londres, que oferece agricultura em pequena escala, espaços de trabalho e um café. Este projeto inovador inclui a criação de peixes através de sistemas aquapônicos, hortas internas de alta tecnologia, um túnel de polietileno e um galinheiro no telhado, demonstrando que é possível cultivar alimentos mesmo sem grandes espaços disponíveis.

Figura 16: Hub de agricultura urbana em Londres, Inglaterra.
Fonte: Farm:, online.

The Distributed Urban Farming Initiative[27] em Bryan, Texas , é uma iniciativa que transforma lotes vagos em espaços de cultivo, visando educar e inspirar a comunidade local através da produção de alimentos saudáveis. O projeto visa também promover o empreendedorismo e o turismo, utilizando os espaços do jardim para eventos e viagens de campo, com o objetivo de reconectar a comunidade com o sistema alimentar.

Estas iniciativas demonstram o potencial da horticultura urbana para melhorar o acesso a alimentos frescos e nutritivos, fomentar a educação ambiental e alimentar, e fortalecer as comunidades urbanas, contribuindo significativamente para a segurança alimentar nas cidades.

[26] http://farmlondon.weebly.com/
[27] https://dufi.adventgx.com/

2.3.2 Cultivo hidropônico

Para obtenção de cultivos de alta produtividade e produtos de boa qualidade, normalmente são necessárias condições favoráveis de clima e solos férteis. No sistema convencional, é comum a regionalização e a sazonalidade, pois os produtores têm que escolher a região ou a época de plantio mais favoráveis para a cultura a ser explorada, isso também afeta a regularidade do abastecimento. (CARRIJO e MAKISHIMA, 2000)

> "As relações socioeconômicas estão mudando à medida que a produção descentralizada de alimentos e de energias renováveis está se estabelecendo em várias partes do mundo e se tornando cada vez menos condicionada pelas condições geográficas e climáticas, como é o caso da pecuária e da agricultura tradicionais." (LACERDA, 2020, p. 219)

Para amenizar algumas condições adversas (climáticas ou de adequação do solo), e possibilitar cultivos em locais ou épocas com grandes variações de temperatura, alta luminosidade, chuvas intensas, ventos fortes e granizo, o cultivo protegido surge como uma opção viabilizadora. Assim pode-se otimizar o uso da água e de nutrientes, a programação da produção, ter precocidade da primeira colheita, um maior período de produção e uma maior produtividade por planta ou unidade de área. (CARRIJO e MAKISHIMA, 2000)

O cultivo sem solo é uma técnica alternativa de cultivo protegido, ele permite o plantio em locais onde a correção da fertilidade, a desinfestação ou a desinfecção do solo são problemáticas. Para cultivar plantas em ambientes protegidos, como estufas, containers e garagens, utiliza-se, geralmente, a técnica da hidroponia, ou cultivo hidropônico. No cultivo hidropônico, as plantas recebem toda sua nutrição fornecida através da água de irrigação, sem a necessidade de contato direto com a terra. (CARRIJO e MAKISHIMA, 2000)

> "A hidroponia é uma forma de cultivo sem solo, com ou sem substrato, em que os nutrientes são fornecidos às plantas em um fluxo contínuo ou intermitente, como em filme estático, continuamente aerado, de solução nutritiva.
>
> O termo hidroponia vem das palavras gregas hydro = água e ponos = trabalho, significando, assim, "trabalho da água". Esta técnica tem sido, provavelmente, o mais importante instrumento de pesquisa para estudar a composição das plantas, sua forma de crescimento, os nutrientes de que necessitam e as respostas que apresentam às variações ambientais. Ela vem sendo utilizada desde tempos remotos, como nos jardins suspensos da Babilônia e nos jardins flutuantes dos astecas, no México. Popularizou-se a partir da década de 30, mas foi a partir da década de 80 que a hidroponia se tornou uma prática comercial para a produção de hortaliças." (CARRIJO & MAKISHIMA, 2000, p. 2)

Há variações nas estruturas utilizadas para estes cultivos, como por exemplo, a introdução de um sistema automatizado. Há estufas que possuem iluminação artificial, controle de

temperatura do ambiente e da água, controle de umidade, automação da rega e da nutrição das plantas, automação de colheita, disponibilização de dados em nuvem, controle remoto de estufas entre outras. Estas inovações vêm moldando o mercado da agricultura urbana sustentável e facilitando cada vez mais a introdução do cultivo de frutas e hortaliças dentro das cidades com uma produtividade superior ao cultivo tradicional. (SANTOS, 2020)

Para destacar a utilização de tecnologias de cultivo, podemos categorizar a agricultura urbana em: Agricultura em Ambiente Não Controlado (Uncontrolled Environment Agriculture - UEA) - que inclui cultivos em ambientes abertos como jardins de vegetais, jardins no topo de edifícios e hortas comunitárias, com técnicas tradicionais de cultivo - e Agricultura em Ambiente Controlado (Controlled Environment Agriculture - CEA) - que busca a otimização das condições de cultivo, como exemplos temos estufas, cultivo indoor, cultivo vertical e agricultura integrada à construção (*Building Integrated Agriculture* - BIA). Armanda *et al.* (2019) classificam como Agricultura Urbana Inovadora (*Innovative Urban Agriculture* - IUA) a agricultura que otimiza a produção de alimentos envolvendo pelo menos uma das mais recentes inovações tecnológicas, independente se é em ambiente controlado ou não. A utilização dessas inovações no cultivo cresceu rapidamente a partir de 2010. (ARMANDA *et al.*, 2019)

Há diferentes sistemas de cultivo hidropônico, sendo os mais utilizados: O sistema de cultivo em calhas, no qual a solução nutritiva circula através de um fluxo laminar de água nas calhas onde estão as raízes das plantas; o cultivo em bandejas flutuantes, em que a solução contida num reservatório forma uma lâmina de 15cm a 20cm de profundidade e as plantas crescem em placas flutuantes; a aeroponia, sistema no qual as raízes ficam suspensas no ar e recebem a solução nutritiva aspergida; e o cultivo em cama de substrato semi-seco (areia, pedras, seixos de argila, etc.). (CARRIJO e MAKISHIMA, 2000).

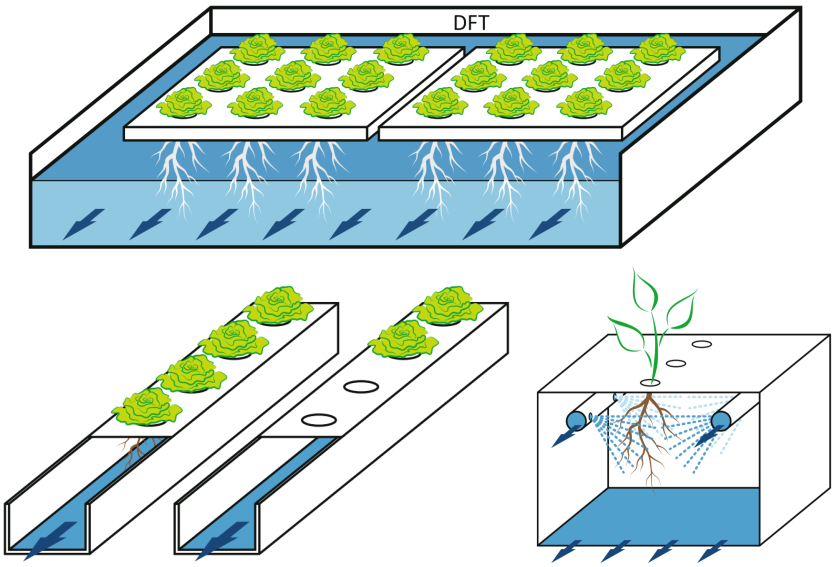


Figura 17: Ilustrações de sistemas hidropônicos. Em sentido antihorário: Cultivo em bandejas flutuantes (deep flow technique - DFT); Cultivo em calhas (nutrient film technique - NFT); aeropônico (aeroponics), com a solução sendo aspergida nas raízes. Fonte: MAUCIERI *et al*., 2019.

2.3.3. Cultivo Aquapônico

Outro método de plantio sem necessidade de solo é a aquaponia. Esta tecnologia utiliza conceitos de economia circular e se baseia num sistema integrado de cultivo de peixes e vegetais, combinando dois sistemas produtivos: aquicultura com recirculação de água[28] e cultivo hidropônico. A aquicultura com recirculação de água se caracteriza pelo uso de um tanque com peixes, ao qual a água retorna após ser extraída para tratamento. O cultivo hidropônico, já citado anteriormente, envolve o cultivo de vegetais em um meio diferente do solo. (OBIRIKORANG *et al.*, 2021)

[28] Recirculating Aquaculture System - RAS

Sistema de cultivo	Forças	Fraquezas
Cama de substrato semi-seco (media bed)	● Fácil de projetar e operar ● Adequado para o cultivo de qualquer tipo de planta e suporta vegetais frutíferos altos ● Os vários tipos de mídia podem ser usados ● Alta aeração para plantas ● Captura e mineraliza sólidos	● Pode ser complicado dependendo da escolha da mídia usada ● A mídia pode ser cara e não estar prontamente disponível ● Maior taxa de evaporação em comparação com cultivos em calha e flutuante. ● Mais trabalho intensivo para construir
Cultivo com bandejas flutuantes (deep water culture - DWC)	● Econômico em comparação com a cama de substrato semi-seco ● Perda mínima de água devido à evaporação ● Pode suportar uma curta interrupção do fornecimento de energia ● É necessário um mínimo de mão de obra para plantar e colher ● A jangada de poliestireno (isopor) atua como isolante térmico	● Técnica de filtração complexa necessária ● É necessário um grande volume de água e, portanto, muito pesado ● Difícil de suportar plantas altas ● As jangadas de isopor são facilmente danificadas ● Alto oxigênio dissolvido e bomba de ar necessários para a aeração das raízes das plantas
Cultivo em calhas (nutrient flim technique - NFT)	● Econômico em comparação com a cama de substrato ● Adequado para ervas e vegetais folhosos ● Perda mínima de água devido à evaporação ● Sistema leve ● Tem o menor requisito de volume de água em comparação com a cama de substrato e DWC ● Fácil de plantar e colher com o mínimo de mão de obra necessária	● Técnica de filtração complexa necessária ● Bomba de água e ar são necessárias ● Não suporta quedas de energia ● Fácil entupimento do tubo de entrada de água

Tabela 3: Forças e fraquezas dos tipos de cultivos em sistemas aquapônicos.
Fonte: ADELEKE *et al.,* 2022, traduzido e adaptado pelo autor.

O sistema aquapônico se caracteriza pelo cultivo de peixes associado ao cultivo de vegetais. Com a introdução dos peixes, há uma produção natural de nutrientes para as plantas. “Aquaponia pode ser descrita como um ecossistema criado por humanos, onde plantas, peixes, bactérias e outros organismos se desenvolvem juntos simbioticamente” (ADELEKE, 2022, p. 1576).

Segundo FREIRE (2019), a entrada de insumos mais relevante neste sistema é a ração para os peixes. Lennard e Goddek (2019) destacam que na aquaponia pelo menos 50% dos nutrientes destinados às plantas devem ser produzidos pelos peixes do sistema.

Em todo o mundo é crescente o interesse pelas tecnologias sustentáveis de cultivo intensivo nas últimas décadas. No contexto atual de emergência climática, escassez hídrica e urbanização crescente, a busca por inovações que tenham por princípio o respeito às limitações do meio ambiente e otimizem o uso de recursos minimizando a produção de resíduos é fundamental para a sustentabilidade e para garantia da segurança alimentar da população. A aquaponia faz essa otimização, com esta técnica o consumo de água para a

produção de alimentos pode ser reduzido em até 90% e seus resíduos podem ser tratados e utilizados como biofertilizantes. (CARNEIRO, 2015)

Figura 18: Esquema de um sistema de aquaponia.
Fonte: CARNEIRO, 2015

A diversidade e adaptabilidade dos sistemas aquapônicos são amplamente destacadas nas pesquisas mais recentes. Sistemas aquapônicos podem ser desenvolvidos e adaptados em diferentes escalas, desde sistemas compactos para uso familiar até sistemas modulares para produção em larga escala (CARNEIRO, 2015). Em um espaço de aproximadamente 1,2 m², por exemplo, é possível cultivar cerca de 100 peixes e 160 plantas em um cultivo vertical (HUERTO LAZO, [2016?]).

Figura 19: Cultivo vertical de vegetais na Asociación Huerto Lazo.
Fonte: HUERTO LAZO, [2016?].

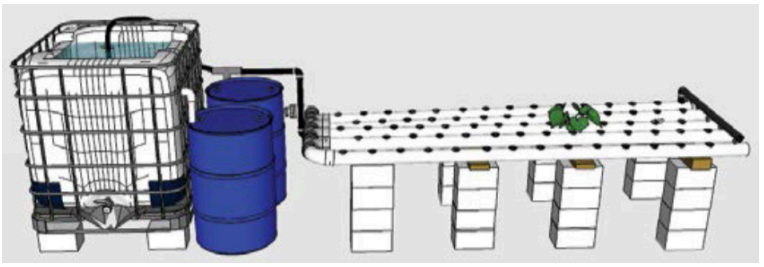
Também há possibilidades de sistemas maiores de médio e grande porte, com tanques customizados utilizando lonas apropriadas, como acontece em Aracruz-ES, onde uma iniciativa do Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) montou uma unidade demonstrativa, com um custo inicial de R$11,7 mil, que se mostrou economicamente viável e beneficia 70 famílias indígenas locais (ESHOJE, 2023; RUI, 2024).

Figura 20: Aquaponia em Aracruz-ES. Tanque dos peixes, customizado com utilização de lona, à esquerda; Cultivo de alfaces em calhas de PVC, à direita.
Fonte: ESHOJE, 2023; RUI, 2024.

A FAO publicou em 2014 o artigo técnico “Produção aquapônica de alimentos em pequena escala - produção integrada de peixes e vegetais”[29]. O documento é bastante detalhado e explica o conceito da aquaponia, dá um pequeno histórico, detalha a construção e funcionamento de cada componente do sistema, explica os parâmetros mais importantes que devem ser monitorados e regulados para manter o equilíbrio do sistema, especifica parâmetros para o cultivo de diversas espécies, ensina como tratar problemas de saúde de plantas e peixes, dentre outras coisas (SOMERVILLE, 2014).

(A)

(B)



(C)

Figura 21: Ilustração de sistemas de aquapônicos. (A) Sistema com cultivo em camas de substrato, há um reservatório ao centro; (B) Sistema com cultivo em calhas de PVC, os recipientes azuis são filtros; (C) Sistema com cultivo flutuante DFT.
Fonte: SOMERVILLE, 2014.

Em 2015, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) publicou o documento “Produção Integrada de Peixes e Vegetais em Aquaponia”, reforçando a temática no debate nacional. O documento, apesar de não ser tão extenso e detalhado como o da FAO, introduz a técnica da aquaponia, ilustra todos os componentes com fotos, sugere espécies de plantas

[29] Small-scale aquaponic food production - Integrated fish and plant farming

e peixes para cultivo, explica a relação de espaço e volume de água com a quantidade de peixes, plantas e filtros (CARNEIRO, 2015).

Figura 22: Sistema modular de aquaponia em nível familiar que conta com um tanque de criação de peixes de 600L (A), filtro de sólidos decantáveis de 200L (B), filtro de sólidos em suspensão de 20L (C) e três ambientes distintos de cultivo com 1m² cada: (D) ambiente de britas com tomateiros; (E) flutuante com plantas de alface apoiadas em placas de isopor; (F) areia com cenoura e cebola. Observar que foi feita uma derivação de parte da água de saída do ambiente com areia (F) para um segundo ambiente de areia onde é feita a produção de mudas de alface (G). Na sequência, toda água retorna à caixa dos peixes (A).
Fonte: CARNEIRO, 2015.

Em 2019 o Ecolume, projeto que tem como objetivo a sustentabilidade alimentar e hídrica, instalou uma unidade do Sistema Agrovoltaico Ecolume (Save) na escola de agroecologia Serta (Serviço de Tecnologia Alternativa)[30], em Ibimirim, Pernambuco, sob coordenação do Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA, 2022). O projeto associa as seguranças hídrica, energética e alimentar e as correlaciona com os ODS da Agenda 2030 da ONU, especialmente os ODS 1 (erradicação da pobreza), 2 (fome zero), 6 (água limpa e saneamento), 7 (energia acessível e limpa), 8 (emprego digno e crescimento econômico), 15 (vida sobre a terra) e 17 (parceria em prol das metas) (LACERDA *et al.*, 2020).

[30] https://serta.org.br/

Figura 23: Sistema Agrovoltaico Ecolume.
Fonte: Fotos do autor, 2023.

O Save propõe um módulo aquapônico coberto por painéis solares e com área total de 24m², o que gera uma economia no custo da energia elétrica de cerca de R$4.000,00 anualmente. O sistema de captação solar é monitorado remotamente através de um software. O sistema aquapônico conta com um tanque de peixes circular de base reta (foi utilizada uma caixa d'água de polietileno com capacidade para 3 mil litros), um filtro de partículas sólidas (tonel de 200L), e cultivos hidropônicos com substrato (filtro biológico) e em calhas de PVC. O módulo ainda inclui um sistema de captação de água de chuva (a água que escorre pelas placas solares é captada por calhas e armazenada num reservatório), um

galinheiro abaixo das calhas de cultivo, um espaço para sementeira e um tanque para fermentação dos efluentes (conversão em biofertilizantes). A bomba utilizada para circulação da água no sistema é adaptada de máquinas de lavar roupas, relativamente baratas, e é utilizado um temporizador para não sobreaquecer o equipamento, sendo o fluxo da água intermitente. Todo o módulo de cultivo é cercado com uma tela (sombrite 70%), para proteger de animais e amenizar o calor e a luminosidade.

Em um ano foram produzidos com o Save: 4.800 Kwh de energia, aproximadamente 130 kg de peixes, 730 ovos, 336 kg de hortaliças e 200 mudas de plantas nativas. O custo de implantação desse protótipo foi de cerca de R$20.000,00 e a rentabilidade anual foi de R$10.362,00 (LACERDA *et al.*, 2020).

Produtos	Produção	Valor unitário de referência (R$)	Rentabilidade ANUAL (R$)
Peixe Tilápia	130 kg	20,00	2.600,00
Ovos	730 unidades	0,50	365,00
Vegetais	816 unidades	2,00	1.632,00
Mudas	200 unidades	15,00	3.000,00
Energia Elétrica	4,800 kWh	0,50	2.400,00
Área de Produção	24 m²	**Total**	**10.362,00**

Tabela 4: Resultados obtidos pelo Ecolume com o protótipo do Save na unidade do Serta em Ibimirim-PE.
Fonte: LACERDA *et al.*, 2020, adaptada pelo autor.

Adeleke *et al.* (2022) descrevem um sistema aquapônico de baixo custo através das seguintes características:

- Pequeno em tamanho (abaixo de 50 m²);
- É construído com materiais fornecidos localmente, tendo o menor custo possível;
- Tem baixo custo operacional e um sistema de gestão eficiente;
- Produz alimentos de boa qualidade e em volumes suficientes para o consumo e que possibilite gerar renda a partir de um excedente de produção;

De acordo com as características descritas, todos os modelos apresentados podem ser caracterizados como um sistema aquapônico de baixo custo. Os fatores críticos para o sucesso de um desses sistemas incluem o design da infraestrutura adaptável, seleção adequada do local, componentes aquapônicos bem escolhidos (como tanques de peixes, filtros mecânicos e biológicos, e unidades hidropônicas), e condições microclimáticas ótimas. A gestão do microclima é vital para garantir condições ideais para o crescimento de peixes e plantas, abordando fatores como temperatura, luz solar e umidade. (ADELEKE *et al.*, 2022)

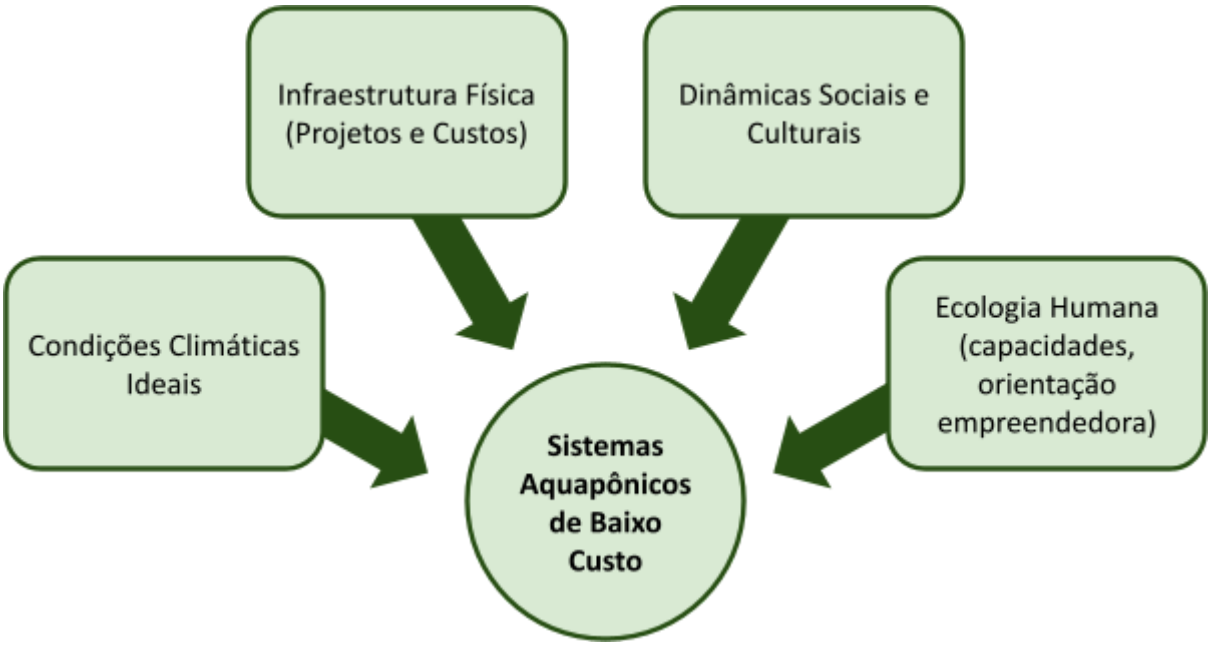


Figura 24: Fatores críticos de sucesso para a aquaponia de baixo custo.
Fonte: ADELEKE *et al.*, 2022, adaptado pelo autor.

Além das questões físicas e biológicas, as dinâmicas socioculturais e a ecologia humana também são aspectos importantes para a aceitação e o sucesso dos sistemas aquapônicos. O conhecimento e a aceitação local dos produtos aquapônicos, as normas sociais e culturais e a capacidade e orientação empreendedora dos operadores influenciam significativamente a viabilidade e o impacto desses sistemas aquapônicos de baixo custo, é essencial considerar não apenas os aspectos técnicos, mas também o contexto sociocultural e econômico das comunidades alvo. (ADELEKE *et al.*, 2022)

Além dos benefícios na produção de alimentos, a aquaponia está sendo cada vez mais percebida por empreendimentos sociais como uma ferramenta com grande potencial para resolver problemas como, por exemplo, melhoria da segurança alimentar e geração de

renda para famílias de baixos recursos com dificuldades de acesso à terra. A aquaponia também oferece uma forma inovadora de horticultura terapêutica e pode promover o bem-estar de pessoas com problemas de saúde mental ou outros problemas sociais, provendo treinamentos, trabalho e interação comunitária.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA

A partir do interesse na intersecção entre design e soluções para otimização e popularização da agricultura urbana, e para complementar esta pesquisa com achados a partir de produções científicas, foi feita uma revisão bibliográfica para entender a relevância acadêmica das temáticas estudadas, especialmente a relação entre a aquaponia e a melhoria da segurança alimentar e nutricional. Optei por utilizar a base de dados **Web of Science** para fazer um levantamento de publicações, considerando que é uma referência internacional para pesquisa científica com maior concentração de pesquisas relacionadas às temáticas aqui postas.

Para iniciar a revisão bibliográfica foi definida a seguinte **pergunta de pesquisa**: A aquaponia em pequena escala é viável para melhorar a segurança alimentar familiar? A partir desta pergunta, foram definidas algumas **palavras-chave** para a busca na ferramenta. A base de dados é em inglês e meu direcionamento era buscar trabalhos que estudassem a aquaponia, avaliando sua viabilidade e relacionando a tecnologia com a melhoria da segurança alimentar e nutricional. Desta forma, fiz buscas combinando a palavra *"aquaponics"*[31] com palavras como *"food security"* (53 resultados), *"viab*"* (44 resultados - abrangendo *viable* e *viability*[32]), *"urban agriculture"*[33] *(58 resultados)* e *"social project"*[34] (18 resultados), utilizando o conector booleano "*AND*".

A partir dos resultados obtidos nas buscas, precisei estabelecer critérios de inclusão e exclusão de trabalhos na revisão bibliográfica. Os **critérios de inclusão** foram definidos para incluir: 1) trabalhos com contexto social e estudos de caso; 2) aquaponia contribuindo para melhoria da segurança alimentar. O **critério de exclusão** foi definido para não considerar: 1) trabalhos muito técnicos sobre espécies de plantas e peixes, análises químicas e biológicas do sistema aquapônico, inserção de tecnologias para automações no sistema, etc., sem contexto com atuação social.

Foi feita a leitura de todos os resumos dos trabalhos e para todos eles foi gerada uma **nuvem de palavras** do resumo e uma do trabalho completo, utilizando a ferramenta online

[31] Aquaponia, em inglês
[32] Viável e viabilidade, em inglês
[33] Agricultura urbana, em inglês
[34] Projeto social, em inglês

Wordclouds[35]. Exemplos de nuvens de palavras geradas nessa etapa são apresentadas na figura 21. Estas nuvens de palavras tiveram o objetivo de registrar visualmente a temática de cada trabalho selecionado, facilitando lembrar do que trata cada um posteriormente. Após a leitura de todos os resumos dos trabalhos, e considerando os critérios de seleção de resultados, percebi que havia muitos resultados em comum nas buscas com estas palavras-chave e resolvi me concentrar nos resultados gerados a partir das palavras-chave *"aquaponics"* e *"food security"*, pois estavam mais aderentes aos questionamentos levantados na problemática e com os objetivos definidos para o trabalho. Ainda assim, por limitação de tempo, entendi que precisaria refinar a pré-seleção feita a partir da leitura dos resumos, onde constavam 40 artigos.

Após esta primeira seleção, resolvi testar a ferramenta de inteligência artificial **ChatPDF**[36], para entender se ela poderia otimizar o processo de seleção dos trabalhos. A ferramenta permite o upload de arquivos no formato .pdf e, a partir do upload, é possível fazer perguntas sobre o conteúdo do documento fornecido. Fiz alguns testes para entender o potencial da ferramenta e precisei criar um protocolo para que pudesse reproduzir exatamente o mesmo processo para todos os trabalhos selecionados. Inicialmente defini uma pergunta padrão para todos os artigos que seriam submetidos à análise da ferramenta:

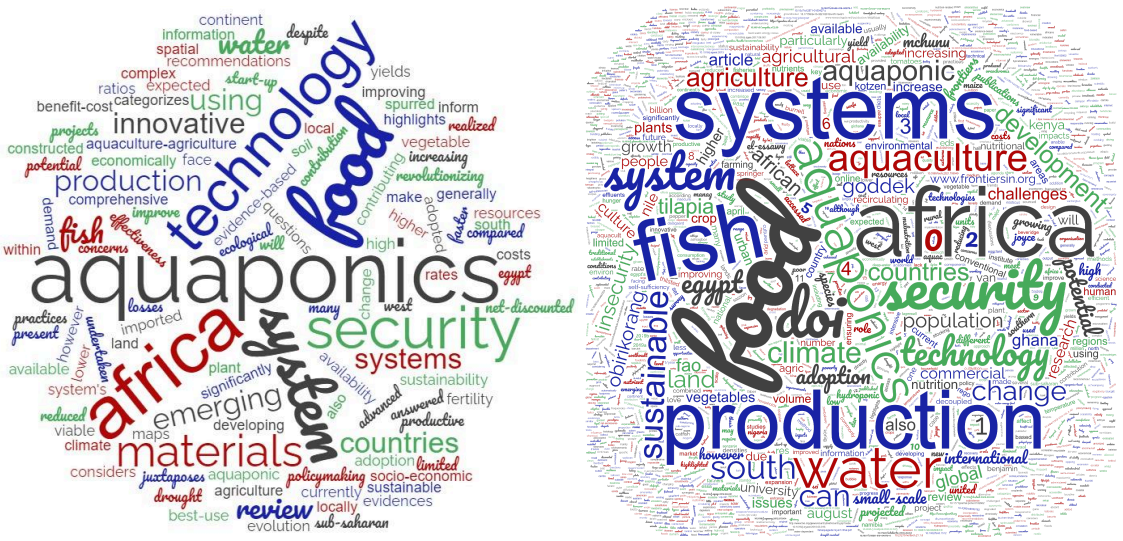
> *O documento apresenta contexto social, apresenta um estudo de caso ou fala sobre melhoria da segurança alimentar?*

Após executar o teste para o primeiro artigo a pergunta foi refinada, para abordar um ponto importante e relevante para a pesquisa, que é a geração de renda:

> *O documento apresenta contexto social, apresenta um estudo de caso ou fala sobre melhoria da segurança alimentar e geração de renda?*

[35] https://www.wordclouds.com/
[36] https://www.chatpdf.com/

(1)



(2)

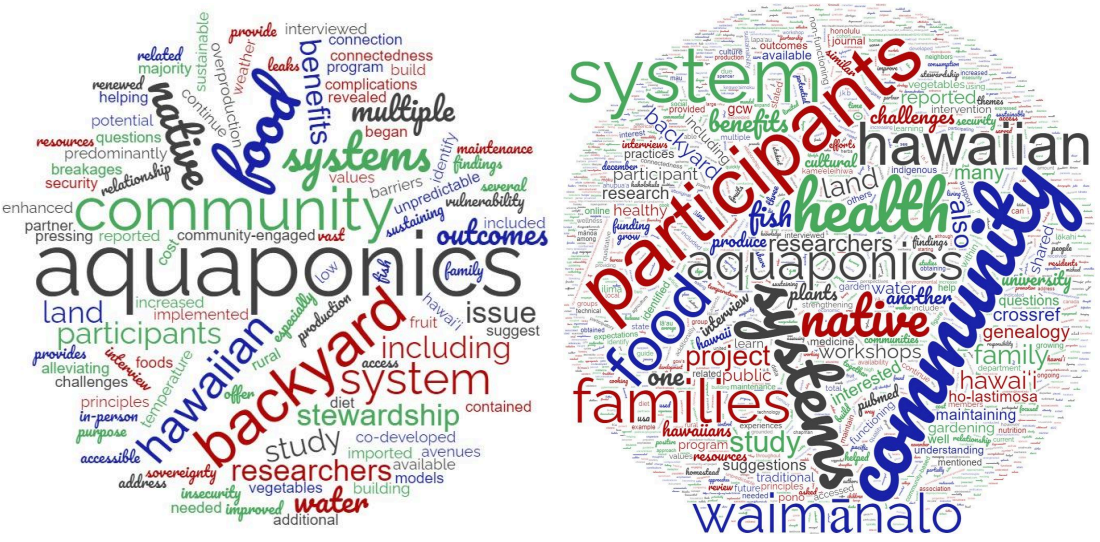


Figura 25: Exemplos de nuvens de palavras. (1) Nuvens de palavras do resumo (esquerda) e da íntegra de um artigo científico que faz um panorama da aquaponia na África. (2) Nuvens de palavras do resumo (esquerda) e da íntegra de um artigo científico que fala sobre a introdução da aquaponia no quintal de várias famílias de uma comunidade no Havaí, EUA.
Fonte: O autor, 2023.

Com novos testes, executados nos três primeiros artigos selecionados, foi percebida a necessidade de maior detalhamento da pergunta, que foi direcionada à melhoria da segurança alimentar de populações vulnerabilizadas, se adequando melhor ao propósito da pesquisa:

> *O trabalho apresenta um estudo sobre a aquaponia voltada à melhoria da segurança alimentar e geração de renda para populações vulnerabilizadas? São apresentados estudos de casos?*

Tendo essas perguntas como base, os demais questionamentos sobre os trabalhos seriam as questões sugeridas através da análise automática de conteúdo feita pela ferramenta, totalizando 4 perguntas para todos os trabalhos previamente selecionados.

Com esta nova seleção de trabalhos, a lista de selecionados teve um total de 5 artigos, abordando a utilização da aquaponia na África, na Arábia Saudita, em Bangladesh e no Havaí (EUA).

3.1 Sistemas aquapônicos no cenário internacional

Apesar de alguns avanços significativos no combate à fome a nível mundial, este ainda é um problema global com mais 1 bilhão de pessoas em situação de insegurança alimentar. A população da **África** é a que tem maior crescimento no mundo, com expectativa de chegar a 2,4 bilhões de pessoas em 2050, frente a 1,1 bilhões atualmente, isso significa que mais da metade do crescimento populacional mundial até 2050 se dará no continente africano. Seu papel em atingir o ODS 2 da ONU, relacionado à fome, é crucial para mitigar a insegurança alimentar a nível mundial e há esforços de governos e uniões sub-regionais para aumentar investimentos em soluções tecnológicas de cultivo, buscando variedade de produção em grande escala com sustentabilidade. (OBIRIKORANG *et al.*, 2021)

O cenário atual de mudanças climáticas eleva a preocupação na África Subsaariana, que deve ser umas das regiões mais impactadas no mundo, porque as temperaturas já são elevadas e há uma dependência da agricultura tradicional, condicionada à chuva e à economia local fragilizada. Até 2060, cerca de 600 milhões de pessoas devem enfrentar a realidade da insegurança alimentar grave, pois entre 60 e 90 milhões de hectares de terra podem enfrentar secas prolongadas. Os agricultores locais intensificaram esforços para se adaptarem às novas condições climáticas, como mudança de época de plantio e opção por culturas mais resistentes à seca. No entanto, esses esforços não serão suficientes para atender à demanda por alimentos projetada para 2050. Há uma necessidade de expansão de áreas produtivas, porém a perda de áreas cultiváveis é consistente desde os anos 70. Entre 1970 e 2013 houve uma redução de 50% das terras cultiváveis a nível global. Todos esses fatores de imprevisibilidade de eventos climáticos intensos, escassez de água e

redução de terras cultiváveis, direcionam cada vez mais a agricultura para tecnologias de cultivo controlado, com uso eficiente de espaço e de recursos. (OBIRIKORANG *et al.*, 2021)

Apesar de que alguns países da África tiveram ganhos significativos em alguns indicadores de redução da pobreza e da fome, o progresso geral do continente ainda é lento. No Chifre da África, região da Somália, no sul de Madagascar e em alguns países da região central do continente o número de pessoas com deficiência nutricional mais do que dobrou desde os anos 90, efeito do crescimento populacional, instabilidades políticas e guerras civis. O oeste da África reduziu em 60%, no mesmo período, a quantidade de pessoas passando fome, sendo a região subsaariana de maior êxito nesse aspecto, seguida do leste e sul africano, que também fizeram progressos significativos. (OBIRIKORANG *et al.*, 2021)

A segurança alimentar também considera a qualidade nutricional dos alimentos, ou seja, transcende as questões de disponibilidade e ingestão. Nesse aspecto, o peixe é sempre destacado como alimento de grande valor nutritivo e visto como um fator que tem grande potencial de melhorar a segurança nutricional de populações rurais mais pobres, especialmente de mulheres e crianças. (OBIRIKORANG *et al.*, 2021)

Nesse contexto, a aquaponia surge como uma prática promissora, se destacando pelo seu potencial em proporcionar melhorias na segurança alimentar através da produção simultânea de peixes e vegetais. Além de ser uma solução inovadora, oferece uma alternativa sustentável às técnicas convencionais de aquicultura, que muitas vezes estão limitadas pela disponibilidade de terra e água, além de preocupações com impactos ambientais. (OBIRIKORANG *et al.*, 2021)

A implementação de sistemas aquapônicos, tanto em escala comercial quanto comunitária, tem demonstrado resultados positivos no aumento da produção local de alimentos, ajudando a diminuir os déficits estruturais de abastecimento e a prevenir a formação de "desertos alimentares". A tecnologia cresce em um ritmo animador na África, também pela percepção do seu potencial frente à condição de emergência climática e crescimento populacional, principalmente em centros urbanos. (OBIRIKORANG *et al.*, 2021)

Obirikorang *et al.* (2021) traçam um panorama da aquaponia no continente africano através de uma revisão bibliográfica que levantou 82 publicações sobre aquaponia em 15 países

africanos, dos quais os que mais se destacam na implementação da tecnologia são Egito, África do Sul, Quênia e Nigéria.

A expectativa de crescimento populacional para os próximos anos, somada com a redução da disponibilidade *per capita* de água, requerem a otimização da produção de alimentos. As experiências comerciais com aquaponia no **norte da África** têm mostrado o potencial da tecnologia no cultivo sustentável de alimentos, com o uso racional de água em regiões com alto índice de escassez hídrica. As regiões mais secas e áridas podem se beneficiar com a aquaponia e atingir níveis de subsistência, enquanto reduzem a pegada ambiental. Ainda há ressalva sobre o alto custo inicial da implementação do sistema, isso dificulta a sua adoção por pequenos agricultores. (OBIRIKORANG *et al.*, 2021)

No **Egito** a aquicultura e aquaponia são consideradas tecnologias viáveis para atingir os ODS globais da ONU, a erradicação da extrema pobreza e da fome. Existem muitas empresas privadas no Egito oferecendo módulos escaláveis de aquaponia para promover a auto-suficiência alimentar das famílias. A aquaponia também é implementada nesse país com o objetivo de redução das importações de alimentos, e se correlaciona com a crescente demanda por proteína animal, o que também pode reduzir o custo da alimentação para as populações mais pobres. Também há várias aquaponias de larga escala espalhadas pelo país, especialmente em regiões com limitações de recursos hídricos e terras cultiváveis. Estudos comparativos mostraram uma maior produtividade do cultivo flutuante (DWC) frente ao cultivo que utiliza areia como substrato. (OBIRIKORANG *et al.*, 2021)

No **sul da África**, a aquaponia pode facilitar a produção agrícola em áreas densamente urbanizadas, com aumento da pobreza; em áreas com solos degradados, como antigas minas de carvão, por exemplo; ou grande limitação de água. O custo de operação do sistema aquapônico nessa região pode ser mais elevado devido à necessidade de controle térmico da água do sistema por conta das baixas temperaturas em determinadas épocas do ano. (OBIRIKORANG *et al.*, 2021)

Na **África do Sul** as aquaponias comerciais geralmente adotam um tamanho padrão de tanque com 5.000 m^3 (5 milhões de litros, aproximadamente), cultivando peixes com uma densidade populacional entre 60 e 200 kg/m^3. As vendas de produtos das aquaponias são

populares pela percepção de qualidade, isso impacta positivamente a segurança alimentar e nutricional da população. A maioria dos sistemas aquapônicos foi construída com recursos próprios, mas também há sistemas implementados com apoio do Departamento de Agricultura. O tipo de cultivo mais comum é feito com a utilização de substrato de cascalho, o que reduz o custo do sistema, pois o cascalho também funciona como filtro biológico. (OBIRIKORANG *et al.*, 2021)

No Cabo Ocidental da África do Sul, na luta contra o aumento da insegurança alimentar foram instalados sistemas de aquaponia de pequeno porte em quintais urbanos, para aumentar a autossuficiência alimentar e gerar renda. Em algumas dessas aquaponias há a produção de alevinos e mudas. (OBIRIKORANG *et al.*, 2021)

Na **Namíbia**, estudos sobre a viabilidade da aquaponia para melhoria da segurança alimentar, sustentabilidade, geração de renda e como recurso educacional, mostraram que essa tecnologia é uma das maneiras mais eficientes de alcançar esse objetivo. Uma parte da população, cerca de 430.000 pessoas, importa 70% dos seus alimentos da África do Sul. (OBIRIKORANG *et al.*, 2021)

No **Zimbábue**, a aquaponia é considerada como um meio viável de evitar a fome num cenário de crescimento populacional, métodos produtivos tradicionais ineficientes e baixa incidência de chuvas. Para escapar dos problemas com fornecimento elétrico, foi construído um protótipo de sistema aquapônico alimentado por energia solar, capaz de manter o sistema em constante funcionamento. O módulo utiliza bomba d'água, compressor e componentes eletrônicos como um arduino e alguns sensores. Este sistema foi pensado para ser escalável e fácil de instalar em outras localidades. (OBIRIKORANG *et al.*, 2021)

Na região **oeste da África**, um projeto piloto em pequena escala implementou a Aquaponia Sustentável para Segurança Nutricional e Alimentar na África Subsaariana Urbana (SANFU[37]) com o objetivo de coletar dados para estudar a viabilidade de sistemas aquapônicos na **Nigéria**. O estudo destaca que a utilização de materiais locais para a construção de um módulo produtivo pode mudar significativamente a relação custo-benefício, aumentando as

[37] Sustainable Aquaponics for Nutritional and Food Security in Urban Sub-Saharan Africa

chances de pessoas de baixa renda terem acesso à construção de um sistema de aquaponia, contribuindo para a segurança alimentar e nutricional. (OBIRIKORANG *et al.*, 2021)

Material	Valor (€) Materiais Importados	Valor (€) Materiais Locais	Duração (anos)
Construções (escritório, estufa aberta)	2.500	N/A	30
Tanques dos peixes e camas de cultivo (trabalho incluso)	700	500	10
Trabalho (implementação do sistema)	1.000	N/A	-
Bombas de ar	50	120	10
Bombas de água	120	163	5
Encanamento (acessórios inclusos)	300	220	10
Sistema fotovoltaico	690	-	25
Energia (substituindo sistema fotovoltaico)	-	625	-
Granito	50	37	10
Material de pesca	50	50	5
Kit de teste (pH)	150	150	5
Seixos de argila	50	N/A	10
Total	**5.660**	**1.865**	

Tabela 5: Comparativo do custo de investimento (em euros) do sistema aquapônico SANFU, implementado na Nigéria, com materiais importados e locais.
Fonte: Benjamin *et al.*, 2020, traduzida e adaptada pelo autor.
Nota: N/A - não aplicável; se o sistema aquapônico for adotado por uma família para suplementação da dieta, esses custos não são considerados.

Benjamin *et al.* (2020) detalham o projeto com o sistema aquapônico SANFU em Lagos, na Nigéria. O módulo produtivo conta com uma aquaponia sustentável composta por três camas de cultivo (granito, seixos de argila e inundações constantes) e dois tanques de peixes. As camas de cultivo são estimadas em 2,5 m² e cada tanque de peixes tem entre 800L e 1.000L, o que caracteriza uma aquaponia de pequena escala. O projeto SANFU foi implementado em um espaço parcialmente aberto de 6,7 m². Os dados coletados incluem insumos como a alimentação dos peixes, água, peso dos peixes, indicadores de crescimento das plantas (altura, largura e comprimento das folhas), horas trabalhadas, custos de

construção, investimento, e custos operacionais. O estudo também coletou valores de mercado de vegetais e peixes nos mercados locais em Lagos (capital) e locais próximos, entre outubro de 2019 e março de 2020, durante a transição das estações úmida e seca na Nigéria, concluindo que a aquaponia de pequena escala se torna viável se implementada com materiais e insumos locais. (BENJAMIN, 2020)

Em **Gana**, a parceria entre um instituto de pesquisa local e um instituto de pesquisa brasileiro possibilitou a implementação de um sistema de aquaponia experimental, onde a recirculação de água funciona desacoplada entre os sistemas de aquicultura e de hidroponia, mantendo-os como sistemas independentes. A água do tanque dos peixes foi tratada e direcionada para culturas de milho, resultando em um aumento de produtividade comparado à média de produção local. Uma das vantagens do sistema desacoplado é que ele permite fazer a suplementação nutricional da água para as plantas sem interferir diretamente na água direcionada para os peixes. (OBIRIKORANG *et al.*, 2021)

No **leste do continente africano**, fatores como pragas, degradação do solo, eventos climáticos imprevisíveis, secas prolongadas e contínua divisão de terras entre herdeiros, tiveram como consequência uma queda acentuada nos cultivos convencionais do **Quênia.** A aquaponia surgiu como uma alternativa viável para transformar o cultivo de alimentos frente às adversidades climáticas, suprindo o mercado local, driblando a sazonalidade e, consequentemente, impactando positivamente a segurança alimentar da população. (OBIRIKORANG *et al.*, 2021)

Ainda no Quênia, um experimento introduziu larvas de mosca soldado negro (BSFL[38]) em substituição à ração e constatou efeitos positivos na otimização do crescimento de peixes e plantas. O fornecimento regular de energia elétrica ainda é um grande desafio para adoção da tecnologia em grande escala nas áreas rurais, assim como os custos de insumos, implementação do sistema, e dificuldades de acesso a financiamentos para a agricultura. Apesar das dificuldades, um estudo em Nairóbi (capital) mostrou que as pessoas estão dispostas a pagar mais pelos produtos oriundos da aquaponia, porque os percebem como alimentos mais saudáveis, frescos e livres de pesticidas. (OBIRIKORANG *et al.*, 2021)

[38] Black soldier fly larvae (BSFL)

País	Escala	Espécies de Peixes	Plantas cultivadas	Biomassa dos peixes	Colheitas vegetais
Nigéria	Pequena escala	Tilápia do Nilo e Bagre africano	Espinafre, berinjela e tomates	27,9 kg/ano	3kg/ano
Gana	Comercial	Tilápia do Nilo	Milho	-	2,3 t/ha
Costa do Marfim	Pequena escala	Tilápia do Nilo	Tomates	60 kg/mês	81 kg/mês
Egito	Comercial	-	Bredo	-	
Quênia	Pequena escala	Tilápia do Nilo	Bredo, abóbora, artemísia	-	1,1 kg/m² (bredo); 1,3 kg/m² (abóbora); e 1,6 kg/m² (artemísia)
Egito	Comercial	Tilápia do Nilo	Alface, cebolinha, manjericão	5 - 7,5 t/ano	7,5 t/ano (alface); 3,2 t/ano (manjericão); e 2,6 t/ano (cebolinha)
Nigéria	Pequena escala	Bagre	Abóbora	160 kg/m³	43 kg / 4 meses
Egito	Pequena escala	Tilápia do Nilo	Pimentão, pimenta, abobrinha, repolho, berinjela e tomates	35,6 kg/m³ / 16 semanas	25 kg (pimentão); 37 kg (pimenta); 50 kg (abobrinha); 90 kg (tomate), 180 kg (berinjela e repolho)

Tabela 6: Comparativo da produtividade de sistemas de aquaponia em países da África.
Fonte: Obirikorang *et al.*, 2021, traduzida e adaptada pelo autor.

Na **Arábia Saudita**, produzir alimentos em condições adversas, resultantes do clima árido, escassez de água, crescimento populacional e urbanização, crise energética, degradação do solo e mudanças climáticas é bastante desafiador ou até impossível em muitos casos. A região MENA[39] (Oriente Médio e Norte da África), onde o país está localizado, tem 6% da população mundial e apenas 1,4% da água doce do mundo, o que a torna a região com maior escassez de água. A demanda de água para agricultura é obtida com águas subterrâneas renováveis e não renováveis, águas superficiais, águas dessalinizadas e águas residuais tratadas, das quais as mais utilizadas são as reservas não renováveis. Para se ter uma ideia, a disponibilidade *per capita* de recursos hídricos na Arábia Saudita reduziu 30%

[39] Middle East e North Africa (MENA)

desde o ano 2000, causando grande preocupação sobre a segurança hídrica na região. (MEMON *et al.*, 2022)

A soberania alimentar na Arábia Saudita também é um ponto sensível. Estima-se que em 2050 o país deve importar 100% dos alimentos consumidos. Em 2019 a estimativa de despesas anuais com importação de vegetais foi de US$240 *per capita*, ultrapassando US$8 bilhões no total, e a de peixes chegou a US$19 milhões. Esses valores evidenciam a grande dependência de alimentos importados, dando destaque à dificuldade em garantir a segurança alimentar da população. O mesmo acontece com os países vizinhos, que também importam a maior parte de seus alimentos de países distantes. (MEMON *et al.*, 2022)

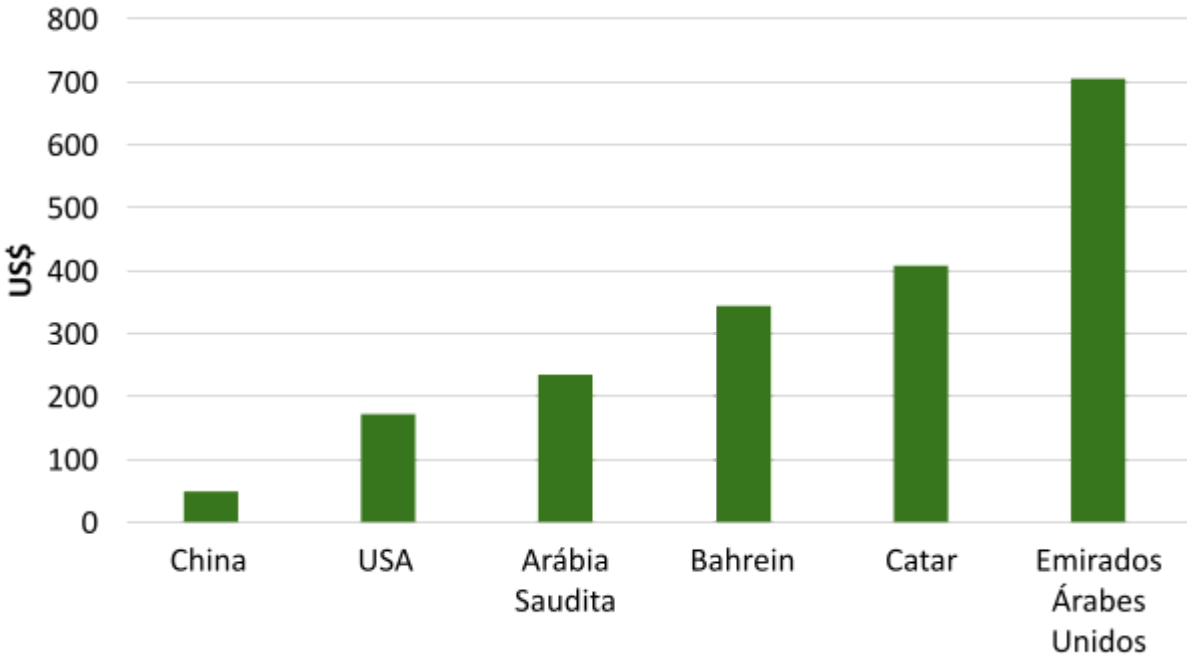


Figura 26: Importação per capita de alimentos em dólar, no ano de 2019.
Fonte: Memon *et al.*, 2022, traduzido e adaptado pelo autor.

Memon *et al.* (2022) defendem que os métodos de cultivo, técnicas e pesquisas para garantir uma produção sustentável e eficiente devem ser priorizados, otimizando o uso de recursos hídricos e energéticos, reduzindo as milhas alimentares (*food miles*) e produzindo alimentos sãos, saudáveis e nutritivos. Os autores apontam a aquaponia como uma possível resposta para esta questão, destacando seu potencial como uma tecnologia integrada baseada na relação simbiótica entre peixe, bactéria benéfica e plantas, implicando em um sistema com múltiplas culturas como peixe, frutas e vegetais, simultaneamente reciclando água e nutrientes. (MEMON *et al.*, 2022)

Forças	**Oportunidades**
1. Produto: Qualidade superior, fresco, colheita consistente, crescimento uniforme, alto valor nutricional, maior prazo de validade. **2. Fontes de receita:** Varejo, alimentação e bebidas (restaurantes) e setor B2C, treinamentos e workshops, agroturismo, suprimentos e serviços. **3. Competências:** Baixo uso de água, possibilidade de agricultura descentralizada e urbana (pode ser feita em telhados e quintais), cultivo protegido, 100% orgânico e livre de produtos químicos, probabilidade muito baixa de doenças em comparação com hidroponia e aquicultura, a proximidade do mercado implica menos milhas alimentares (*foodmiles*) e custos de embalagem, sem solo. **4. Vantagens gerais:** Em conformidade com os padrões e regulamentos de segurança ambiental, falta de concorrência no mercado, eficiência no uso de recursos, possibilidade de integração com geração de energia solar e geotérmica.	**1. Disponibilidade de tecnologia:** Infraestrutura de transporte superior, rede rodoviária bem conectada em toda a Arábia Saudita e no Médio Oriente, tecnologias de controle climático para estufa estão disponíveis, é possível adquirir tecnologia de ponta devido ao setor maduro de petróleo e gás existente. **2. Políticas governamentais:** A Visão 2030 e a estratégia hídrica do Ministério do Meio Ambiente, Água e Agricultura[40] prevêem um país com segurança hídrica e alimentar. **3. Cliente:** Mudança para uma dieta orgânica e saudável, consciência sobre um estilo de vida consciente da saúde, agricultura ambientalmente responsável. **4. Vazios de mercado:** Ausência de opções orgânicas econômicas para o consumidor, os produtos locais frescos são altamente sazonais e majoritariamente inorgânicos, com curto prazo de validade das importações. **5. Tendências favoráveis:** Preferência por produtos locais com benefícios ambientais e frescura superior.
Fraquezas	**Ameaças**
1. Meio ambiente: Lidar com altas temperaturas e umidade de maneira econômica, disponibilidade de água de qualidade aceitável. **2. Fontes de perda de receitas:** temperaturas extremas, tempestades de areia, custos energéticos mais elevados devido ao controle climático, pragas. **3. Elevados custos de capita**l para construção do sistema. **4. Necessita de conhecimentos especializados**, que ainda são limitados em termos de experiências e habilidades.	**1. Obstáculos:** Mercados voláteis, alternativas mais baratas tornam-se favoráveis à medida que o índice de preços de alimentos[41] aumenta, alternativas importadas penetram constantemente no mercado, obter certificação orgânica e livre de produtos químicos da autoridade saudita de alimentos e medicamentos (FDA) para a Aquaponia, espalhar a consciência entre os habitantes locais. **2. Fatores econômicos**: Os padrões comerciais e de compra são altamente dependentes das condições econômico-políticas e dos elevados custos laborais e de importação no país. **3. Vulnerabilidades:** O equilíbrio entre as exigências dos clientes e as condições meteorológicas, as culturas adequadas ao clima limitam a variedade de culturas e a penetração no mercado pode exigir preços iniciais baixos.

Tabela 7: Análise FOFA (Forças, Oportunidade, Fraquezas e Ameaças) da aquaponia na Arábia Saudita.
Fonte: Memon *et al.*, 2021, traduzida e adaptada pelo autor.

[40] Ministry of Environment, Water and Agriculture (MEWA)
[41] Food Price Index (FPI)

Como primeiro passo para a construção de um sistema aquapônico de escala comercial para estudos de viabilidade e aceitação de mercado, foi realizada uma análise FOFA[42] (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças), cuja ideia era utilizar os resultados como diretrizes para projetos do tipo tanto na Arábia Saudita quanto em outros locais com condições climáticas semelhantes. (MEMON *et al.*, 2022)

Foi relatada a construção de um sistema aquapônico na Universidade King Fahd de Petróleo e Minerais, na costa leste do país, onde foi necessário um estudo prévio das condições locais de inclinação do terreno, ângulos de incidência de luz solar, disponibilidade de recursos hídricos e elétricos, instalações, possibilidade de escavação do solo, etc.. Um dos grandes desafios do projeto foi o de manter a água do tanque a uma temperatura entre 23ºC e 28ºC, devido às grandes variações de temperatura ao longo do ano, o que foi solucionado em parte enterrando o reservatório para utilização da energia geotérmica. Ainda assim, foi necessária a instalação de reguladores de temperatura da água, o que elevou ainda mais o custo do projeto. Os autores também destacam a utilização de aço inoxidável para as partes metálicas, por conta da possível oxidação proveniente da água ácida do sistema. (MEMON *et al.*, 2022)

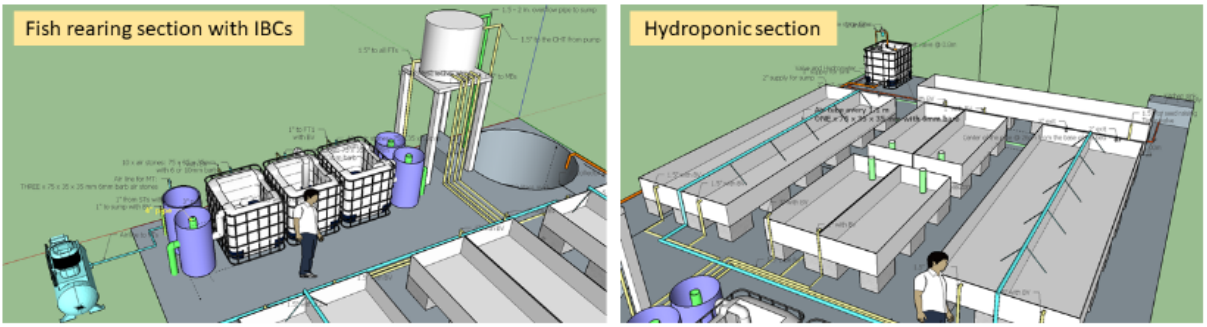


Figura 27: Print de um modelo 3D para construção de aquaponia de escala comercial na Arábia Saudita.
Fonte: Memon *et al.*, 2021.

O sistema utiliza cultivos flutuantes (DWC) e camas de substrato, onde foram utilizados seixos de argila devido à eficiência e ao baixo custo do material. A utilização de reservatórios multiuso gradeados (IBC) foi a opção mais viável para este projeto. Foi necessária a utilização de compressores de ar para a oxigenação do cultivo flutuante e do tanque dos peixes. Foram definidas, ainda, rotinas diária (monitoramento de oxigênio dissolvido, pH, amônia,

[42] SWOT - Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats

fosfatos, nitritos e nitratos) e semanal (recolhimento de amostras de sólidos suspensos e dissolvidos) para análise dos parâmetros da água do sistema e garantia da sua estabilidade. Para evitar situações críticas, os autores consideram de fundamental importância manter um sistema completo de backup, ligado a uma fonte alternativa de energia, o que eleva bastante os requisitos e custos de um sistema de escala comercial. (MEMON *et al.*, 2022)

Figura 28: Estufa de fibra de vidro translúcida para aquaponia comercial na Arábia Saudita, coberta com tela que bloqueia 70% da luz solar.
Fonte: Memon *et al.*, 2021.

Bangladesh também enfrenta os desafios da redução de áreas cultiváveis, crescimento populacional e clima complexo e imprevisível. Nas áreas litorâneas, ervas e vegetais não conseguem crescer bem porque as terras se mantêm alagadas na estação chuvosa, e ficam muito secas por falta de irrigação durante o resto do ano. A salinidade do solo na região também dificulta o cultivo. Na região de Barisal, centro-sul do país, os vegetais são cultivados em diques de lagos domésticos para evitar o alagamento da terra, enquanto os peixes são mantidos no lago. Entretanto, os lagos são rodeados por árvores de grande porte e isso dificulta a penetração dos raios solares, prejudicando o crescimento das plantas. Outro problema é que, com as inundações causadas por fortes chuvas e marés, os peixes podem escapar dos lagos. (SUNNY *et al.*, 2019)

Explorando a possibilidade de otimização desse cultivo integrado, foi proposta a implementação de um sistema aquapônico flutuante, chamado de Sistema Aquageopônico com Gaiolas Flutuantes (*Integrating Floating Cages Aquageoponics System* - IFCAS), o que permitiu direcionar o cultivo de alimentos para o interior dos lagos, onde há mais incidência solar. O projeto também incluiu gaiolas fechadas para o cultivo dos peixes, evitando a perda dos animais durante as enchentes. (SUNNY et al., 2019)

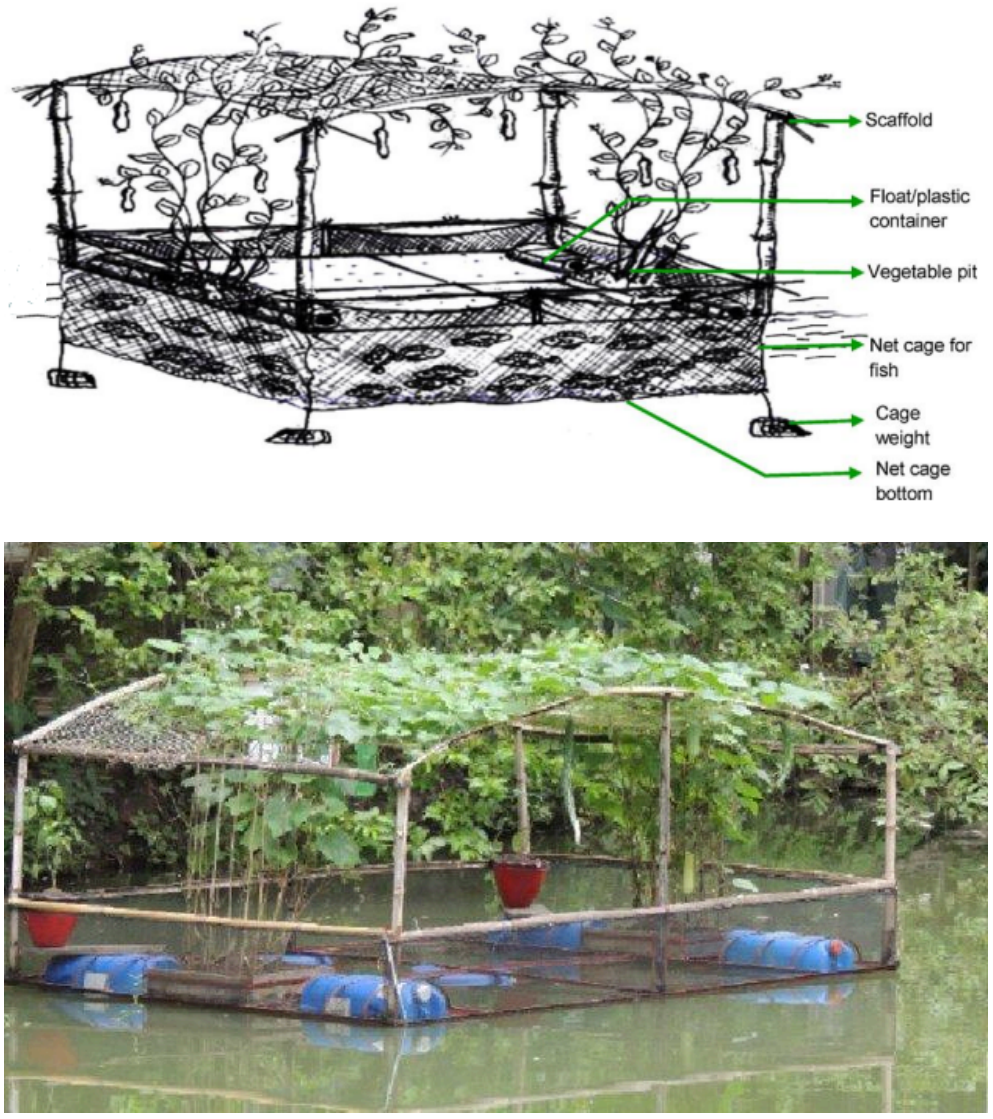


Figura 29: IFCAS em Bangladesh.
Fonte: Islam *et al.*, (s/d); Awal, 2014.

Com o objetivo de avaliar a viabilidade e produtividade de um módulo IFCAS, foi montado um experimento com uma estrutura base de aproximadamente 3 m², feita de bambu, com o fundo formado por uma rede e pesos de tijolos nos quatro cantos. Em 3 lados da estrutura havia área para horticultura. Acima da estrutura foi construída uma treliça horizontal para

apoiar trepadeiras. Foram colocados canteiros com terra, esterco e lama seca de lago como substrato para as plantas. Os canteiros foram perfurados para acesso das raízes à água do lago. Foram anexadas cerca de 20 garrafas plásticas com capacidade até 15 L para permitir a flutuação do sistema. (SUNNY *et al.*, 2019)

O estudo durou 80 dias e propôs a comparação da produtividade dos peixes em 3 tratamentos distintos: monocultivo de tilápia, policultivo de tilápia e perca trepadora (*climbing perch*), e monocultivo de perca trepadora. Para cada tratamento havia três gaiolas, cada uma com uma densidade populacional diferente. Os alevinos foram medidos, pesados e distribuídos nas gaiolas. A alimentação dos animais foi feita com ração comercial oferecida duas vezes ao dia, inicialmente considerando mais ou menos 20% do peso dos peixes e até a saciedade depois do segundo mês. Os parâmetros fisico-químicos da água (temperatura, transparência/turbidez, oxigênio dissolvido, pH, amônia e nitratos) foram examinados durante todo o experimento, sendo monitorados a cada 10 dias. A saúde e o crescimento dos peixes foram monitorados a cada 20 dias por amostragem. (SUNNY *et al.*, 2019)

O sistema se mostrou eficiente e viável, impactando positivamente a produtividade do cultivo local. O crescimento dos peixes na monocultura foi melhor, e constatou-se que ele varia de acordo com a densidade populacional. No policultivo de peixes, cada espécie se desenvolveu melhor na gaiola onde estava com maior população. No geral, a tilápia se desenvolveu melhor que a perca e, também, manteve a menor taxa de mortalidade. Durante o experimento houveram três colheitas de pimentão verde e pimenta branca, e duas colheitas de cabaça amarga, tomate, feijão-chicote, manjericão e pimenta bombay. Somando os custos estruturais e de manutenção, o investimento médio em cada tratamento foi de US$61,48, tendo cada um deles uma média de US$120,65 de receita. Considerando todos os custos e receitas, tanto com peixes quanto com vegetais, a média de lucro foi de US$59,17 por cada tratamento, com um índice médio de custo-benefício de 2 (duas vezes mais receita que custo), ou seja, o retorno do investimento foi de aproximadamente 100% em 80 dias, demonstrando a viabilidade e eficiência do sistema. Apesar disso, o investimento inicial ainda inibe os agricultores interessados. (SUNNY *et al.*, 2019)

A aquaponia de lago em Bangladesh tem um grande potencial de garantir uma melhoria da segurança alimentar para agricultores pobres e resilientes, satisfazendo suas necessidades

diárias de peixes e vegetais, combatendo a desnutrição e sendo adaptável às mudanças climáticas. Opinião semelhante foi emitida a partir de um estudo com jangadas e prateleiras flutuantes na cidade de Mymensingh, no mesmo país. A aquaponia também se mostrou compatível com a cultura local conservadora, cujas normas socio-culturais restringem as mulheres de trabalharem fora de casa. Desta forma elas geram renda extra para a família trabalhando na própria residência. (SUNNY *et al.*, 2019)

Descrição	Elementos	Quantidade (kg/m/un.)			Valor unitário (US$)	Valor total (US$)		
		T-1	T-2	T-3		T-1	T-2	T-3
Estrutura das gaiolas	Bambu	5	2	3	1,875	9,37	3,75	5,62
	Garrafas plásticas (10L)	20un.	15un.	15un.	0,125	2,50	1,88	1,88
	Rede da gaiola	8m	8m	8m	0,525	4,20	4,20	4,20
	Mão-de-obra					3,12	3,12	3,12
	Rede de treliças, cordas, pregos					5,00	1,25	3,12
	Garrafas plásticas (canteiro)	16un.	16un.	16un.		0,80	0,80	0,80
	Custo estrutural					**25,00**	**15,00**	**18,75**
	Depreciação - custo para cada 4 meses (durabilidade 2 anos)					**4,16**	**5,00**	**4,68**
Custo de manutenção	Alevinos de tilápia	250un.	250un.		0,625	15,6	15,62	
	Alevinos de perca		100un.	450un.	0,025		2,50	11,25
	Alimento das Tilápias	54kg	55,25kg			32,4	33,15	
	Alimento das Percas		18,9kg	78,5kg			11,30	49,06
	Custo total de insumos					**48,00**	**62,28**	**60,30**
Custo Total (estrutura + manutenção)						**52,16**	**67,28**	**65,00**
Produção de peixes	Produção de tilápias	44,21kg	39,2kg		1,75	77,40	66,15	
	Produção de perca trepadora		7,2kg	31,25kg	2,75		19,80	85,93
Produção de vegetais	Pimentão verde	5,7kg	5,7kg	6,1kg	1,50	8,60	8,55	9,15
	Pimenta bombay	2kg	2kg	2kg	3,13	6,30	6,25	6,25
	Pimenta branca	1,5kg	1,8kg	1,68kg	1,13	1,70	2,07	1,90
	Manjericão	5kg	7kg	5kg	0,50	2,50	3,50	2,50
	Menta	1,5kg	1,5kg	1,5kg	5,00	7,50	7,50	7,50
	Feijão chicote	7kg	8kg	7,8kg	0,63	4,40	5,00	4,88
	Cabaça amarga	5,5kg	6kg	5,5kg	0,50	2,80	3,00	2,75
	Tomate	4kg	5kg	4kg	0,63	2,52	3,12	2,50
Receita Total						**113,72**	**124,88**	**123,35**
Benefício Total						**61,56**	**57,60**	**58,35**
Índice custo benefício (receita/custo)						**2,2**	**1,9**	**1,9**

Tabela 8: Análise do custo benefício médio dos tratamentos 1, 2 e 3 (considerando a média das 3 gaiolas em cada tratamento), em experimento utilizando IFCAS em Bangladesh.
Fonte: Sunny *et al.*, 2019, traduzida e adaptada pelo autor

No **Havaí** (EUA[43]), a cultura de preservação ambiental possuía estreita relação com a produção de alimentos. Com a colonização, as terras foram privatizadas e isso causou uma

[43] Estados Unidos da América (EUA)

mudança profunda no povo, na cultura e no estilo de vida, transformando o entendimento tradicional da relação com a terra. Hoje as populações nativas havaianas, assim como outras populações ao redor de todo o mundo, têm muitos problemas de saúde como diabetes e doenças cardíacas. Áreas com elevada concentração de nativos têm pouca disponibilidade de alimentos saudáveis e nutritivos e estão repletos de restaurantes de fast-food, provavelmente uma consequência da desapropriação das terras, que reduziu bastante as práticas tradicionais de subsistência. (BEEBE *et al.*, 2020)

A preocupação com a segurança alimentar no Havaí ficou mais evidente com a publicação "Estratégia de Aumento da Segurança Alimentar e Auto-suficiência Alimentar"[44], em 2012, que constatou que entre 85% e 90% dos alimentos do Havaí são importados. Nas últimas décadas houve esforços para enfrentar esses desafios, resgatando as práticas culturais tradicionais, que incluem a produção de alimentos e a restauração de lagos para a aquicultura. A aquaponia familiar de quintal é uma das ações que tentam mudar a realidade alimentar do país. (BEEBE *et al.*, 2020)

Em Waimanalo, uma região no condado de Honolulu, assim como em outras comunidades com grande número de nativos, mais de 30% da população vive numa situação de insegurança alimentar. A organização God´s Country Waimanalo (GWC), uma organização de base nativa havaiana, foi criada com o objetivo de contribuir coletivamente para a preservação cultural, parcerias comunitárias e conexão da cultura havaiana com outros aspectos de saúde e bem-estar. Entre 2010 e 2016 a GWC obteve financiamento através de várias agências locais para implementar um programa de aquaponia de quintal, convidando cerca de 10 famílias a participar de uma série de workshops sobre sistemas aquapônicos. Esses workshops focaram em aspectos técnicos e culturais, abordando demonstrações culinárias e medicina herbácea tradicional. Cada grupo culminou em um fim de semana de construção, onde as famílias recebiam todos os materiais necessários para a construção das aquaponias. As famílias foram estimuladas a visitarem os quintais umas das outras para ajudá-las na implementação dos sistemas. À medida que o programa se tornou conhecido nas comunidades, mais famílias demonstraram interesse em participar e mais recursos foram buscados para financiar uma nova ação. (BEEBE *et al.*, 2020)

[44] Increased Food Security and Food Self-Sufficiency Strategy - Department of Business Economic Development & Tourism

Para entender melhor as experiências das famílias com os sistemas de aquaponia, a GWC colaborou com um grupo de estudantes de graduação da Universidade do Havaí em Manoa, do Escritório de Estudos sobre Saúde Pública, para conduzir uma pesquisa qualitativa sobre os esforços do projeto. Princípios de pesquisa participativa de base comunitária foram utilizados para engajar a comunidade no processo de pesquisa, com o intuito de identificar os resultados e os recursos necessários para manter o funcionamento dos sistemas de aquaponia de quintal. (BEEBE *et al.*, 2020)

Figura 30: Sistema aquapônico de quintal.
Fonte: BEEBE *et al.*, 2020.

Para integrar os pesquisadores à comunidade e melhorar seu entendimento sobre o sistema aquapônico, foi realizado um workshop com a participação de todos eles juntamente com beneficiários do projeto, onde foram abordadas temáticas como a mecânica e manutenção da aquaponia, a colheita dos vegetais e frutas e o preparo do peixe cultivado no sistema. O workshop contribuiu para a elaboração do roteiro das entrevistas e preparou os

pesquisadores para conduzi-las. Para capturar uma ampla gama de perspectivas e experiências com aquaponia, o recrutamento para a pesquisa focou em três grupos: 1) famílias com um sistema de aquaponia em funcionamento; 2) famílias com o sistema parcialmente ou totalmente inativo; 3) famílias sem um sistema de aquaponia, mas com interesse em implementá-lo. A GWC forneceu uma lista inicial de contatos para o recrutamento, que chegou a um total de 21 famílias identificadas, das quais 9 foram selecionadas, sendo 12 pessoas entrevistadas no total. (BEEBE *et al.*, 2020)

A aquaponia mostrou-se altamente benéfica para os entrevistados, superando suas expectativas em várias dimensões. Os participantes destacaram melhorias na saúde e na economia doméstica, assim como na geração de renda. A tecnologia também fortaleceu laços familiares e comunitários, permitindo uma conexão mais profunda com práticas culturais nativas havaianas e a soberania alimentar. A presença de alimentos frescos em casa incentivou uma dieta mais saudável e proporcionou às crianças aprendizados sobre cultivo, responsabilidade e realização. Mesmo aqueles com sistemas inativos relataram benefícios significativos, como a capacidade de produzir uma grande quantidade de alimentos rapidamente, compartilhando excedentes com vizinhos ou doando para bancos de alimentos. Algumas famílias integraram energia solar no sistema, reduzindo custos com eletricidade. (BEEBE *et al.*, 2020)

Alguns dos desafios relatados no estudo foram a falta de conhecimentos técnicos e logísticos, tempestades repentinas, danos nas tubulações, bandejas e mesas, manutenção da temperatura e qualidade da água, roubo de equipamentos, superprodução de peixes através da reprodução nos tanques, raízes invasivas, ventos fortes e panes elétricas que causaram a morte de todos os peixes. (BEEBE *et al.*, 2020)

O estudo demonstrou que a implementação de aquaponias trouxe benefícios tangíveis e intangíveis para as famílias, assim como para a comunidade de Waimanalo. Ao longo de 6 anos de projeto, cerca de 70 famílias participaram do programa e implementaram sistemas aquapônicos em seus quintais, aumentando o acesso e o consumo de frutas e vegetais. Isso permitiu mudanças positivas relacionadas à saúde e ao bem-estar dos participantes. É importante ressaltar que o acesso a recursos e a assistência técnica contínua (durante um ano) foram fundamentais para o sucesso do projeto. (BEEBE *et al.*, 2020)

Figura 31: Temas das entrevistas sobre aquaponia em Waimanalo
Fonte: BEEBE *et al.*, 2020.

Os resultados do projeto sugerem que a introdução da aquaponia funcionou como uma intervenção de saúde na comunidade de Waimanalo e que tem potencial de ser aplicado em outros locais, com populações rurais e indígenas que compartilhem valores similares de terra, saúde e comunidade. (BEEBE *et al.*, 2020)

4. METODOLOGIA DO ESTUDO DE CASO

Nessa pesquisa, adotei o estudo de caso como estratégia metodológica para investigar a facilidade de construção, manutenção e resiliência de sistemas aquapônicos. O estudo de caso é uma abordagem empírica que permite uma investigação aprofundada de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real. Este método é particularmente pertinente para a pesquisa em questão, dado seu foco na experiência prática de implementação e operação de sistemas aquapônicos, ele permite uma análise detalhada de aspectos técnicos, ambientais e sociais. A escolha dessa metodologia é sustentada pela literatura especializada no campo, particularmente os trabalhos de Yin (2011), que enfatiza a importância de estudos de caso para compreender complexidades inerentes a sistemas integrados como os aquapônicos. O estudo de caso será detalhado no capítulo seguinte, que fala sobre a pesquisa de campo.

Para complementar a coleta e análise dos dados obtidos através das entrevistas recorri à metodologia de análise de conteúdo conforme proposta por Bardin (2011). Esta abordagem permitiu uma leitura quantitativa das comunicações verbais fornecidas pelos entrevistados, facilitando a identificação de padrões, categorias e códigos emergentes. A análise do conteúdo das entrevistas serviu como uma ferramenta valiosa para decifrar as nuances dos discursos técnicos e pessoais dos participantes, oferecendo insights profundos sobre as percepções, desafios e sucessos relacionados à implementação e operação de sistemas aquapônicos. Tal abordagem analítica é essencial para entender não apenas os aspectos técnicos, mas também as dimensões humanas e sociais que influenciam a viabilidade e sustentabilidade de práticas aquapônicas.

As etapas propostas para a análise de conteúdo envolveram (BARDIN, 2011):

Organização - Revisão de todos os arquivos de áudio gravados durante a pesquisa de campo para selecionar os que efetivamente seriam utilizados. Algumas entrevistas tiveram mais de um arquivo de áudio, nessa fase foram descartados arquivos que não continham falas relevantes para a pesquisa. Também houve pessoas entrevistadas em grupo e individualmente, em momentos distintos.

Transcrição - Escuta dos arquivos de áudio selecionados para transcrição de todas as entrevistas gravadas. Nesta fase houve a utilização de Inteligência Artificial para transcrição automática dos áudios, esta etapa será detalhada no Apêndice I. Todas as transcrições foram revisadas na fase seguinte.

Pré-leitura/revisão - Leitura com o objetivo de revisar a transcrição feita por IA, anonimização das entrevistas e entendimento das temáticas abordadas para elaboração do livro de códigos.

Definição das unidades de registro - Identificação das unidades de registro, que são os segmentos do texto que por si só têm significado para a análise. Nesse caso, a unidade de registro pode ser uma palavra, frase, tema ou um parágrafo.

Codificação e categorização - Esta etapa contemplou a utilização de Inteligência Artificial para elaboração e refinamento do livro de códigos. Os códigos foram definidos, categorizados, revisados e aplicados a todas as transcrições. Essa fase será detalhada no Apêndice I.

Análise do conteúdo - Com base nas categorias e códigos, os dados foram analisados quantitativamente (frequência das categorias) e qualitativamente (entendendo os nuances e subtextos dos temas).

Inferência e interpretação - Aqui buscou-se compreender as implicações dos resultados da análise, considerando o que os dados categorizados revelam sobre o contexto mais amplo, relacionado à questão de pesquisa.

Juntas, essas metodologias forneceram uma estrutura robusta para a investigação, permitindo uma compreensão abrangente das dinâmicas envolvidas na construção, manutenção e resiliência de sistemas aquapônicos. Através da combinação de um estudo de caso detalhado com a análise de conteúdo rigorosa, a pesquisa pôde capturar a complexidade do fenômeno estudado, proporcionando insights valiosos para a literatura existente e práticas no campo da aquaponia.

5. PESQUISA DE CAMPO

Desde meados de 2018 tive conhecimento do Sistema Agrovoltaico Ecolume (Save), o que despertou em mim uma imensa curiosidade sobre a temática da agricultura urbana. Durante as buscas por modelos de hidroponia e aquaponia, o Save foi um dos módulos produtivos mais eficientes que encontrei. A oportunidade de conhecê-lo de perto e, ainda mais, conhecer o Serta e todo o trabalho em pesquisas sobre tecnologias alternativas e agroecologia desenvolvido na instituição me fizeram optar por incluí-la na minha pesquisa de campo. Consegui agendar visitas riquíssimas para conhecer sistemas aquapônicos em funcionamento e conhecer algumas das pessoas que promovem a agroecologia no estado de Pernambuco, fortalecendo a busca pela soberania alimentar da população.

O objetivo da pesquisa de campo foi investigar a complexidade de construção e operação dos módulos de aquaponia, a obtenção de recursos para financiamento, as dificuldades enfrentadas na implementação do projeto, a resiliência dos sistemas de aquaponia, e o impacto na segurança alimentar familiar. Este estudo de caso foi realizado a partir de visitas a sistemas aquapônicos e entrevistas com pessoas envolvidas no seu desenvolvimento e manutenção, nos municípios de Ibimirim (zona rural), Glória do Goitá (zona rural) e Recife (zona urbana), todos no estado de Pernambuco. Os resultados obtidos foram fundamentais para o avanço do conhecimento e para a formulação de ideias que possam promover a aquaponia como uma alternativa viável e sustentável de produção de alimentos, impactando a segurança alimentar e a renda em comunidades rurais e urbanas.

5.1. O estudo de caso e a análise de conteúdo

Para este estudo de caso foi utilizado o método de **amostragem não-probabilística** do tipo **amostragem por conveniência**. Foram realizadas 10 entrevistas e o recrutamento de participantes foi feito em parceria com o Serta, a partir da disponibilidade e disposição das pessoas em participar da pesquisa.

As entrevistas foram gravadas e transcritas. Como proposto na análise de conteúdo descrita por Bardin (2011), foi feita uma pré-leitura do conteúdo das transcrições e elaborado um

livro de códigos, que foi refinado após algumas análises. O livro de códigos considera três eixos temáticos:

No **eixo de Segurança Alimentar** foram enquadrados todos os trechos que falaram sobre temas que impactam a segurança alimentar das pessoas envolvidas, como acesso a alimentos, variedade de alimentos produzidos no sistema, espécies de peixes cultivados, produtividade do sistema, geração de renda e temas associados.

No **eixo de Sustentabilidade** foram considerados todos os trechos que ressaltaram os aspectos necessários, que favorecem ou que prejudicam a implantação ou manutenção contínua do sistema de aquaponia, os benefícios gerados através dele, as barreiras técnicas para implementação, o acesso a recursos e insumos, inovações tecnológicas no sistema (como geração de eletricidade e captação de água da chuva), etc..

No **eixo de Design** foram consideradas abordagens como o entendimento da situação das famílias, utilização de materiais existentes nas propriedades para implantação do sistema produtivo, inovações tecnológicas e a Peads (Proposta Educacional de Apoio ao Desenvolvimento Sustentável) do Serta, citada nas entrevistas.

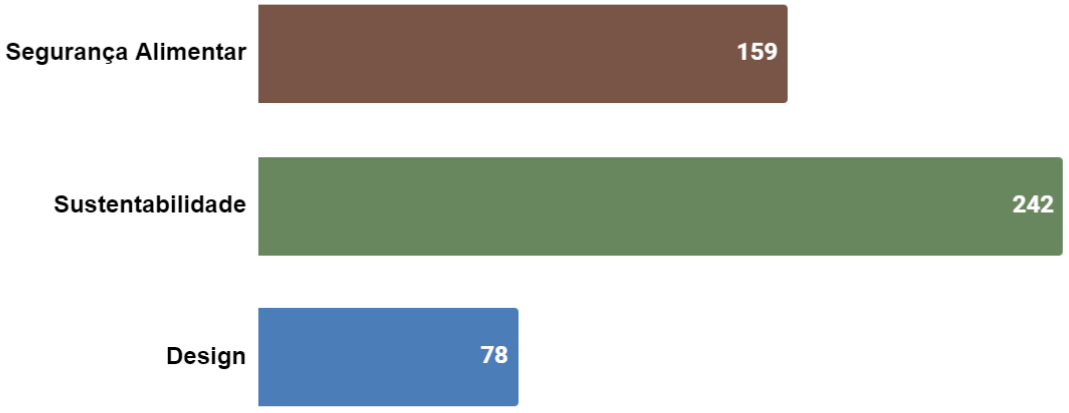


Figura 32: Gráfico com a ocorrência das categorias/eixos temáticos nas transcrições.
Fonte: O autor (2023).

Descrição dos Códigos:

Categoria: Segurança alimentar - Foram enquadrados todos os trechos que falaram sobre temas que impactam a segurança alimentar das pessoas envolvidas, como acesso a

alimentos, variedade de alimentos produzidos no sistema, espécies de peixes cultivados, produtividade do sistema, geração de renda e temas associados.

- **Código: Espécies de peixe** - Referências a espécies de peixes.
- **Código: Diversificação de produção** - Referências à diversificação da produção.
- **Código: Geração de renda** - Referências à geração de renda.
- **Código: Plantas cultivadas no filtro biológico (cultivo em substrato)** - Referências a espécies de plantas cultivadas no filtro biológico.
- **Código: Plantas na cama de cultivo (cultivo em calhas de PVC)** - Referências a espécies de plantas na cama de cultivo.
- **Código: Produção de alimento para animais** - Referências à alimentação animal a partir da produção do sistema de aquaponia.
- **Código: Produtividade** - Referências à capacidade produtiva do sistema, para todas as referências a quantidades de alimentos produzidos, ciclo produtivo de plantas e peixes.
- **Código: Soberania alimentar** - Referências à soberania ou segurança alimentar. Também é utilizado para referências a produtos alimentícios ou medicinais produzidos no sistema.

Categoria: Sustentabilidade - Foram considerados todos os trechos que ressaltam os aspectos necessários, que favorecem ou que prejudicam a implantação ou manutenção contínua do sistema de aquaponia, os benefícios gerados através dele, as barreiras técnicas para implementação, o acesso a recursos e insumos, inovações tecnológicas no sistema (como geração de eletricidade e captação de água da chuva), etc..

- **Código: Aquisição de insumos** - Referências à aquisição de insumos para o sistema de aquaponia. Peixes pescados, aquisição de alevinos, aquisição e/ou produção de mudas, suporte das plantas no cultivo em calhas (buchas para as plantas, raiz da baronesa, fibra de coco), ração para peixes, etc.
- **Código: Assistência contínua** - Referências relacionadas à assistência contínua prestada aos beneficiários das aquaponias, seja ela remota ou presencial.

- **Código: Conhecimento técnico** - Referências à necessidade de conhecimento técnico, seja para sexagem dos peixes ou para manutenção do consórcio de plantas no sistema.
- **Código: Acesso a recursos** - Referências aos recursos necessários para implementação do sistema de aquaponia, considerando, por exemplo, água, material para construção, recursos financeiros, etc. Também serão considerados os relatos de dificuldades no acesso a esses recursos. Aqui não será considerado o insumo como recurso, pois há uma categoria específica para isso.
- **Código: Manutenção do sistema** - Código para todas as referências sobre a necessidade de manutenção do sistema.
- **Código: Substrato para plantas** - Código para todas as referências sobre os substratos utilizados para inserção das plantas no sistema.
- **Código: Uso comunitário** - Código para as referências sobre uso comunitário da aquaponia.
- **Código: Uso racional da água** - Código para todas as referências ao uso racional da água, incluindo economia de água, abastecimento de água, captação de água da chuva, etc.

Categoria: Design - Considera abordagens como o entendimento da situação das famílias, utilização de materiais existentes nas propriedades para implantação do sistema produtivo e a Peads (Proposta Educacional de Apoio ao Desenvolvimento Sustentável) do Serta.

- **Código: Entendimento do contexto local** - Código para todas as referências ao entendimento do contexto local antes da instalação da aquaponia.
- **Código: Inovações tecnológicas** - Código para inovações tecnológicas no sistema da aquaponia.
- **Código: Pesquisa e desenvolvimento** - Código para referências a pesquisa e desenvolvimento de alternativas para solução de problemas.

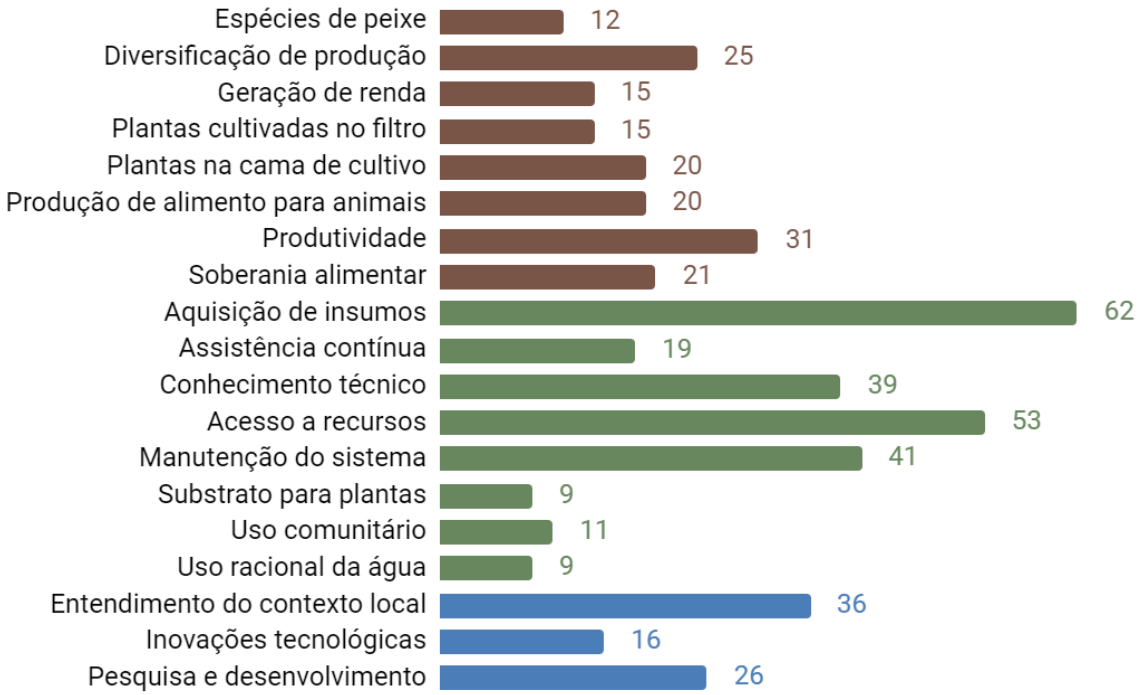


Figura 33: Ocorrência dos códigos nas transcrições.
Fonte: O autor (2023).

5.2. Visita ao Serta Ibimirim

Foram recrutadas, através do Serta, 5 pessoas para participarem de entrevistas em Ibimirim-PE, das quais apenas uma era agricultora, as outras eram técnicas em agroecologia. Um dos entrevistados não pôde estar presente durante a visita à instituição. Devido à importância desta entrevista, pois o entrevistado além de técnico é também professor do curso de agroecologia e um dos fundadores do Serta, me dispus a encontrá-lo em sua residência, em Arcoverde-PE, como forma de mitigar o problema.

Na visita ao Serta Ibimirim foi possível conhecer várias aquaponias instaladas na instituição, dentre elas a primeira aquaponia de Pernambuco, segundo Sebastião Alves, fundador da instituição. Além dessas, foi possível visitar a aquaponia instalada na propriedade da agricultora entrevistada. A partir das visitas foi possível melhorar o entendimento sobre o funcionamento do sistema aquapônico, assim como perceber algumas dificuldades de manutenção dos módulos produtivos e da aquisição de insumos fundamentais para sua

sustentabilidade. Também foi possível avaliar a necessidade de conhecimentos técnicos fundamentais para melhorar a produtividade e manter a saúde do ecossistema aquapônico.

Figura 34: Primeira aquaponia de Pernambuco - segundo Sebastião Santos, fundador do Serta - instalada no Serta, no município de Ibimirim-PE.
Fonte: O autor (2023).

Os sistemas aquapônicos instalados no Serta são mantidos pelos técnicos da instituição. Para a inserção de peixes no sistema, inicialmente era necessária a pesca no açude localizado ao lado da instituição. A partir do bombeamento de água para um reservatório de grande porte, foi notada a presença de alevinos nesses tanques. Desta forma, os peixes que hoje vivem neste reservatório são manejados de acordo com a necessidade dos sistemas. As mudas para os sistemas são produzidas pelos técnicos no local.

A primeira entrevista foi realizada com três técnicos em agroecologia, formados pelo Serta e que trabalham na instituição, mantendo o funcionamento e a saúde do sistema agroecológico ali existente. Além disso, a instituição se mantém ativa na captação de recursos financeiros através de submissão de projetos em editais públicos e privados.

Figura 35: No sentido horário - 1.Sistema aquapônico de agricultora em Ibimirim-PE; 2.Detalhe do cultivo em calhas de PVC; 3.Pesquisador, agricultora e técnicos do Serta Ibimirim; 4.Agricultora com tilápia pescada do tanque do sistema de aquaponia.

Fonte: O autor (2023).

A entrevista na propriedade da agricultora deixou evidente a necessidade de atualização de conhecimentos técnicos e de assistência contínua aos agricultores. No momento da visita o sistema aquapônico, instalado na propriedade juntamente com o Serta, estava com poucas plantas e baixa produtividade devido à quantidade de peixes no tanque, inferior à necessária para fornecer nutrientes a todas as plantas do sistema. Ainda assim, havia alface no cultivo em calhas e taioba, tomate e pepino na cama de substrato de argila expandida. Vale ressaltar que a agricultora mantém outros plantios além da aquaponia, e que esses estavam com a produtividade normal.

Figura 36: Comparativo entre os anos de 2022 e 2023 do mesmo sistema aquapônico, com diferentes densidades populacionais de peixes. 1 - Sistema de aquaponia de agricultora em Ibimirim em 2022, com cerca de 40 peixes no tanque; 2 - Mesmo sistema com a redução da densidade populacional, com apenas 9 peixes no tanque.

Fonte: Serta (2022); O autor (2023).

Em conversas sobre os projetos implementados pelo Serta através de editais de captação de recursos, foram abordadas questões como a montagem de novos sistemas e foi disponibilizada uma tabela orçamentária com materiais para montagem de 5 aquaponias, cujo valor total ficou em R$10.043,00, ou seja, cerca de R$2.010,00 para cada sistema.

ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
1	Caixa de água de 1.000 litros polietileno	un.	5	R$440,00	2.200,00
2	Temporizador analógico	un.	5	R$70,00	R$350,00
3	Bomba de máquina de lavar	un.	5	R$65,00	R$325,00
4	Cano de esgoto de 50mm, vara com 6m	barra	10	R$60,00	R$600,00
5	Cano soldável 32mm, vara com 6m	barra	10	R$55,00	R$550,00
6	Cano esgoto de 100mm, vara com 6m	barra	15	R$100,00	R$1.500,00
7	Registro soldável 32mm	un.	10	R$20,00	R$200,00
8	Curva de 32mm 90°	un.	30	R$6,50	R$195,00
9	Cap de esgoto 100mm	un.	40	R$7,50	R$300,00
10	Flange p/ caixa 32mm	un.	20	R$25,00	R$500,00
11	Adaptador 32mm	un.	5	R$2,00	R$10,00
12	União de 32mm	un.	10	R$13,00	R$130,00
13	Cola p/ cano 17g	un.	5	R$2,50	R$12,50
14	Mangueira transparente flexível 1”	m	10	R$6,00	R$60,00
15	Plug macho 10A	un.	5	R$4,00	R$20,00
16	Plug fêmea 10A	un.	5	R$5,00	R$25,00
17	Interruptor elétrico de 2,5mm	un.	5	R$4,00	R$20,00
18	Fio elétrico de 2,5mm	m	100	3,00	R$300,00
19	Prego 1 ½ x 13	kg	2	R$22,00	R$44,00
20	Prego 3 x 8	kg	2	R$20,00	R$40,00
21	Parafuso 10mm	un.	50	R$2,50	R$125,00
22	Sombrite 50% (largura 4m)	m	50	R$14,00	R$700,00
23	Cap soldável 32mm	un.	10	R$2,00	R$20,00
24	Joelho para esgoto 100mm	un.	10	R$5,50	R$55,00
25	Caibro misto de 4m	m	100	R$5,50	R$550,00
26	Barrote de madeira de 3m	m	71	R$12,50	R$887,50
27	Silicone incolor bisnaga	un.	2	R$6,50	R$13,00
28	Fita isolante 5m	un.	2	R$5,50	R$11,00
29	Ripa mista (50 x 3,0)	m	120	R$2,50	R$300,00
				TOTAL GERAL	R$10.043,00

Tabela 9: Orçamento disponibilizado pelo Serta, contendo uma lista de componentes para implementação de 5 aquaponias.

Fonte: Serta, adaptada pelo autor (2024).

5.2. Visita ao Serta Glória do Goitá

Em Glória do Goitá-PE foram recrutadas 2 pessoas através do Serta, um técnico em agroecologia e um agricultor, cuja propriedade fica em Orobó-PE, município próximo. O módulo de aquaponia visitado na propriedade do agricultor foi instalado junto com o Serta e estava em funcionamento no momento da visita, apresentando cultivo de alface, cebolinha e hortelã. Foi interessante saber que ele havia replicado o conhecimento, montando um módulo semelhante na propriedade de uma pessoa conhecida da região. As mudas para o sistema são adquiridas de outros agricultores, pois ele considera o custo benefício mais vantajoso do que produzir. Os peixes são pescados em açudes próximos e introduzidos no sistema. A produção de vegetais no cultivo em calhas era, basicamente, de alface e cebolinha, sendo verificado também 2 mudas de morango. O cultivo em cama de substrato necessitava de manutenção e estava desativado momentaneamente por um problema técnico. O agricultor obtém sua renda a partir da comercialização de produtos agrícolas, mas a sua produção não é limitada à aquaponia.

Durante a visita ao Serta de Glória do Goitá foi possível conhecer um sistema de aquaponia de grande porte, construído com a finalidade de estudar a aquaponia para fins comerciais. Nesse módulo produtivo foi verificada uma grande variedade de hortaliças e camas de cultivo em substrato construídas com alvenaria e preenchidas com brita, diferentes de todos os outros módulos visitados, que são feitos com calhas de tubos pvc. A cama de cultivo de alvenaria preenchida com brita funciona como o filtro biológico das aquaponias visitadas, mas numa escala maior. Também havia um módulo de pequena escala, similar aos módulos visitados em Ibimirim e Orobó. As mudas para os sistemas são produzidas no Serta e os peixes foram adquiridos com fornecedores ou em lagos da própria instituição.

Figura 37: Acima: sistema aquapônico de agricultor em Orobó-PE, com cultivo de alface em calhas de PVC, cebolinha e hortelã. Abaixo: colheita de alface durante visita ao agricultor, à esquerda; agricultor e autor com alface recém colhido, à direita.
Fonte: O autor (2023).

A aquaponia de grande porte no Serta de Glória do Goitá foi construída junto à INMED Aquaponics Social Enterprise, uma instituição que promove a agricultura adaptada e está presente em vários países. Esta aquaponia foi a única das aquaponias visitadas a contar apenas com o cultivo em substrato e a possuir um compressor de ar para fazer aeração dos tanques dos peixes. A cobertura de sombrite é removível, o que permite controlar a incidência solar no sistema.

Figura 38: Sistema aquapônico de grande escala instalado no Serta Glória do Goitá. Em sentido horário: 1.Pesquisador e técnico do Serta na entrada do cultivo aquapônico; 2.Interior da aquaponia, com vários tanques de peixes; 3.Plantio de hortaliças variadas em substrato (brita); 4.Detalhe do sistema hidráulico da cama de cultivo em substrato.

Fonte: O autor (2023).

5.3. Visita ao Serta Recife-PE

Em Recife-PE, no bairro Alto José do Pinho, foram recrutadas 3 pessoas para entrevistas através do Serta, o coordenador do projeto e o estagiário do projeto Vida Saudável Nos Morros, além de um funcionário do Centro Social Dom João Costa. Nesta unidade do Serta não há aquaponia, mas foi possível entender um pouco sobre a execução do projeto social que promove a criação de quintais produtivos. O projeto implementou 600 quintais produtivos em 4 anos (2019 - 2023) nos bairros do Alto José do Pinho a na Vila Santa Luzia (bairro da Torre), porém os benefícios do projeto não se limitaram a essa produção de quintal. O projeto também trouxe benefícios como atendimentos psicológicos, fisioterapia,

assistência social, cartologia social e história de vida afetiva, além da comercialização de parte da produção nos eventos relacionados. O público alvo do projeto era, basicamente, composto por idosos.

Figura 39: Placa do Projeto Vida Saudável nos Morros, instalada nas residências que possuem o quintal produtivo implantado, à esquerda; Cultivo em vasos suspensos fixados em uma estrutura de pallet, instalado no exterior de uma residência no Alto José do Pinho.
Fonte: O autor (2023).

A seleção dos participantes do projeto foi feita com acompanhamento do Conselho do Idoso do município. Todos os materiais utilizados na implementação e manutenção dos quintais produtivos foram fornecidos pelo Serta, incluindo terra vegetal, adubo orgânico, pallets, vasos, mudas e o serviço de fixação da horta em paredes e muros (em algumas residência foi necessária uma pequena reforma nas residências, também realizada com recursos do projeto). O Serta também promoveu a articulação e a realização de eventos para promoção do projeto.

Durante a entrevista com o coordenador do projeto foi relatada a implementação de uma aquaponia coletiva na Vila Santa Luzia, porém houve problemas com essa experiência devido às dinâmicas culturais e de relacionamento entre os participantes e mantenedores do sistema, o que levou à sua desativação e realocação de recursos. Problemas similares já haviam sido relatados com relação a outros projetos comunitários implementados em anos anteriores.

Foi possível visitar duas aquaponias, com realidades e objetivos diferentes. No Centro Social Dom João Costa a aquaponia é reduzida, quando comparada com todas as outras visitadas. A experiência tem finalidade educacional, além de servir como projeto referência para

visitas técnicas e para os próprios frequentadores da instituição. Tanto as mudas quanto os peixes da aquaponia do Centro Dom João Costa foram fornecidos pelo Serta e há uma assistência técnica contínua para manutenção do sistema.

Figura 40: Sistema aquapônico reduzido no Centro Dom João Costa, com fins educacionais.
Fonte: O autor (2023).

A segunda aquaponia visitada foi instalada na casa do estagiário do projeto e foi o único relato de produtos beneficiados para geração de renda durante a pesquisa de campo. No tanque de peixes havia a produção de ervilha d'água, planta que fica na superfície da água e serve de alimento para os peixes. Também havia a experiência de produção de peixes ornamentais e um projeto de aquaponia, desativada no momento da visita, utilizando a água do tanque desses peixes. As mudas são produzidas pelo próprio agricultor e os produtos beneficiados são, basicamente, licor, cachaça e lambedor. No cultivo em calhas havia jambu e manjericão, enquanto na cama de substrato o cultivo era de menta e berinjela.

Figura 41: Aquaponia no Alto José do Pinho. Água caindo das calhas de cultivo no tanque de peixes, à esquerda; cultivo nas calhas de PVC, à direita.
Fonte: O autor (2023).

5.4. Considerações sobre a Pesquisa de Campo

A visitas de campo e conversas com agricultores e técnicos foram fundamentais para entender melhor as experiências com o sistema aquapônico. A partir do relato dos entrevistados foi possível verificar semelhanças com casos estudados na revisão bibliográfica.

5.4.1. A Peads e o Design Participativo

Já nas primeiras conversas sobre os projetos desenvolvidos pela escola de agroecologia, foi relatado pelos técnicos que a abordagem das comunidades e proposição de tecnologias se dava a partir de rodas de conversa e entendimento das realidades locais, o que me chamou a atenção visto que eu nunca havia associado o Serta a design efetivamente.

Conversando com um dos fundadores do Serta, os pensamentos sobre Design Participativo surgiram com mais evidência, me fazendo associar a Proposta Educacional de Apoio ao Desenvolvimento Sustentável (Peads) do Serta (MOURA, [2004?]) com a proposta de educação libertadora de Paulo Freire (FREIRE, 1973) e com a Pesquisa Ação Participativa que Fals Borda desenvolvia nas comunidades colombianas (FALS BORDA, 1999). A Peads propõe

uma mudança paradigmática na metodologia tradicional de ensino e desenvolvimento de soluções, tirando a exclusividade de conhecimento do(a) professor(a) e a passividade dos estudantes. As pesquisas, as análises e interpretações de dados, os relatos de experiências, a construção de aprendizados, enfim, a criação de soluções para problemas práticos da comunidade, são todos processos coletivos baseados na colaboração e engajamento direto dos participantes, promovendo a emancipação e o empoderamento comunitário. (MOURA, [2004?])

5.4.2. Produtos beneficiados

Dentre os produtos beneficiados pelos agricultores estão algumas plantas medicinais, são produzidos cachaças, licores e lambedores (um tipo de xarope caseiro). Não houve muitos relatos, mas o processo de beneficiamento tem o potencial de impactar a renda familiar a partir da comercialização de produtos com valor agregado. A venda desses produtos geralmente é feita em feiras na própria comunidade.

5.4.3. Manutenção

Os pontos mais levantados sobre a manutenção do sistema foram relacionados a entupimentos nas tubulações, reabastecimento da água no tanque, aquecimento da bomba d'água e limpeza do tanque dos peixes. O entupimento, apesar de ser frequente, geralmente é de simples resolução e algumas pessoas resolvem com um pedaço de arame, revisando diariamente o sistema para verificar a ocorrência. O superaquecimento da bomba d'água foi resolvido nas aquaponias do Serta inserindo um temporizador analógico, isso limita a atuação do equipamento e prolonga a sua vida útil. A limpeza do tanque dos peixes e do filtro de partículas sólidas não requer uma frequência muito alta, o tanque deve ser limpo a cada 6 meses e houve relatos de filtro biológico sem manutenção há mais de um ano. A oxigenação também foi um ponto considerado essencial de ser verificado com frequência, pois a depender da quantidade de peixes no sistema, ela pode ser insuficiente e ocasionar a morte de peixes e plantas.

5.4.4. Aquisição de insumos

Não houve um relato recorrente sobre a aquisição de alevinos. Boa parte das aquaponias visitadas funcionam com peixes pescados. Para o ambiente rural, nas proximidades de açudes, entendi que é relativamente fácil pescar o peixe e introduzi-lo no sistema. Apesar dessa transição causar um estresse no peixe, ele acaba se adaptando bem ao sistema. Mas para implementação de aquaponias em ambiente urbano, a aquisição de alevinos pode ser um ponto de atenção. Alguns agricultores produzem as próprias mudas mas, para outros, a alternativa de compra de mudas otimiza o cultivo.

No Serta há cultivo de baronesas, plantas cujas raízes são utilizadas como substrato de suporte para as plantas no cultivo em calhas de PVC. Não verifiquei a mesma técnica em outros sistemas, que utilizam como base a fibra do coco. A aquisição da fibra do coco pode ser um problema para algumas realidades.

5.4.5. Acesso a recursos

Não houve relatos de aquaponia instalada inteiramente com recursos próprios, com exceção de algumas aquaponias da instituição Serta. As aquaponias visitadas, assim como várias outras implantadas juntamente com a instituição foram contempladas através de projetos sociais submetidos em editais públicos ou com recursos privados captados através de editais ou leis de incentivo. As famílias recebem um treinamento sobre a tecnologia e participam da construção do sistema, o que de certa forma lhes dá segurança e autonomia para futuras manutenções.

Houve relatos de dificuldade de acesso a água em alguns locais da zona rural de Ibimirim e do Alto José do Pinho, o que pode ser determinante para o sucesso da aquaponia. Em Ibimirim, houve pelo menos dois casos de sistemas aquapônicos desativados por falta de acesso a água para reposição.

5.4.6. Segurança Alimentar

É difícil mensurar o impacto dos sistemas aquapônicos na segurança alimentar das pessoas, apesar de ter sido relatada uma melhora da soberania a partir da adoção da técnica. Pela produtividade de alguns dos sistemas visitados, percebi que a aquaponia pode produzir em pequena, média e larga escala, o que pode impactar significativamente a renda e a disponibilidade de alimentos saudáveis em uma residência. A diversificação da produção depende muito da cultura alimentar das famílias.

6. DISCUSSÕES

Muitos são os fatores que influenciam na viabilidade e sustentabilidade de um sistema aquapônico. A tecnologia em si, apesar de serem possíveis melhorias para otimizá-la, está relativamente bem resolvida. Há vários estudos propondo diretrizes para otimização do cultivo e trazendo resultados de experimentos com produção de diversas espécies, inclusive disponíveis na internet e de fácil acesso. Alguns dos modelos de sistemas aquapônicos relatados na pesquisa, como o da FAO e o da Embrapa, já tiveram sua eficiência comprovada. O Save, do projeto Ecolume, implementou a produção de energia elétrica e captação de água da chuva no sistema, o que pode melhorar sua sustentabilidade e resiliência. A aquaponia utilizando canteiros verticais com substrato de argila expandida, desenvolvida na Asociación Huerto Lazo, otimiza bastante a produção, em 1,2 m² é possível o cultivo de 160 plantas e 100 peixes. A introdução desses canteiros verticais dentro do Save, por exemplo, poderia ampliar o seu potencial produtivo otimizando o espaço físico.

No entanto, os benefícios da aquaponia, apesar de significativos impactos em escala individual ou familiar podem ser limitados se não integrados a uma estrutura comunitária mais ampla. O projeto Vida Saudável nos Morros, do Serta, teve uma abordagem interessante para promover o cultivo de alimentos, implementando 600 quintais produtivos de vários tamanhos e configurações, e levando também uma série de benefícios sociais e de saúde. O maior desafio percebido para manter todos os benefícios implementados foi a sustentabilidade econômica, pois tudo estava centralizado na instituição Serta. A instituição se inseriu na comunidade como residente, proveu assistência aos beneficiários e manteve visitas técnicas aos quintais produtivos durante todo o período do projeto mas, no momento da pesquisa de campo, dependia da liberação de verba para dar continuidade aos trabalhos e expandi-lo. Esse projeto se assemelha ao financiamento de aquaponias de quintal pela instituição God´s Country Waimanalo, no Havaí, que implantou dezenas de quintais produtivos, também através de várias rodadas de captação de recursos.

A criação de um empreendimento social originado a partir dos desafios e anseios da comunidade local, que faça captação de recursos para projetos constantemente mas que também viabilize uma cadeia agroalimentar com produção distribuída, baseada em vendas de produtos e serviços para geração de renda, pode melhorar a sustentabilidade dos

benefícios sociais gerados através desses projetos, assim como a resiliência comunitária, impactando diretamente a segurança alimentar e a saúde da população. A implementação de diversas aquaponias de diferentes tamanhos e com engajamento comunitário, por exemplo, poderia transformar todo o ciclo produtivo e de consumo local, melhorando o acesso da população a alimentos saudáveis com preços acessíveis. Desde treinamentos para difusão de conhecimentos e renovação da cultura alimentar, passando pelo comércio de materiais e insumos para implementação e sustentabilidade dos sistemas aquapônicos, assistência técnica aos cultivos, beneficiamento de produtos, transporte e comercialização da produção, várias oportunidades emergem, tendo a coesão social como pilar fundamental dessa estrutura. A captação de recursos para execução de projetos, neste caso, seria mais uma fonte viabilizadora de ações dessa rede.

A inserção do designer no processo de mapeamento de desafios e criação de produtos e serviços com a participação ativa da comunidade pode potencializar a criação desses empreendimentos sociais sustentáveis e resilientes. O projeto de Aracruz-ES, por exemplo, beneficia diretamente 70 famílias indígenas locais e seu custo inicial foi relativamente baixo, cerca de R$11,7 mil. Apesar de não haver estudos sobre a sustentabilidade deste sistema aquapônico, avalio que o potencial de se tornar algo perene é alto. Porém, é necessária uma verba destinada à manutenção do sistema e o potencial de reserva financeira para este fim pode aumentar bastante com o beneficiamento de produtos para venda ou com serviços de turismo de experiência, ao invés da venda direta de hortaliças e peixes. Sendo possível a multiplicação e integração de projetos como esse em uma rede, o impacto poderia ser exponencial.

Um exemplo de rede articulada com o objetivo de prover benefícios sociais é a Articulação Semiárido Brasileiro (ASA)[45]. O seu Programa 1 Milhão de Cisternas (P1MC), criado no ano 2000 e executado através da articulação com mais de 3.000 organizações da sociedade civil de diversas naturezas (sindicatos rurais, associações de agricultores e agricultoras, cooperativas, ONG´s, Oscip, etc.), já implementou cisternas familiares de 16.000L nos 10 estados que compõem o semiárido brasileiro (MG, BA, SE, AL, PE, PB, RN, CE, PI e MA). Também através da rede foi implementado o Programa Cisterna nas Escolas, que já

[45] https://www.asabrasil.org.br/

construiu mais de 7.000 cisternas de até 52.000 L em escolas do semiárido. A metodologia dos programas em muito se assemelha à metodologia PEADS, do Serta. A comunidade local é mobilizada, recebe treinamento e participa de todo o processo de construção das tecnologias, o que dá autonomia e habilidade para resolução de possíveis desafios de manutenção que enfrentem e para sua replicação. Para além da abordagem técnica e prática de implementação, os beneficiários têm a oportunidade de debater sobre a questão da água no semiárido a partir de uma visão crítica sobre as desigualdades sociais da região e do país. A elaboração de programas promovendo a produção otimizada e distribuída de alimentos poderia potencializar as ações contra a insegurança alimentar, e sua implementação poderia se integrar a outros programas, como os exemplos citados, e a políticas promovidas por todas as esferas de governo.

A conversão desses programas em empreendimentos com fins sociais, poderia levar perenidade às transformações alcançadas. A aquaponia pode potencializar a produtividade do cultivo nos meios rural e urbano, sendo mais eficiente na utilização dos recursos hídricos. Essa eficiência pode ser fundamental em regiões mais áridas e sua relevância ascende no ano de 2024 com a caracterização da primeira região árida do Brasil, no centro-norte da Bahia, o que se deu como provável consequência do cenário de emergência climática (PEIXOTO, 2024).

Os estudos liderados pela FAO em 2023 sugerem desafios e oportunidades para sistemas agroalimentares que podem ser trabalhados através de políticas públicas. Estímulos a agricultores rurais e urbanos e promoção de ambientes de alimentação saudável podem levar a uma mudança na cultura alimentar a partir de regulações governamentais, determinando o sucesso do combate à insegurança alimentar. Entretanto, a realidade das comunidades brasileiras mais pobres é bastante desafiadora, pelas dificuldades de acesso a alimentos saudáveis e preços acessíveis, já que esses agricultores geralmente estão fora de áreas de desertos e pântanos alimentares. A viabilização da inserção do cultivo de alimentos dentro desses ambientes é fundamental para transformar essa realidade.

Ao longo dos últimos anos um processo de transformação vem se desenhando e em 2024 as oportunidades para desenvolvimento de projetos sociais relacionados à agricultura urbana se evidenciam no Brasil. Em 2021 foi criado o Plano de Agroecologia Urbana no município do

Recife, com a meta de implantação e apoio a 180 estruturas de produção (hortas, pomares, roçados e hortas fitoterápicas e escolares) até 2024 (SECRETARIA EXECUTIVA DE AGRICULTURA, [2024?]). Desde 2022 está em tramitação na Câmara Municipal do Recife o Projeto de Lei Ordinária nº 172/2022, para proibir “a venda e distribuição de bebidas açucaradas e de alimentos ultraprocessados nas escolas públicas e privadas do município do Recife“ (CMR, 2022). Em junho de 2023 foi aprovada a Lei 7.987/23 na Câmara Municipal do Rio de Janeiro proibindo alimentos ultraprocessados tanto em escolas públicas quanto privadas (CMRJ, 2023).

A partir dessas determinações legais, a oportunidade de inserir hortas otimizadas dentro de escolas poderia potencializar uma mudança na cultura alimentar dos estudantes, oferecendo a possibilidade de implementação de cultivos de alta produtividade e transformando sua relação com o consumo de alimentos. Além disso, um sistema aquapônico, por exemplo, poderia ser explorado de diversas maneiras em salas de aula, como a difusão de conteúdos sobre mudanças climáticas, biologia, química, matemática, programação, automação, empreendedorismo, marketing, turismo social, administração, etc..

Também em 2023, foi criado o Programa Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana, através do decreto nº 11.700, que já nasceu “com o importante envolvimento do Programa das Nações Unidas para o Meio-Ambiente (PNUMA), oportunizando ao Brasil qualificar sua ação a partir das metodologias e práticas das experiências internacionais” (MDA, 2023, online). Ainda em 2023, através da Lei nº 14.628, foram instituídos o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Cozinha Solidária visando fortalecer a segurança alimentar, estabelecendo modalidades de compra e destinação de alimentos, garantindo que um percentual mínimo das compras seja feito de agricultores familiares, incentivando a agricultura familiar, a produção agroecológica e orgânica, a adoção de práticas associadas à conservação da água, do solo e da biodiversidade, a produção sustentável, a geração de renda e fomentando a cozinha solidária como tecnologia social de combate à insegurança alimentar e nutricional (BRASIL, 2023).

Essas iniciativas trazem oportunidades para o desenvolvimento de diversas ações alinhadas aos objetivos da Agenda 2030 da ONU e às sugestões da FAO relativas a políticas de

incentivo a agricultores rurais e urbanos. A presente pesquisa buscou se aprofundar no entendimento dos desafios sociais relacionados à insegurança alimentar, das tecnologias disponíveis para otimização de cultivos e das oportunidades legais que surgiram recentemente para refletir sobre a inserção do designer na criação de inovações endereçando as necessidades das populações em situação de vulnerabilidade.

6.1 Proposta

A partir dessas reflexões, proponho diretrizes para implementação de um Sistema Produto-Serviço (PSS) com o objetivo de melhoria da segurança alimentar comunitária. O foco central é transformar o sistema agroalimentar urbano, integrando entregas tangíveis (produtos) e intangíveis (serviços), de modo a mobilizar a comunidade, melhorando a coesão social e a segurança alimentar e nutricional de modo que seja aplicável a diversas realidades. As diretrizes propostas foram divididas nas seguintes temáticas:

Educação e Conscientização

1. Realizar ações educativas para difusão de conhecimentos sobre agroecologia, aquaponia e produtividade de módulos produtivos otimizados;

A primeira barreira a ser quebrada na implementação de uma produção distribuída de alimentos utilizando técnicas inovadoras é a do conhecimento. É necessário promover palestras e vivências com participação direta da comunidade como ação constante, mantendo a temática sempre em evidência e aumentando o interesse das pessoas em entender mais sobre as tecnologias. Essas ações podem ser feitas em parceria com instituições que já mobilizem pessoas da comunidade, como associações de moradores, entidades religiosas e educacionais.

2. Realizar ações de reeducação alimentar e nutricional;

Promover workshops de receitas, aproveitamento integral de alimentos, valor nutricional, balanceamento de dieta, introdução de PANCs (Plantas Alimentícias Não Convencionais), etc.. Esses workshops são fundamentais para uma mudança na

cultura alimentar através da conscientização e pode ter impacto relevante na saúde geral da comunidade e na sustentabilidade a médio e longo prazo dos cultivos distribuídos.

3. Difundir conhecimentos sobre beneficiamento de produtos;

Promover workshops sobre o beneficiamento de produtos agrícolas e peixes para obtenção de renda. Ex.: extração e congelamento de filé de peixe, extração de pele de tilápia para produção de curativos biológicos, desidratação de frutas, produção de chips de legumes, produção de licores, etc.

Design

4. Centralizar ações em uma instituição que seja capaz de: captar recursos externos, construir parcerias e desenvolver dinâmicas participativas para mobilizar a comunidade;

Para implementar cultivos distribuídos com uma estrutura sustentável e resiliente, serão necessários recursos financeiros. Para obtenção de um grande volume de recursos que possibilitem ações duradouras será necessário fazer rodadas de captação através de editais de fomento. O Serta, por exemplo, captou recursos externos e utilizou dinâmicas participativas mobilizadoras para conseguir implementar 600 quintais urbanos e dezenas de sistemas aquapônicos e outras tecnologias em áreas rurais, mantendo acompanhamento técnico desses cultivos durante determinado período. Para além dessa instituição, o MST (Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra) e o MTST (Movimento dos Trabalhadores Sem-Teto) também são exemplos de entidades com potencial bastante relevante para projetos desse tipo.

5. Estudar possibilidades de geração de renda em toda a cadeia agroalimentar;

Realizar dinâmicas participativas para mapear possibilidades de geração de renda, tanto para a instituição quanto para os beneficiários dos cultivos distribuídos, de

forma a tornar o sistema agroalimentar sustentável e resiliente. A renda pode ser gerada, por exemplo, a partir de produtos comercializados (beneficiados ou não), serviços de transporte, assistência técnica especializada, venda de equipamentos e insumos, montagem de sistemas comerciais, etc.

6. Realizar estudos de campo na comunidade para mapear possíveis parceiros e locais com grande potencial de receber sistemas aquapônicos de médio porte;

Durante a pesquisa de campo surgiu o exemplo do Centro Dom João Costa, no Alto José do Pinho, que possui um sistema aquapônico instalado pelo Serta para fins educacionais e ocasiões de visitas demonstrativas. Associações de moradores, ONGs ou Igrejas também poderiam ter uma contribuição bastante significativa nesse aspecto, pois já atuam mobilizando as comunidades de alguma forma.

Escolas públicas e privadas podem receber sistemas aquapônicos que, além de terem o potencial de produzir alimentos para a própria instituição, também se integram a dinâmicas de ensino multidisciplinar.

7. Entendimento das diversas realidades da comunidade para implementar módulos produtivos de acordo com as possibilidades de cada uma delas;

O Serta, por exemplo, não se limitou a instalar sistemas aquapônicos, mas adaptou as hortas do projeto Vida Saudável nos Morros de acordo com as possibilidades de cada residência. Isso aumentou o alcance e os benefícios entregues pelo projeto. Também houve casos de aquaponia reduzida (Centro Dom João Costa), o que demonstra a versatilidade do sistema. Cultivos pequenos, apesar de terem uma capacidade reduzida de produzir excedentes, levam à reflexão sobre o consumo de alimentos, tendo potencial de mudar a cultura alimentar local.

8. Promover workshops e visitas guiadas à rede distribuída de produção de alimentos;

Além dos cursos gratuitos para a comunidade local, seria possível criar workshops pagos e visitas guiadas à produção distribuída no intuito de financiar as ações da própria instituição centralizadora. O turismo social está em evidência e a produção

distribuída de alimentos pode se tornar uma referência a nível nacional e/ou internacional, o que poderia propiciar oportunidades de geração de renda para a comunidade.

Tecnologias de cultivo

9. Elaborar cartilhas com lista de materiais e insumos, custos de implementação e operação, guia de montagem e requisitos de manutenção de sistemas aquapônicos de diversos tamanhos;

Apesar de existirem vários conteúdos disponíveis na internet e em bases de dados científicas, a disponibilização de um material estruturado com linguagem acessível pode facilitar o entendimento da tecnologia. É fundamental elaborar e promover a divulgação de materiais instrucionais (em especial, vídeos) sobre montagem e manutenção de sistemas aquapônicos, com lista de materiais e estimativas de custo x receita para sistemas aquapônicos de diversos tamanhos com base no mercado local.

10. Implementar módulos produtivos coletivos de pequeno e médio porte com gestão centralizada;

Esses módulos produtivos podem funcionar como hortas comunitárias, mas sua gestão deve estar centralizada em uma instituição. Essa temática surgiu nas entrevistas em Waimanalo, por exemplo, como sugestão dos beneficiários do projeto de distribuição de aquaponias. Cultivos coletivos mantidos por técnicos em agroecologia também são utilizados no Serta com fins educacionais e para abastecimento da própria instituição. A centralização da gestão pode evitar vários problemas comuns a cultivos coletivos, além de funcionar como cultivos experimentais para estudos de inserção de novas espécies no sistema, visitas guiadas e workshops sobre a tecnologia. Alguns desses módulos produtivos também podem servir para a produção de mudas e alevinos, além de permitirem utilizar a tecnologia para acompanhamentos terapêuticos a pessoas com autismo, por exemplo.

11. Financiar cultivos familiares e mobilizar a comunidade para construção coletiva;

Um grande limitador para a implementação de módulos familiares é o custo inicial e a falta de conhecimento da tecnologia. Financiar esses módulos pode pulverizar cultivos, melhorando a segurança alimentar e gerando renda por toda a comunidade. A participação da comunidade nessas ações de construção também pode aumentar a coesão social, dando mais resiliência aos benefícios alcançados com essas ações. É fundamental prestar assistência técnica especializada para manter a produtividade dos cultivos.

12. Produzir mudas e alevinos para fornecimento aos produtores;

Foi percebida uma dificuldade na produção de mudas e aquisição de alevinos para os sistemas aquapônicos. Centralizar a produção em cultivos coletivos geridos por uma instituição pode facilitar o acesso a esses insumos produtivos, aumentando a sustentabilidade e resiliência de todo o sistema agroalimentar. Esses insumos podem ser comercializados ou fornecidos, a depender da realidade de cada um dos cultivos consumidores desses produtos.

13. Prestar assistência técnica como serviço;

A assistência técnica especializada é fundamental para manter a produtividade dos cultivos e isso pode impactar diretamente na viabilidade dos módulos de cultivo. Para que se tornem resilientes esses módulos dependem de um manejo frequente e os conhecimentos dos beneficiários devem ser constantemente reciclados, através do compartilhamento de experiências, mas também é fundamental o monitoramento técnico especializado para guiar essas ações de manejo da produção. Essa assistência técnica pode ser financiada, para comunidades mais vulneráveis, mas também pode ser um serviço cobrado no caso de aquaponias comerciais.

14. Comercializar módulos produtivos, equipamentos e insumos;

Montar uma estrutura de fornecimento de equipamentos, insumos, ou mesmo módulos produtivos completos para operação pode ser uma fonte fundamental de renda para a instituição. Os grandes volumes de aquisição para os projetos podem

facilitar a negociação de valores com fornecedores e esses lucros podem financiar custos operacionais ou outras ações.

Segurança alimentar e nutricional

15. Estudar constantemente novas espécies para cultivo no sistema aquapônico;

Diversificar a produção é fundamental para a sustentabilidade e resiliência. As preferências pessoais por determinados tipos de alimentos, na minha visão, dependem muito da cultura alimentar. À medida que forem abordadas temáticas como valor nutricional de alimentos e possibilidades culinárias, novos alimentos podem ser introduzidos nos cultivos. A inclusão de PANCs (Plantas Alimentícias Não Convencionais) nos sistemas, como nas aquaponias do Serta, por exemplo, pode ser bastante significativa para melhorar a segurança alimentar e nutricional da comunidade.

Sócio-Política

16. Buscar apoio político para ações e propor mudanças na legislação no sentido de favorecer a agricultura urbana;

A mobilização política pode ser fundamental para viabilizar ações que busquem garantir a segurança alimentar no Brasil. As leis que proíbem o fornecimento de alimentos açucarados ou ultraprocessados em escolas, por exemplo, podem ser fundamentais para introduzir módulos produtivos na realidade das instituições, conscientizando os estudantes e contribuindo para uma mudança na cultura alimentar.

Para uma melhor estruturação das ideias contidas nas diretrizes propostas foram utilizadas as ferramentas Lean Canvas (tabela 10) e Value Proposition Canvas (figura 41), modelos que resumem a proposta de valor e permitem a visualização simplificada de um modelo de negócio.

<table>
<tr>
<td rowspan="2">1 - Problema

● Dificuldade na aquisição de produtos mais saudáveis;
● Viabilidade de um cultivo autônomo de alimentos;
● Desconexão entre produtores e consumidores;
● Utilização de agrotóxicos utilizados no plantio de alimentos;</td>
<td>4 - Solução

● Módulo produtivo de pequeno e médio porte para produção de alimentos;
● Integração de rede distribuída de produção de alimentos;
● Conexão entre produtores de alimentos e consumidores;
● Palestras e oficinas com a temática de reeducação alimentar;
● Implementação de núcleos produtivos em comunidades vulneráveis;
● Venda de equipamentos e insumos para produção de alimentos;</td>
<td rowspan="2">3 - Proposta Única de Valor

● Melhoria da coesão social
● Redução índices de insegurança alimentar em comunidades vulneráveis;
● Reeducação alimentar;
● Produção distribuída de alimentos integrada em rede;
● Redução da pegada de carbono;
● Produção de alimentos sem agrotóxicos;
● Consultoria para montagem de núcleo produtivo de pequena e média escala;</td>
<td>9 - Vantagem Injusta

● Engajamentos comunitários já existentes.
● Criação de cooperativas alimentares a partir de mobilizações de cultivo comunitário já existentes.
● Articulação através de redes de instituições.</td>
<td rowspan="2">2 - Segmentos de Clientes

● Pessoas sem renda fixa;
● Interessados em ter um cultivo próprio de alimentos;
● Interessados em consumir alimentos mais saudáveis;
● Comerciantes interessados em vender produtos saudáveis;
● Restaurantes que prezam por qualidade nos produtos;
● Interessados em consumir produtos locais;
● Governos Federal, Estadual e Municipal;
● Fundações de apoio à pesquisa e inovação;
● Entidades financiadoras de projetos com foco em sustentabilidade ou de cunho social;</td>
</tr>
<tr>
<td>8 - Métricas-chave

● Quantidade de sistemas aquapônicos implementados
● Kgs colhidos por m^2;
● Custo por m^2;
● Número de clientes recorrentes;
● Ticket médio;
● Projetos aprovados em editais;</td>
<td>5 - Canais

● Site;
● Endereço fixo;
● Boca a boca;
● Aplicativos de entrega (Ifood, Uber Eats, etc.);
● Redes sociais (Instagram, Facebook, TikTok);
● Youtube;
● Email Marketing (Newsletter);</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="3">7 - Estrutura de Custos

Fixos:
● Aluguel;
● Água;
● Luz;
● Internet;
● Salários;

Variáveis:
● Insumos e equipamentos;
● Desenvolvimento de software;
● Fabricação de módulos de cultivo;
● Marketing;
● Logística;
● Viagens;
● Eventos;</td>
<td colspan="3">6 - Fluxo de Receitas

● Venda de hortaliças direto ao cliente final;
● Venda de Peixes;
● Venda de filé de peixe e produtos beneficiados;
● Venda de curativos biológicos a partir da pele da tilápia;
● Venda de produtos cultivados em um módulo reservado;
● Assinatura de Hortaliças;
● Taxa de comercialização de produtos de terceiros;
● Venda de equipamentos e insumos;
● Venda de módulo produtivo;
● Comodato de módulo produtivo;
● Serviço de consultoria;
● Visitas guiadas aos núcleos produtivos;
● Projetos aprovados em editais de inovação e projetos sociais;
● Acompanhamento terapêutico;</td>
</tr>
</table>

Tabela 10: Lean Canvas com proposta para estruturação de um empreendimento social com foco na melhoria da segurança alimentar através da produção distribuída de alimentos em áreas urbanas e periurbanas.
Fonte: O autor (2024).

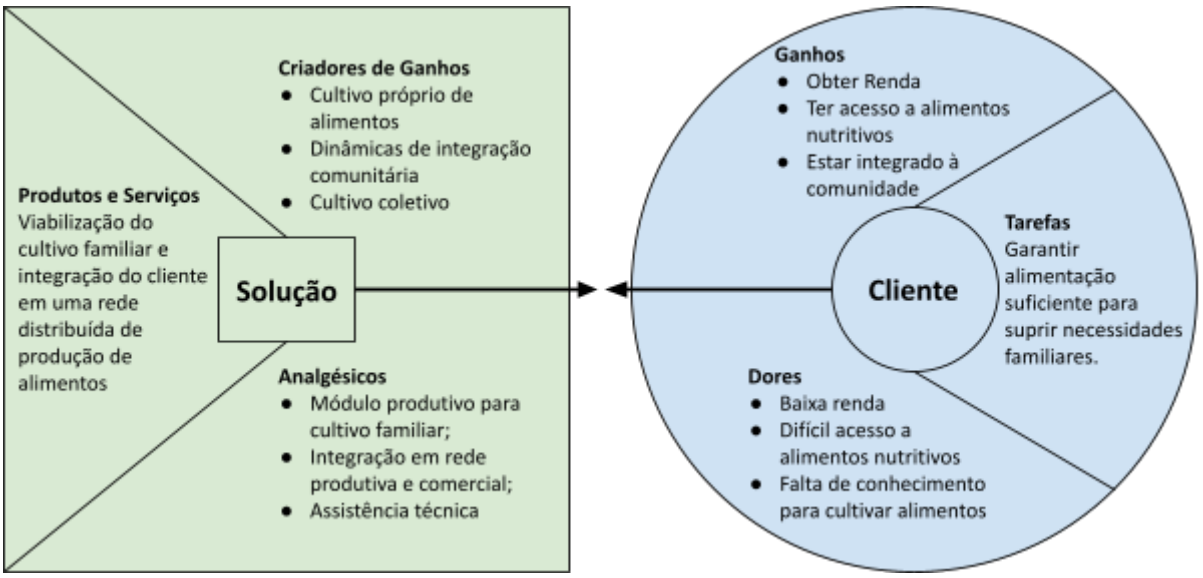


Figura 42: Value Proposition Design Canvas, definindo a proposta de valor de um empreendimento social com foco na melhoria da segurança alimentar através da produção distribuída de alimentos em áreas urbanas e periurbanas.
Fonte: O autor (2024).

A partir das diretrizes e da estruturação proposta através das ferramentas, reflito sobre um Sistema Produto-Serviço para melhoria da segurança alimentar através da aquaponia. A implementação de sistemas aquapônicos exigem a aquisição de equipamentos e materiais, mudas, alevinos e conhecimento especializado. Para operação dos cultivos é interessante contar com assistência técnica e estudar fornecedores para reposição de mudas e alevinos com determinada frequência. A comercialização da produção pode ser direcionada a varejos ou diretamente ao consumidor final, o que pode envolver atividades como embalagem e transporte de produtos.

Os módulos produtivos, assim como equipamentos e componentes são produtos, que podem ser vendidos, locados ou arrendados. Os produtos do cultivo também podem vendidos, unitariamente ou através de assinaturas, onde um valor mensal seria cobrado para o fornecimento frequente de hortaliças e peixes. É possível oferecer serviços como assistência técnica especializada para os cultivos, ou transporte da produção para o consumidor final.

Outra possibilidade é a estruturação de parques produtivos com cultivo modularizado, cuja produção de cada módulo seria comercializada previamente, reservada a um determinado restaurante ou supermercado, por exemplo, onde a empresa operadora do sistema

aquapônico cuidaria de todo o processo de cultivo. Também não pode ser descartada a parceria com instituições de saúde mental para atendimentos terapêuticos através do cultivo de alimentos na aquaponia.

Exemplos de categorias no Sistema Produto-Serviço (PSS) agroalimentar utilizando a aquaponia para produção distribuída de alimentos:

1. **Produto Puro** - venda de hortaliças ou peixes para consumidores finais, restaurantes e mercados; venda de equipamentos como bombas d'água, medidores de pH, etc..
2. **Produto orientado ao uso** - venda de sistemas aquapônicos juntamente com serviço de instalação e manutenção periódica; venda de assinaturas de hortaliças, onde um valor mensal garante um abastecimento semanal de produtos na residência.
3. **Uso orientado ao serviço** - módulos produtivos que funcionem como escolas, onde vários instrutores podem dar cursos pagando o aluguel por hora/aula; Aluguel de um módulo produtivo para demonstração, por exemplo, em um estacionamento de supermercado; hortas comunitárias, cuja colheita seria distribuída para os próprios operadores dos cultivos.
4. **Serviço orientado aos resultados** - Implementação de um módulo produtivo no estacionamento de um supermercado ou restaurante, cuja operação é terceirizada e a empresa recebe diretamente os produtos resultantes do cultivo; parque com cultivos modularizados que possam ser arrendados para restaurantes e mercados e cuja operação seja terceirizada; módulos implementados como serviço em clínicas de atendimento terapêutico, cuja operação seria terceirizada;
5. **Serviço puro** - venda de serviços como manutenção e/ou assistência técnicas aos módulos produtivos; serviço de frete para transportar a produção aos varejistas ou consumidor final; atendimento terapêutico para pessoas autistas nas instalações do empreendimento.

Enfim, há várias maneiras de gerar renda e várias configurações possíveis para implementar uma produção distribuída de alimentos em um sistema agroalimentar. Vale destacar que esta proposta de diretrizes, assim como a síntese das ideias desenvolvidas nesses templates foram baseadas em observações e experiências relatadas. Para implementação de um empreendimento que promova uma inovação social aderente aos desafios enfrentados por

uma comunidade específica, o trabalho deve contemplar uma atuação participativa, com designers especialistas e difusos, como define Manzini (2017), incluindo os integrantes desta comunidade na dinâmica de criação. Também é interessante desenhar um mapa do sistema para visualizar a dinâmica de implementação e funcionamento.

As imagens abaixo foram geradas através de Inteligência Artificial para ilustrar exemplos de sistemas aquapônicos em diversas situações dentro de um PSS agroalimentar:

Figura 43: Imagens geradas através de ferramentas de Inteligência Artificial para ilustrar a utilização da aquaponia dentro das categorias de um PSS agroalimentar.
Fonte: O autor, 2024.

Diante das diversas possibilidades, estudos futuros podem se dedicar à validação dessas propostas para entender quais categorias de PSS se adaptam melhor a determinados contextos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inovações sociais podem surgir espontaneamente mas, se as condições favoráveis forem criadas através do design, elas podem gerar mudanças sustentáveis em larga escala. Esta pesquisa reitera a importância do design como um motor dessas inovações, que pode ter um papel crucial na mitigação da insegurança alimentar, sendo um facilitador essencial na transformação dos sistemas de produção e consumo de alimentos. A insegurança alimentar e nutricional tem ligação direta com o acesso a renda e disponibilidade de alimentos, mas também se relaciona com a cultura alimentar. A difusão de cultivos distribuídos pode transformar essa cultura, e sua integração em uma rede coesa pode ser a chave para uma transformação sustentável e inclusiva.

A aplicação de tecnologias otimizadas de cultivo, como a aquaponia, pode aumentar significativamente a disponibilidade de alimentos em áreas com espaço limitado. Durante a pesquisa, ficou evidente a versatilidade da tecnologia em relação aos cultivos. Dentre os módulos com planilhas de custos disponíveis, o modelo do Serta tem o melhor custo benefício.

Houve relatos sobre o cultivo de várias espécies de peixe no sistema como a tilápia, o bagre, a perca, o cascudo, o apanhari e o tambaqui. As plantas mais comumente cultivadas em aquaponias são o alface, a cebolinha, o tomate, a menta, a hortelã e o manjericão, mas há casos de cultivos como berinjela, pepino, pimenta, pimentão, jambu, taioba, coentro, coentro chinês, couve, alho-nirá, morango, cenoura, batata doce, etc. Na minha percepção, a cultura alimentar e o tipo de cultivo hidropônico são os fatores determinantes das espécies cultivadas. A integração de práticas de design centradas no usuário pode melhorar a aceitação e a eficácia das soluções propostas, alinhado-as com as necessidades específicas das comunidades.

Para além da segurança alimentar, ficou evidente durante a pesquisa o potencial da dinâmica produtiva do sistema aquapônico para integração social de pessoas com dificuldades adaptativas sociais, como é o caso do ACRES Project (EUA), e ressocialização de pessoas, como no caso da Asociación Huerto Lazo (Espanha). Também pode ser uma oportunidade para gerar renda e impactar a empregabilidade em cultivos comerciais, como no caso do projeto Solutions for Change (EUA).

A partir dos estudos recomenda-se a adoção de políticas públicas que incentivem parcerias entre designers e comunidades para o desenvolvimento de programas educativos que capacitem pessoas a implementar e operar tecnologias de cultivo inovadoras, a criação de empreendimentos sociais focados em agricultura urbana e, mais ainda, a integração de designers nas esferas governamentais, atuando ativamente no processo de formulação dessas políticas públicas.

Um Sistema Produto-Serviço Agroalimentar Urbano guiado pelas diretrizes propostas tem um grande potencial de atingir vários Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, como:

ODS 1 (erradicação da pobreza) - Através da geração de renda em comunidades vulneráveis, tanto pela geração de empregos quanto pela possibilidade de comercialização de produtos cultivados em ambientes residenciais;

ODS 2 (fome zero) - Uma vez que aproxima a produção de alimentos dos consumidores e viabiliza interações e trocas no sentido de dar resiliência a essa dinâmica, tem o potencial de melhorar a segurança alimentar e nutricional das comunidades. Além disso o Sistema Produto Serviço prioriza uma agricultura que reduz em 90% o consumo de água no cultivo, não utiliza agrotóxicos e pode ser implementada em pequenos espaços, com captação de água da chuva e geração de energia;

ODS 3 (boa saúde e bem-estar) - Com a ideia de provocar uma conscientização da população com relação à sua própria alimentação, tem o potencial de transformar a cultura alimentar das comunidades onde a iniciativa consiga se inserir. Pode representar uma queda nas taxas de doenças crônicas não transmissíveis como Diabetes e Hipertensão;

ODS 4 (educação de qualidade) - Quando pensamos no potencial educacional que os módulos aquapônicos possuem, desde reeducação alimentar até ensino de tecnologias digitais, e que podem ser explorados em instituições de caráter social e escolas, sem distinção de faixas etárias;

ODS 5 (igualdade de gênero) - Através da conscientização, engajamento social e incentivo à diversidade nos projetos de ensino e conscientização e, ainda, na implantação dos módulos produtivos;

ODS 6 (água limpa e saneamento) - Além da redução de 90% do consumo de água na produção de alimentos, a conscientização sobre a qualidade da água e captação de água da chuva podem impactar a realidade das comunidades;

ODS 7 (energia acessível e limpa) - Com a instalação de fontes alternativas de energia para produção distribuída, como placas fotovoltaicas e/ou microgeradores nos módulos de cultivo;

ODS 8 (emprego digno e crescimento econômico) - Através da geração de empregos em uma série de cultivos de médio porte, além da comercialização de produtos produzidos domesticamente e prestação de serviços diversos dentro do Sistema Produto Serviço;

ODS 9 (indústria, inovação e infraestrutura) - Com o surgimento de novos produtores agrícolas dentro do meio urbano e uma rede de inovação comunitária, a captação de recursos e o reconhecimento do poder público ao desenvolvimento local podem levar a uma série de melhorias na infraestrutura;

ODS 10 (redução das desigualdades) - Através da geração de empregos diretos e da possibilidade de geração distribuída de renda nas comunidades;

ODS 11 (cidades e comunidades sustentáveis) - Por ser um projeto sustentável e resiliente a longo prazo;

ODS 12 (consumo e produção responsáveis) - Por aproximar a produção de alimentos dos consumidores, tem uma pegada ecológica reduzida;

ODS 13 (combate às alterações climáticas) - Com a possibilidade de captação de água da chuva, geração distribuída de energia, redução da necessidade de fretes de longa distância e, consequentemente, redução da pegada ecológica na alimentação comunitária;

ODS 17 (parceria em prol das metas) - Pela possibilidade e necessidade de diversas parcerias, tanto para financiamento de ações sociais e mobilização comunitária quanto para financiamento dos módulos produtivos, de infraestrutura local e manutenção do Sistema Produto Serviço.

Este estudo reforça a visão de que o design é uma ferramenta poderosa para o desenvolvimento social e econômico, capaz de enfrentar desafios complexos como a insegurança alimentar. Ao integrar métodos de design inovadores com tecnologias sustentáveis e empreendimentos sociais, podemos pavimentar o caminho para um futuro onde o acesso a alimentos saudáveis e sustentáveis seja uma realidade para todos. Pesquisas futuras poderiam expandir a escala das intervenções estudadas em diferentes contextos urbanos e rurais.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADELEKE, Babatunde *et al.* **Pathways to low-cost aquaponic systems for sustainable livelihoods and economic development in poor communities: defining critical success factors.** Aquaculture International 30, p. 1575–1591, 2022. Springer Nature Switzerland AG, 2022. (https://doi.org/10.1007/s10499-022-00865-z)

ALIOTTE, Joseane Thereza Bigaran. **Desempenho logístico de frutas e hortaliças: do conceito de foodmiles à busca de eficiência**. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola - Campinas, SP: [s.n.], 2021.

ARBEX, Pedro. **Este cara está fazendo hortas em estacionamentos - e uma grande empresa está bancando**. In: Brazil Journal, 2020. (https://braziljournal.com/este-cara-esta-fazendo-hortas-em-estacionamentos-e-uma-grande-empresa-esta-bancando)

ARMANDA, Dian T. *et al*. **The second green revolution: Innovative urban agriculture's contribution to food security and sustainability - A review**. Global Food Security 22, p. 13 a 24. Elsevier B. V., 2019. (https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.08.002)

AWAL, Abdul. **Water logging in southwestern coastal region of Bangladesh: Local adaptation and policy options**. Science Postprint ISSN:2187-9834, 2014.

BEEBE, Jazmine Kaleihua *et al.* **Reconnecting Rural Native Hawaiian Families to Food through Aquaponics.** Genealogy, 4, 9, 2020. doi:10.3390/genealogy4010009.

BEEBE, Jazmine Kaleihua *et al.* **Reconnecting Rural Native Hawaiian Families to Food through Aquaponics.** Genealogy, 4, 9, 2020. doi:10.3390/genealogy4010009.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo.** Tradução Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70.

BARKI, Edgard *et al.* **Social Entrepreneurship and Social Business: Retrospective and Prospective Research**. Forum, Revista de Administração de Empresas, v. 55, n. 4, p. 380-384, 2015.

BERALDO, Paulo. **"Brasil está voltando ao Mapa da Fome", diz membro da ONU.** In: Terra, 2020. (https://www.terra.com.br/noticias/mundo/brasil-esta-voltando-ao-mapa-da-fome-diz-membro-da-onu,b3675cf687fbe28d3525eaff3b295a1cae29i9n5.html)

BERLINK, Fernanda; OLIVEIRA, Marih. **Como o Brasil saiu do mapa da fome em 2014, mas voltou a ter índices elevados de miséria**. In: G1 Saúde, 2023. (https://g1.globo.com/saude/noticia/2023/11/27/como-o-brasil-saiu-do-mapa-da-fome-em-2014-mas-voltou-a-ter-indices-elevados-de-miseria.ghtml).

BRASIL. **Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006.** In: Diário Oficial da União, 2006, 18 set. (http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11346.htm)

BRASIL. **Lei nº 14.628, de 20 de julho de 2023.** In: Diário Oficial da União, 2023, 21 jul. (https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/Lei/L14628.htm)

BROWN, Tim; WYATT, Jocelyn. **Design Thinking for Social Innovation.** In: Stanford Social Innovation Review - Informing and inspiring leaders of social change. Essencials of Social Innovation, 2010. (https://ssir.org/articles/entry/design_thinking_for_social_innovation)

BÜRDEK, Bernhard E. **História, Teoria e Prática do Design de Produtos.** São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

CAMPOS, Ana Cristina. **IBGE: insegurança alimentar grave atinge 10,3 milhões de brasileiros**. Agência Brasil. In: Agência Brasil, 2020. (https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-09/ibge-inseguranca-alimentar-grave-atinge-103-milhoes-de-brasileiros).

CARNEIRO, Paulo César Falanghe *et al.* **Produção Integrada de Peixes e Vegetais em Aquaponia.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, Comunicado Técnico 189, 23p., 2015.

CARRANÇA, Taís. **Novo fundo vai destinar US$68 milhões para agricultura sustentável no Brasil.** Folha de São Paulo, 2020. (https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2020/09/novo-fundo-vai-destinar-us-68-milhoes-para-agricultura-sustentavel-no-brasil.shtml)

CARRIJO, Osmar A.; MAKISHIMA, Nozomu. **Princípios de Hidroponia**. Circular Técnica 22, Embrapa, 2000.

CIPOLLA, Carla; MOURA, Heloisa. **Social Innovation in Brazil Through Design Strategy**. The Design Management Institute. Design Management Journal, [S.l], v. 6, fasc. 1, 2012.

CMR. **Projeto de Lei Ordinária nº 172/2022.** Câmara Municipal do Recife, Processo Legislativo Eletrônico. Autoria Cida Pedrosa, 2022. (https://publico.recife.pe.leg.br/consultas/materia/materia_mostrar_proc?cod_materia=MTI0NjQ4)

CMRJ. **Agora é lei: alimentos ultraprocessados são proibidos nas escolas do Rio**. In: Câmara Municipal do Rio de Janeiro, 2023. (https://www.camara.rio/comunicacao/noticias/1628-agora-e-lei-alimentos-ultraprocessados-sao-proibidos-nas-escolas-do-rio)

CROSS, Nigel. **Engineering design methods: strategies for product design.** 5ª Edição. John Wiley & Sons Inc, 2021.

CUNHA, Natália Lacerda. **A contribuição do planejamento urbano para a segurança alimentar nas cidades: um enfoque sobre sistemas alimentares e a formação das agendas da política pública local**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano, 2018.

DESIGN COUNCIL. **The Double Diamond - A universally accepted depiction of the design process.** Design Council, [2024?]. (https://www.designcouncil.org.uk/our-resources/the-double-diamond/)

DIÁRIO DE PERNAMBUCO. **Em Pernambuco, 661 mil pessoas vivem em residências com insegurança alimentar grave**. In: Diário de Pernambuco, 2020. (https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/vidaurbana/2020/09/em-pernambuco-661-mil-pessoas-vivem-em-residencias-com-inseguranca-al.html)

DRESCH, Aline *et al.* **Uma Análise Distintiva entre o Estudo de Caso, A Pesquisa-Ação e a Design Science Research.** In: Revista Brasileira de Gestão e Negócios, v. 17, n. 56, p. 1116-1133.

DREW, Cat. **Developing our new Dystemic Design Framework.** Design Council, 2021. (https://medium.com/design-council/developing-our-new-systemic-design-framework-e0f74fe118f7)

ESHOJE. **Aquaponia é alternativa sustentável e lucrativa para comunidades tradicionais de Aracruz.** Redação Multimídia ESHOJE, 2023. (https://eshoje.com.br/geral/cidades/2023/12/aquaponia-e-alternativa-sustentavel-e-lucrativa-para-comunidades-tradicionais-de-aracruz)

EXAME. **Brasil está voltando ao mapa da fome, diz diretor da ONU.** In: Exame, 2020. (https://exame.com/brasil/brasil-esta-voltando-ao-mapa-da-fome-diz-diretor-da-onu/)

FALS BORDA, Orlando. **Orígenes universales y retos actuales de la IAP.** Análisis Político, [S.I.], n. 38, p. 73-90, 1999. (https://revistas.unal.edu.co/index.php/anpol/article/view/79283)

FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. **The state of food security and nutrition in the world 2023: urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural–urban continuum**. In: FAO Knowledge Repository, 2023. (https://doi.org/10.4060/cc3017en)

FREIRE, Amanda Pereira. **Design e tecnologia social: um estudo de caso sobre o processo de desenvolvimento de unidades de aquaponia.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), 2020.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido.** 17 ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

FREITAS, Maria do Carmo Soares de. **Agonia da fome**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ; Salvador: EDUFBA, 281 p. ISBN 85-8906-004-7, 2003.

GONÇALVES, Mariana Schmitz. **Heurísticas para ampliação da coesão social em iniciativas de agricultura urbana: contribuições para inovação social e o design de serviços**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná (UFPR), 2020.

GTSCA2030. **ODS.** Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para a Agenda 2030 do Desenvolvimento Sustentável, 2024. (https://gtagenda2030.org.br/ods)

HUERTO LAZO. **Asociación Huerto Lazo Cajíz**. In: Site da Asociación Huerto Lazo, [2016?]. (https://huertolazo.eu)

IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018: análise da segurança alimentar no Brasil.** IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro, 2020. (https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101742.pdf)

ISLAM, Faruk UI *et al*. **Integrated Floating Cage Aquageoponics System *IFCAS): a climate adaptive innovative solution for co-production of fish and vegetable in saline prone areas of Bangladesh.** Apresentação de slides, sem data (s/d).

INCA. **Como reduzir o consumo de agrotóxicos nos alimentos.** INCA - Instituto Nacional de Câncer, Ministério da Saúde, Governo Federal do Brasil, 2022.

(https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/causas-e-prevencao-do-cancer/dicas/alimentacao/como-reduzir-o-consumo-de-agrotoxicos-nos-alimentos)

INVESTSP. **Pink Farms recebe investimento de R$2 milhões para a construção de fábrica.** Agência Paulista de Promoção de Investimentos e Competitividade, 2020. (https://www.investe.sp.gov.br/noticia/pink-farms-recebe-investimento-de-r-2-milhoes-para-construcao-de-fabrica)

IPA. **Ecolume, coordenado pelo IPA, tem como objetivo a sustentabilidade alimentar e hídrica.** Instituto de Pesquisa Agronômicas, Notícias, 2022. (https://site.ipa.br/noticias/ecolume-coordenado-pelo-ipa-tem-como-objetivo-a-sustentabilidade-alimentar-e-hidrica)

JOHANSSON, Allan *et al.* **Distributed economies: a new engine for innovation.** In: Journal of Cleaner Production, v.13, 2005.

LACERDA, Francinete Francis *et al*. **O Projeto Ecolume: O paradigma da abundância na convivência com o clima semiárido no Nordeste Brasileiro**. Revista Fitos, Relatos de Experiência, p. 207 a 221. Rio de Janeiro, 2020.

LEGNAIOLI, Stella. **O que é empreendedorismo social?** Ecycle, Economia, [2020?]. (https://www.ecycle.com.br/6518-empreendedorismo-social.html)

LENNARD, Wilson; GODDEK, Simon. **Aquaponics: The Basics.** GODDEK, Simon *et al.* (eds.), Aquaponics Food Production Systems - Combined Aquaculture and Hydroponic Production Technologies for the Future, Chapter 5, p. 113-143. Springer, 2019.

MANZINI, Ezio. **Design: quando todos fazem design: uma introdução ao design para inovação social.** Tradução Luzia Araújo. São Leopoldo, RS: Ed. UNISINOS, 2017

MAUCIERI, Carmelo *et al*. **Hydroponic Technologies**. GODDEK, Simon *et al.* (eds.), Aquaponics Food Production Systems - Combined Aquaculture and Hydroponic Production Technologies for the Future, Chapter 4, p. 77 a 110. Springer, 2019.

MDA. **Governo Federal cria o Programa Nacional de Agricultura Urbana e Periurbana.** Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar, 2023. (https://www.gov.br/mda/pt-br/governo-federal-cria-o-programa-nacional-de-agricultura-urbana-e-periurbana

MEMON, Azhar M. *et al.* **Aquaponics in Saudi Arabia: Initial Steps towards Addressing Food Security in the Arid Region.** In: Agriculture 2022, 12, 2094. (https://doi.org/10.3390/agriculture12122094)

MILLIKEN, Sarah; STANDER, Henk. **Aquaponics and Social Enterprise**. GODDEK, Simon *et al.* (eds.), Aquaponics Food Production Systems - Combined Aquaculture and Hydroponic Production Technologies for the Future, Chapter 24, p. 607 a 619. Springer, 2020.

MOURA, Abdalaziz de. **Principios y Fundamentos de una Propuesta Educacional de Apoyo al Desarollo Sostenible - Peads - Una propuesta que revoluciona el papel de la Escuela frente a las personas, la sociedad y el mundo.** Traducción Antonia Enriqueta Lewinsky. 2ª Edición, [2004?].

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 2: Fome Zero e Agricultura Sustentável.** Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil, [2015?]. (https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/2/)

NEVES, André (org.). **Design Como Pensamento - Uma breve história da metodologia de Design.** Programa de Pós Graduação em Design, Centro de Artes e Comunicação, UFPE, 2017.

OBIRIKORANG, Kwasi Adu *et al*. **Aquaponics for Improved Food Security in Africa: A Review**. Frontiers in Sustainable Food Systems, Volume 5, Article 705549, 2021.

PAJOLLA, Murilo. **Afinal, o Brasil está ou não no Mapa da Fome da ONU?**. In: Brasil de Fato, 2021. (https://www.brasildefato.com.br/2021/06/30/afinal-o-brasil-esta-ou-nao-no-mapa-da-fome-da-onu)

PEIXOTO, Roberto. **Como a recente descoberta do primeiro clima árido no Brasil pode impactar o restante do país.** G1 Meio Ambiente, 2024. (https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2024/01/21/como-a-recente-descoberta-do-primeiro-clima-arido-no-brasil-pode-impactar-o-restante-do-pais.ghtml)

REDE PENSSAN. **Insegurança Alimentar e Covid-19 no Brasil**. VIGISAN. Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da Covid-19 no Brasil. In: Olhe para a Fome, 2021. (https://olheparaafome.com.br/VIGISAN_Inseguranca_alimentar.pdf)

REDE PENSSAN. **Insegurança Alimentar e Covid-19 no Brasil**. II VIGISAN. Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da Covid-19 no Brasil. In: Olhe para a Fome, 2022. (https://olheparaafome.com.br/wp-content/uploads/2022/06/Relatorio-II-VIGISAN-2022.pdf)

RIBEIRO, Silvana MAria; BÓGUS, Cláudia Maria; WATANABE, Helena Akemi Wada. **Agricultura urbana agroecológica na perspectiva da promoção da saúde.** In: Saúde Soc. São Paulo, v. 24, n. 2, p. 730-743, 2015.

ROCHA, Luana Lara *et al.* **Percepção dos residentes de favelas brasileiras sobre o ambiente alimentar: um estudo qualitativo**. Cadernos de Saúde Pública - Reports in Public Health, 2024.

RODRIGUES, Ed. **Horta urbana cultivada por mulheres produz alimentos para 30 famílias em PE.** Ecoa, 2022. (https://www.uol.com.br/ecoa/ultimas-noticias/2022/04/18/horta-urbana-cultivada-por-mulheres-produz-alimentos-para-30-familias-em-pe.htm)

RUI, Arieli. **Com a técnica da aquaponia, aldeia indígena une criação de peixes ao cultivo de verduras e hortaliças no ES.** G1 ES e TV Gazeta, 2024. (https://g1.globo.com/es/espirito-santo/norte-noroeste-es/noticia/2024/01/13/com-a-tecnica-da-aquaponia-aldeia-indigena-une-criacao-de-peixes-ao-cultivo-de-verduras-e-hortalicas-no-es.ghtml)

SAGI. **Escala Brasileira de Insegurança Alimentar – EBIA: análise psicométrica de uma dimensão da segurança alimentar e nutricional**. Secretaria de Avaliação e Gestão da Informação, Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, 2014.

SANTOS JUNIOR, Alfredo dos. **Empreendedorismo Social: o que é, características e estudos de caso.** Fundação Instituto de Administração, 2020. (https://fia.com.br/blog/empreendedorismo-social)

SANTOS, Micaela. **Conheça a Pink Farms, maior fazenda urbana vertical da América Latina.** In: Época Negócios, 2020. (https://epocanegocios.globo.com/Empresa/noticia/2020/01/conheca-pink-farms-maior-fazenda-urbana-vertical-da-america-latina.html)

SECRETARIA EXECUTIVA DE AGRICULTURA. **Secretaria-Executiva de Agricultura**. In: Prefeitura do Recife, [2024?]. (https://www2.recife.pe.gov.br/pagina/secretaria-executiva-de-agricultura)

SERAFIM, Alexandre Victor Lima (2023). **Como explicar o aumento de novos agrotóxicos no Brasil**. In: Direto ao Assunto, 2023. (https://diretoaoassunto.faac.unesp.br/como-explicar-o-aumento-de-novos-agrotoxicos-no-brasil)

SILVA, Jucelia S. Giacomini; SANTOS, Aguinaldo dos. **O conceito de sistemas produto-serviço: um estudo introdutório**. III Encontro de Sustentabilidade em Projeto do Vale do Itajaí, 2009.

SILVEIRA, Emanuela Lima *et al*. **Catálogo de princípios para criação de sistemas produtos + serviços sustentáveis: uma perspectiva holística**. Curitiba/PR, Insight, 2022.

SOMERVILLE, Christopher *et al.* **Small-scale aquaponic food production - Integrated fish and plant farming**. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 589. Rome, FAO. 262 p., 2014.

SUNNY, Antiqur Rahman *et al.* **Cost effective aquaponics for food security and income of farming households in coastal Bangladesh.** In: Egyptian Journal of Aquatic Research 45, 89-97, 2019. (https://doi.org/10.1016/j.ejar.2019.01.003)

TAYLOR, Benjamin P. **The Double Diamond as an example of some challenges of attribution in the history of ideas.** Chosen Path, 2021. (https://chosen-path.org/2021/05/05/the-double-diamond-as-an-example-of-some-challenges-of-attribution-in-the-history-of-ideas)

VEZZOLI, Carlo *et al*. **Sistema produto+serviço sustentável: fundamentos**. Traduzido por Aguinaldo dos Santos. Curitiba, PR: Insight, 2018.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos.** Tradução Daniel Grassi, 2.ed., Porto Alegre: Bookman, 2011.

APÊNDICE I

9. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA PESQUISA CIENTÍFICA

A utilização da Inteligência Artificial nesta pesquisa esteve presente em muitas fases. Essa seção do texto será dedicada a detalhar como se deu sua utilização em cada uma delas, através de várias ferramentas.

9.1. Elaboração do projeto de pesquisa de campo para o Comitê de Ética

Quando pensei em fazer a pesquisa de campo, ainda não entendia bem sobre a necessidade de submeter a pesquisa a um comitê de ética. O meu orientador, neste momento, me indicou que a melhor opção seria passar o projeto pelo comitê de ética, para evitar desclassificação da pesquisa num momento futuro, já que haveria entrevistas com pessoas e há essa necessidade para pesquisas envolvendo humanos.

Como eu estava numa fase ainda inicial da pesquisa, não havia muita coisa estruturada sobre a pesquisa de campo. A elaboração do projeto para o comitê de ética também foi fundamental para essa estruturação.

A submissão do projeto foi feita através da Plataforma Brasil[46], que "é uma base nacional e unificada de registros de pesquisas envolvendo seres humanos para todo o sistema CEP/Conep" (PLATAFORMA BRASIL, 2023). Já que não havia nada estruturado e muitos campos de formulário para preencher, resolvi testar a Inteligência Artificial para iniciar o processo de escrita, nesse caso o ChatGPT[47] em sua versão gratuita (3.5). Desde o princípio, por já haver utilizado a ferramenta, eu entendia que seria necessária uma revisão do texto gerado para fazer adequações. Também não segui a ordem das telas do formulário, iniciei na tela onde havia mais campos para preencher, para entender melhor o potencial do teste.

Iniciei o processo com o seguinte *prompt*:

> Considere que você é um designer fazendo um curso de mestrado sobre inovação social através da aquaponia.

[46] https://plataformabrasil.saude.gov.br/
[47] https://chat.openai.com/

Você vai submeter o projeto de pesquisa para um comitê de ética e precisa descrevê-lo. O formulário do comitê de ética tem os seguinte campos, que devem ser preenchidos com até 4000 caracteres (incluindo espaços em branco):

Resumo
Introdução
Hipótese
Objetivo Primário
Objetivo Secundário
Metodologia Proposta
Riscos
Benefícios
Metodologia de Análise de Dados
Desfecho Primário
Desfecho Secundário

A ideia do projeto é fazer uma pesquisa de campo, entrevistando pessoas que desenvolveram e mantém um módulo de aquaponia ativo, especialmente no município de Ibimirim (onde fica a escola de agroecologia SERTA, que desenvolveu um módulo agrovoltaico de aquaponia junto ao projeto Ecolume), para entender a sustentabilidade do sistema de aquaponia e seu potencial para melhorar a segurança alimentar de uma família, assim como avaliar a possibilidade de geração de renda. Através de entrevistas com estas pessoas, você buscará avaliar a resiliência, facilidade de construção e operação, facilidades de obtenção de recursos para financiamento, crédito rural, dificuldades de implementação do projeto, impacto na segurança alimentar familiar, etc.. você também quer entender se seria possível pensar um sistema produto-serviço e desenvolver módulos de aquaponia sustentáveis em ambiente urbano.

Você pretende entrevistar as pessoas, transcrever as entrevistas e fazer análise do conteúdo, baseado nas indicações de Bardin Laurence.

Escreva um texto para cada um dos itens listados acima, baseado na descrição dada do projeto. Tente detalhar processos e explicações sobre as etapas da pesquisa. O texto de cada item deve ter no mínimo 2000 caracteres.

Para esse prompt obtive o seguinte resultado:

Resumo:
Este projeto de pesquisa visa investigar a sustentabilidade e o potencial da aquaponia para melhorar a segurança alimentar e gerar renda em famílias. O estudo será conduzido por meio de entrevistas com indivíduos envolvidos na manutenção de módulos de aquaponia ativos, com foco especial no município de Ibimirim, onde a Escola de Agroecologia SERTA desenvolveu um módulo agrovoltaico de aquaponia como parte do projeto Ecolume. Através das entrevistas, serão avaliados aspectos como resiliência, facilidade de construção e operação, disponibilidade de recursos para financiamento e crédito rural, dificuldades na implementação do projeto e impacto na segurança alimentar familiar. Além disso, será explorada a possibilidade de desenvolver sistemas produto-serviço e módulos de aquaponia sustentáveis em ambientes urbanos. A metodologia de análise de dados será baseada nas indicações de Bardin Laurence para a análise de conteúdo das transcrições das entrevistas.

Introdução:
A aquaponia é um sistema sustentável de produção de alimentos que combina aquicultura (cultivo de organismos aquáticos) com hidroponia (cultivo de plantas em água). Nesse sistema, os resíduos gerados pelos peixes fornecem nutrientes para as plantas, que, por sua vez, purificam a água para os peixes. A aquaponia tem se mostrado uma abordagem promissora para a segurança alimentar, pois permite o cultivo de alimentos de forma eficiente e reduz o consumo de água e a necessidade de insumos externos.

Hipótese:
A hipótese deste estudo é que a aquaponia pode ser uma solução viável e sustentável para melhorar a segurança alimentar das famílias, além de apresentar potencial para geração de renda. Através da análise de experiências reais de pessoas envolvidas na manutenção de módulos de aquaponia ativos em Ibimirim, espera-se identificar os principais benefícios e desafios enfrentados por essas famílias, bem como explorar possíveis oportunidades de expansão da aquaponia em ambientes urbanos.

Objetivo Primário:
O objetivo primário deste estudo é avaliar a sustentabilidade do sistema de aquaponia e seu potencial para melhorar a segurança alimentar de uma família. Isso será alcançado por meio de entrevistas com pessoas que desenvolveram e mantêm módulos de aquaponia ativos em Ibimirim. Serão investigados aspectos como a resiliência do sistema, facilidade de construção e operação, obtenção de recursos para financiamento e crédito rural, além do impacto na segurança alimentar familiar.

Objetivo Secundário:
O objetivo secundário é explorar a possibilidade de desenvolver um sistema produto-serviço e módulos de aquaponia sustentáveis em ambiente urbano. Através das entrevistas, será investigada a viabilidade e os desafios associados à implementação da aquaponia em áreas urbanas, considerando aspectos como disponibilidade de espaço, acesso a recursos e aceitação social.

Metodologia Proposta:
A metodologia proposta envolve a realização de entrevistas individuais com pessoas envolvidas na manutenção de módulos de aquaponia ativos em Ibimirim. Essas entrevistas serão conduzidas de forma aberta e exploratória, permitindo que os participantes compartilhem suas experiências, desafios e benefícios relacionados à aquaponia. As entrevistas serão gravadas e posteriormente transcritas para análise.

A análise dos dados será realizada com base nas indicações de Bardin Laurence para a análise de conteúdo. As transcrições das entrevistas serão categorizadas e codificadas para identificar padrões e temas emergentes relacionados à sustentabilidade da aquaponia, segurança alimentar familiar, geração de renda e possibilidades de implementação em ambientes urbanos.

Riscos:
Este estudo envolve entrevistas com pessoas que mantêm módulos de aquaponia ativos. Embora os riscos sejam mínimos, existe a possibilidade de que algumas pessoas possam relatar dificuldades e desafios pessoais durante as entrevistas. Será necessário garantir a confidencialidade e o anonimato dos participantes, assegurando que suas identidades não sejam divulgadas.

Benefícios:
Este estudo tem o potencial de trazer benefícios significativos, tanto para as famílias envolvidas nas entrevistas quanto para a comunidade em geral. Ao compreender melhor a sustentabilidade da aquaponia e seu impacto na segurança alimentar familiar, será possível promover a disseminação desses sistemas, contribuindo para a melhoria das condições de vida das famílias e a promoção da agricultura sustentável. Além disso, a possibilidade de desenvolver módulos de aquaponia sustentáveis em ambientes urbanos pode impulsionar a produção de alimentos local, reduzindo a dependência de fontes externas e aumentando a resiliência das comunidades.

Metodologia de Análise de Dados:
A análise dos dados será realizada utilizando a abordagem de análise de conteúdo proposta por Bardin Laurence. As transcrições das entrevistas serão cuidadosamente revisadas e categorizadas para identificar temas e padrões relacionados aos principais objetivos da pesquisa. Essa análise permitirá uma compreensão mais aprofundada dos benefícios e desafios da aquaponia, bem como das perspectivas dos entrevistados sobre a viabilidade da implementação em áreas urbanas.

Desfecho Primário:
O desfecho primário deste estudo será a compreensão da sustentabilidade do sistema de aquaponia e seu potencial para melhorar a segurança alimentar de uma família. Será avaliada a resiliência do

sistema, a facilidade de construção e operação, a obtenção de recursos para financiamento e crédito rural, além do impacto na segurança alimentar familiar. Esses resultados serão fundamentais para identificar os benefícios e desafios da aquaponia e fornecer insights para a promoção de práticas sustentáveis na produção de alimentos.

Desfecho Secundário:
O desfecho secundário será a avaliação da viabilidade de desenvolver sistemas produto-serviço e módulos de aquaponia sustentáveis em ambiente urbano. Através das entrevistas, serão exploradas as oportunidades e desafios associados à implementação da aquaponia em áreas urbanas, considerando aspectos como espaço disponível, acesso a recursos e aceitação social. Esses resultados podem fornecer diretrizes importantes para a expansão da aquaponia em áreas urbanas, visando a segurança alimentar e a sustentabilidade.

Os textos foram refinados e inseridos no formulário. Continuando o processo de preenchimento, precisei preencher os critérios de inclusão e exclusão da pesquisa e formulei outro *prompt* para isso:

Escreva um texto para critérios de inclusão e exclusão de uma pesquisa de campo. Os critérios de inclusão consideram pessoas que participaram da concepção/construção/montagem e/ou mantém um módulo produtivo de aquaponia em funcionamento. Os critérios de exclusão não estão claros, mas gostaria que você desse um exemplo.

Com este *prompt* obtive o seguinte resultado:

Critérios de Inclusão e Exclusão para Pesquisa de Campo em Aquaponia

A pesquisa de campo a ser conduzida visa aprofundar o entendimento sobre a concepção, construção, montagem e manutenção de módulos produtivos de aquaponia em funcionamento. Para garantir a relevância e a precisão dos resultados, são estabelecidos critérios de inclusão e exclusão que delimitam a seleção dos participantes da pesquisa.

Critérios de Inclusão:

Experiência na Concepção/Construção/Montagem: Indivíduos que tenham participado ativamente na concepção, construção ou montagem de pelo menos um sistema de aquaponia. Isso inclui aqueles que contribuíram para o planejamento, design e instalação dos componentes do sistema.

Manutenção de Módulo Produtivo em Funcionamento: Pessoas que estejam envolvidas na manutenção regular e operação contínua de um módulo produtivo de aquaponia. Isso engloba o acompanhamento das condições da água, o manejo dos organismos aquáticos e a manutenção dos aspectos mecânicos e biológicos do sistema.

Conhecimento Prático em Aquaponia: Indivíduos que possuam um conhecimento prático e substancial sobre os princípios e práticas da aquaponia, demonstrando habilidades adquiridas por meio da experiência direta na operação de sistemas produtivos.

Critérios de Exclusão (Exemplo):

Falta de Experiência em Aquaponia: Participantes sem qualquer experiência prévia em aquaponia ou sistemas relacionados, visto que a pesquisa se concentra em indivíduos com conhecimento e envolvimento prático.

Falta de Participação Ativa: Pessoas que não tenham desempenhado um papel significativo na concepção, construção, montagem ou manutenção de um sistema de aquaponia em funcionamento.

Participação em Pesquisas Similares: Indivíduos que já tenham participado de pesquisas similares sobre aquaponia podem ser excluídos para evitar duplicação de informações e perspectivas repetidas.

Falta de Sistema Produtivo Ativo: Aqueles que não estão atualmente envolvidos na operação contínua de um módulo produtivo de aquaponia não atenderiam aos critérios de inclusão, uma vez que a pesquisa se concentra em aspectos práticos da manutenção e operação.

Falta de Disponibilidade para Participar: Pessoas que não possuem disponibilidade para participar das etapas necessárias da pesquisa, como entrevistas ou observações no local.

Estes critérios de inclusão e exclusão são estabelecidos para garantir que a pesquisa obtenha informações relevantes e confiáveis de pessoas com experiência prática na aquaponia e nos sistemas de produção relacionados. A aplicação rigorosa desses critérios auxiliará na obtenção de insights valiosos que contribuirão para o avanço do conhecimento nessa área.

Novamente o texto foi refinado e incluído no formulário de cadastro da pesquisa. Ao fazer uma contagem no número de caracteres dos textos, percebi que o ChatGPT não havia gerado texto com 2.000 caracteres, como eu havia solicitado, então tentei fazer com que ele escrevesse os textos iniciais com um número maior de caracteres. Utilizei o *prompt* abaixo::

Você consegue reescrever, de maneira estendida, os tópicos:
Resumo
Introdução
Hipótese
Objetivo Primário
Objetivo Secundário
Metodologia Proposta
Riscos
Benefícios
Metodologia de Análise de Dados
Desfecho Primário
Desfecho Secundário

O ideal seria o dobro do tamanho do texto.

O resultado para este *prompt* foi:

Resumo:

Este projeto de pesquisa tem como objetivo investigar a sustentabilidade e o potencial da aquaponia para melhorar a segurança alimentar e gerar renda para famílias. Serão realizadas entrevistas com pessoas que desenvolveram e mantêm módulos de aquaponia ativos, com enfoque especial no município de Ibimirim, onde a escola de agroecologia SERTA colaborou com o projeto Ecolume na criação de um módulo agrovoltaico de aquaponia. Através da análise das entrevistas transcritas, o estudo busca avaliar a resiliência do sistema, a facilidade de construção e operação, a obtenção de recursos para financiamento e crédito rural, bem como as dificuldades enfrentadas na implementação do projeto e seu impacto na segurança alimentar familiar. A metodologia proposta baseia-se na abordagem de análise de conteúdo de Bardin Laurence. Os resultados obtidos podem contribuir para

o desenvolvimento de políticas e práticas voltadas para a promoção da aquaponia como uma solução viável e sustentável.

Introdução:

A aquaponia é um sistema de produção agrícola inovador que combina a criação de organismos aquáticos, como peixes, com o cultivo de plantas em um ciclo fechado. Esse sistema oferece a possibilidade de produzir alimentos de maneira sustentável, contribuindo para a segurança alimentar e a geração de renda em comunidades rurais. No entanto, existem lacunas de conhecimento a respeito da sustentabilidade desse sistema e de seu potencial para melhorar a segurança alimentar e promover o desenvolvimento econômico local. Nesse contexto, o presente estudo se propõe a investigar a aquaponia a partir de entrevistas com pessoas envolvidas no desenvolvimento e manutenção de módulos de aquaponia, com foco no município de Ibimirim. O município de Ibimirim é uma referência nessa área devido ao trabalho realizado pela escola de agroecologia SERTA e o projeto Ecolume na criação de um módulo agrovoltaico de aquaponia. Através das entrevistas e da análise de conteúdo, busca-se compreender a resiliência do sistema, a facilidade de construção e operação dos módulos, a obtenção de recursos para financiamento e crédito rural, as dificuldades enfrentadas na implementação do projeto e o impacto na segurança alimentar familiar. Os resultados obtidos serão fundamentais para o avanço do conhecimento e para a formulação de políticas e práticas que promovam a aquaponia como uma alternativa viável e sustentável no contexto da segurança alimentar e da geração de renda em comunidades rurais.

Hipótese:

Partindo do pressuposto de que a aquaponia é um sistema sustentável com potencial para melhorar a segurança alimentar e gerar renda para famílias, a presente pesquisa busca investigar essa hipótese através da análise das entrevistas com os indivíduos envolvidos na manutenção de módulos de aquaponia ativos no município de Ibimirim. Acredita-se que os resultados da pesquisa irão confirmar a hipótese, fornecendo evidências sobre a sustentabilidade do sistema, a facilidade de construção e operação dos módulos, a obtenção de recursos para financiamento e crédito rural, bem como as dificuldades enfrentadas na implementação do projeto e o impacto na segurança alimentar familiar.

Objetivo Primário:

O objetivo principal deste estudo é avaliar a sustentabilidade do sistema de aquaponia e seu potencial para melhorar a segurança alimentar de famílias. Para alcançar esse objetivo, serão conduzidas entrevistas com indivíduos que desenvolveram e mantêm módulos de aquaponia ativos no município de Ibimirim. Através dessas entrevistas, busca-se compreender a resiliência do sistema, a facilidade de construção e operação dos módulos, a obtenção de recursos para financiamento e crédito rural, bem como as dificuldades enfrentadas na implementação do projeto e seu impacto na segurança alimentar familiar.

Objetivo Secundário:

Como objetivo secundário, busca-se avaliar o potencial da aquaponia como geradora de renda para famílias. Será investigado o impacto da implementação do sistema de aquaponia na segurança alimentar familiar, bem como a viabilidade de geração de renda através da produção e comercialização de peixes e plantas. Compreender o potencial econômico da aquaponia é fundamental para promover seu uso como uma alternativa de desenvolvimento sustentável nas comunidades rurais.

Metodologia Proposta:

A metodologia proposta neste estudo consiste em conduzir entrevistas com pessoas que desenvolveram e mantêm módulos de aquaponia ativos no município de Ibimirim. Será utilizado um roteiro de entrevista semiestruturada para coletar informações sobre a resiliência do sistema, a facilidade de construção e operação dos módulos, a obtenção de recursos para financiamento e

crédito rural, bem como as dificuldades enfrentadas na implementação do projeto e seu impacto na segurança alimentar familiar. As entrevistas serão gravadas e posteriormente transcritas. A análise dos dados seguirá a abordagem de análise de conteúdo proposta por Bardin Laurence. Os resultados serão categorizados em temas e padrões emergentes, fornecendo uma visão abrangente sobre a sustentabilidade do sistema de aquaponia e seu potencial para melhorar a segurança alimentar e gerar renda para famílias.

Riscos:

Os riscos associados a este estudo são mínimos. As entrevistas serão conduzidas de forma ética, respeitando a privacidade dos participantes. Será solicitado o consentimento informado dos entrevistados, garantindo que sua participação seja voluntária. Todas as informações coletadas serão mantidas em sigilo e utilizadas exclusivamente para fins de pesquisa. Os pesquisadores responsáveis pelo estudo estão comprometidos em seguir os princípios éticos e garantir a confidencialidade dos dados coletados.

Benefícios:

Este estudo tem o potencial de trazer diversos benefícios. Primeiramente, irá fornecer informações valiosas sobre a sustentabilidade da aquaponia, contribuindo para a ampliação do conhecimento nessa área. Além disso, os resultados obtidos podem subsidiar a formulação de políticas públicas e práticas voltadas para a promoção da aquaponia como uma solução viável e sustentável para melhorar a segurança alimentar e gerar renda em comunidades rurais. A pesquisa também pode auxiliar os indivíduos envolvidos na implementação de projetos de aquaponia, fornecendo insights sobre os desafios e as oportunidades desse sistema. Por fim, o estudo contribui para a formação acadêmica do pesquisador, enriquecendo seu conhecimento sobre inovação social e práticas sustentáveis na área do design.

Metodologia de Análise de Dados:

A análise dos dados coletados será realizada utilizando a abordagem de análise de conteúdo proposta por Bardin Laurence. As entrevistas transcritas serão submetidas a uma análise temática, identificando-se os principais temas e padrões emergentes relacionados à resiliência do sistema, facilidade de construção e operação dos módulos, obtenção de recursos para financiamento e crédito rural, dificuldades enfrentadas na implementação do projeto e impacto na segurança alimentar familiar. A análise será realizada de forma sistemática e rigorosa, garantindo a confiabilidade e a validade dos resultados obtidos.

Desfecho Primário:

O desfecho primário deste estudo é a avaliação da sustentabilidade do sistema de aquaponia. Serão investigados fatores como resiliência do sistema, facilidade de construção e operação dos módulos, obtenção de recursos para financiamento e crédito rural, bem como as dificuldades enfrentadas na implementação do projeto. Compreender a sustentabilidade da aquaponia é fundamental para promover sua adoção como uma solução viável e duradoura no contexto da segurança alimentar e do desenvolvimento sustentável.

Desfecho Secundário:

O desfecho secundário deste estudo é avaliar o potencial da aquaponia como geradora de renda para famílias. Será analisado o impacto da implementação do sistema de aquaponia na segurança alimentar familiar, bem como a viabilidade de produção e comercialização de peixes e plantas como fonte de renda. Compreender o potencial econômico da aquaponia é essencial para explorar seu uso como uma estratégia de desenvolvimento sustentável, promovendo o empoderamento econômico das famílias e contribuindo para a redução da pobreza e a melhoria das condições de vida nas comunidades rurais.

Com este teste eu percebi que o ChatGPT não conseguiu seguir o critério de número de caracteres que eu defini para cada trecho. Sob o critério de número de caracteres dos textos, a variação está detalhada na tabela abaixo:

Sessão	Quantidade de caracteres 1º *prompt*	Quantidade de caracteres 2º *prompt*
Resumo	964	986
Introdução	499	1481
Hipótese	485	680
Objetivo Primário	409	602
Objetivo Secundário	366	467
Metodologia Proposta	767	876
Riscos	366	502
Benefícios	643	786
Metodologia de Análise de Dados	468	610
Desfecho Primário	528	507
Desfecho Secundário	515	583

Tabela 11: Comparativo da quantidade de caracteres entre o 1º e o 2º prompt para geração de texto do projeto de pesquisa.
Fonte: Elaborada pelo autor.

Novamente percebi que a ferramenta não seguiu a indicação do número de caracteres, que seria o dobro dos caracteres do texto anteriormente gerado, havendo, inclusive redução de caracteres no item “Desfecho Primário”. Tentei mais uma vez, sendo mais específico no critério da quantidade de caracteres:

> Você consegue reescrever, de maneira estendida e detalhada, os tópicos:
> Resumo
> Introdução
> Hipótese
> Objetivo Primário
> Objetivo Secundário
> Metodologia Proposta
> Riscos
> Benefícios

Metodologia de Análise de Dados
Desfecho Primário
Desfecho Secundário

O ideal seria que cada trecho tivesse cerca de 2000 caracteres. Importante ressaltar que o estudo pretende entender a realidade rural para avaliar a reprodutibilidade do sistema tanto no meio rural quanto urbano.

O resultado deste *prompt* foi o texto abaixo:

Resumo (aproximadamente 2000 caracteres):

Este estudo tem como objetivo avaliar a sustentabilidade e o potencial da aquaponia como uma solução para melhorar a segurança alimentar e gerar renda em comunidades rurais e urbanas. A pesquisa será conduzida através de entrevistas com pessoas que desenvolveram e mantêm módulos de aquaponia ativos, com foco especial no município de Ibimirim. Serão investigados aspectos como resiliência do sistema, facilidade de construção e operação dos módulos, obtenção de recursos para financiamento e crédito rural, dificuldades de implementação do projeto e impacto na segurança alimentar familiar. A metodologia de análise de dados seguirá a abordagem de análise de conteúdo proposta por Bardin Laurence. Os resultados obtidos serão de grande relevância para promover a adoção da aquaponia como uma alternativa sustentável tanto no meio rural quanto no urbano.

Introdução (aproximadamente 2000 caracteres):

A aquaponia é um sistema inovador que combina a aquicultura, o cultivo de peixes, com a hidroponia, o cultivo de plantas em água. Esse sistema simbiótico permite a recirculação de nutrientes e o aproveitamento eficiente de recursos, resultando em uma produção sustentável de alimentos. A aquaponia tem o potencial de fornecer uma fonte de alimentos frescos e nutritivos, além de promover a utilização de espaços urbanos e rurais de forma mais eficiente.

No entanto, apesar do crescente interesse na aquaponia como uma alternativa sustentável, há uma lacuna no conhecimento sobre sua viabilidade e reprodutibilidade em diferentes contextos, especialmente nas áreas rurais. Portanto, este estudo busca preencher essa lacuna, investigando a sustentabilidade do sistema de aquaponia e seu potencial para melhorar a segurança alimentar e gerar renda em comunidades rurais e urbanas.

Hipótese (aproximadamente 2000 caracteres):

Com base na premissa de que a aquaponia é uma solução viável para a produção de alimentos sustentáveis, nossa hipótese é de que o sistema de aquaponia apresenta resiliência e facilidade de implementação tanto no meio rural quanto no urbano. Além disso, acreditamos que a aquaponia pode melhorar a segurança alimentar de famílias e oferecer oportunidades de geração de renda. Por meio deste estudo, esperamos confirmar essa hipótese e fornecer evidências empíricas sobre a viabilidade e reprodutibilidade da aquaponia em diferentes contextos.

Objetivo Primário (aproximadamente 2000 caracteres):

O objetivo primário deste estudo é avaliar a sustentabilidade do sistema de aquaponia em comunidades rurais e urbanas. Para atingir esse objetivo, serão conduzidas entrevistas com indivíduos que desenvolveram e mantêm módulos de aquaponia ativos, com enfoque especial no município de Ibimirim. Serão investigados aspectos como a resiliência do sistema, facilidade de construção e operação dos módulos, obtenção de recursos para financiamento e crédito rural, dificuldades enfrentadas na implementação do projeto e seu impacto na

Desta vez, a ferramenta não conseguiu me entregar a resposta completa, com todos os trechos solicitados. Essa interrupção é relativamente normal na ferramenta ChatGPT, mas há um botão “Continue Respondendo” para resolver esses casos. Ao clicar nesse botão a resposta continua sendo escrita de onde parou. Porém, como já havia alguns trechos ali escritos, fui verificar a quantidade de caracteres para entender se seria promissor continuar tentando refinar o *prompt* até receber o número de caracteres solicitado:

Sessão	**Quantidade de caracteres 1º *prompt***	**Quantidade de caracteres 2º *prompt***	**Quantidade de caracteres 3º *prompt***
Resumo	964	986	854
Introdução	499	1481	876
Hipótese	485	680	541

Tabela 12: Comparativo da quantidade de caracteres entre o 1º, 2º e 3º prompts para geração de texto do projeto de pesquisa - trechos de comparação possíveis.
Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao verificar que havia redução do número de caracteres em todos os tópicos, resolvi não insistir no teste, porque consumiria um tempo que, no meu entendimento, não teria um bom custo-benefício para este momento, pois este texto gerado por IA seria apenas a base de início para o texto final.

Segui então para o desenvolvimento de outros textos necessários para a submissão do projeto de pesquisa:

> No formulário há, ainda, um campo Desenho, onde se faz um resumo geral do desenho da pesquisa.
>
> Você consegue escrever o desenho da pesquisa resumindo todos os pontos acima trabalhados?

Para este *prompt* obtive o seguinte resultado:

> **Desenho da Pesquisa:**
>
> Este estudo tem como objetivo investigar a sustentabilidade e o potencial da aquaponia para melhorar a segurança alimentar e gerar renda para famílias. Serão realizadas entrevistas com pessoas que desenvolveram e mantêm módulos de aquaponia ativos, com foco especial no município de Ibimirim. A metodologia proposta consiste em entrevistar os participantes, transcrever as entrevistas e realizar uma análise de conteúdo baseada nas diretrizes de Bardin Laurence. Serão avaliados fatores como resiliência do sistema, facilidade de construção e operação, obtenção de recursos para financiamento e crédito rural, dificuldades de implementação e impacto na segurança alimentar familiar. Os resultados serão categorizados em temas e padrões emergentes. O desfecho primário é a avaliação da

> sustentabilidade da aquaponia, enquanto o desfecho secundário envolve a análise do potencial da aquaponia como geradora de renda. O estudo busca fornecer informações relevantes para a promoção da aquaponia como uma solução sustentável e contribuir para o desenvolvimento de políticas e práticas nessa área.

No formulário da pesquisa havia uma opção de dispensa de TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido), que é um termo consentindo a participação do entrevistado na pesquisa. Na primeira submissão do projeto - foram três ao todo, porque houve solicitação de esclarecimento, documentos pendentes, etc. - considerei que não seria necessária a assinatura no TCLE. Segui o processo, então, solicitando que o ChatGPT gerasse uma sugestão de texto com motivos para dispensa do TCLE:

> Qual seria uma boa justificativa para dispensa do TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO AO USUÁRIO para esta pesquisa?

Com este prompt obtive o seguinte resultado:

> A dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ao usuário pode ser justificada com base nas seguintes considerações:
>
> > **Minimização de riscos:** A pesquisa consiste em entrevistar pessoas que desenvolveram e mantêm módulos de aquaponia ativos no município de Ibimirim. Como o foco da pesquisa é explorar aspectos relacionados à sustentabilidade e potencial da aquaponia, os riscos associados à participação dos entrevistados são mínimos. Não são esperados impactos negativos significativos em sua privacidade ou bem-estar.
> >
> > **Anonimato e confidencialidade:** As entrevistas serão conduzidas de maneira ética, com garantia de anonimato e confidencialidade dos participantes. Suas identidades e informações pessoais serão mantidas em sigilo absoluto, sendo utilizadas apenas para fins de análise e apresentação dos resultados agregados. Essa abordagem visa proteger a privacidade e os dados pessoais dos participantes.
> >
> > **Natureza não invasiva da pesquisa:** A pesquisa consiste em entrevistas e análise de conteúdo. Não serão realizadas intervenções físicas ou procedimentos invasivos nos participantes. Portanto, a participação na pesquisa não implica em riscos físicos, psicológicos ou emocionais significativos.
> >
> > **Benefícios da pesquisa:** A pesquisa tem potencial para contribuir para a promoção da aquaponia como uma solução sustentável para melhorar a segurança alimentar e gerar renda em comunidades rurais. Os resultados obtidos podem subsidiar a formulação de políticas públicas e práticas voltadas para a adoção e o desenvolvimento da aquaponia. Além disso, a pesquisa pode fornecer informações úteis para os próprios participantes, permitindo-lhes obter insights sobre seus projetos e compartilhar suas experiências.
>
> É importante ressaltar que a dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido deve ser justificada de acordo com as normas e regulamentos éticos específicos de cada instituição e comitê de ética. É recomendado consultar as diretrizes éticas aplicáveis e obter a aprovação do comitê de ética responsável antes de dispensar o uso do termo de consentimento.

O texto revisado fez parte da primeira submissão do projeto de pesquisa, porém o Comitê de Ética entendeu que seria, sim, necessário ter um TCLE para assinatura de todos os

entrevistados. Para a segunda submissão, então, eu utilizei a ferramenta de IA para iniciar a elaboração de um TCLE:

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Estudo: Avaliação da Sustentabilidade e Potencial da Aquaponia para Melhorar a Segurança Alimentar e Gerar Renda em Comunidades Rurais e Urbanas.

Pesquisador Responsável: [Nome do Pesquisador]

Instituição: [Nome da Instituição]

Data:

Eu, [nome do participante], declaro que fui devidamente informado(a) sobre os objetivos, procedimentos e possíveis riscos e benefícios do estudo mencionado acima. Entendo que minha participação é voluntária e que tenho o direito de recusar ou desistir da participação a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízos.

Ao concordar em participar deste estudo, manifesto meu consentimento livre e esclarecido, bem como autorizo a utilização das informações coletadas exclusivamente para fins de pesquisa científica, garantindo a confidencialidade e anonimato dos dados fornecidos.

Objetivos do Estudo:

O objetivo deste estudo é avaliar a sustentabilidade e o potencial da aquaponia como uma solução para melhorar a segurança alimentar e gerar renda em comunidades rurais e urbanas. Serão realizadas entrevistas com pessoas que desenvolveram e mantêm módulos de aquaponia ativos, a fim de compreender os aspectos relacionados à resiliência do sistema, facilidade de construção e operação dos módulos, obtenção de recursos para financiamento e crédito rural, dificuldades enfrentadas na implementação do projeto e impacto na segurança alimentar familiar.

Procedimentos do Estudo:

Para participar deste estudo, serei entrevistado(a) pelo pesquisador responsável ou membros da equipe de pesquisa. Durante a entrevista, será solicitado que compartilhe informações sobre seu envolvimento na aquaponia, incluindo experiências, desafios e percepções sobre a sustentabilidade do sistema. As entrevistas serão gravadas, transcritas e analisadas de forma anônima.

Riscos e Benefícios:

Os riscos associados à participação neste estudo são considerados mínimos, e todos os esforços serão feitos para garantir a confidencialidade e anonimato das informações fornecidas. Os benefícios incluem a contribuição para o avanço do conhecimento científico sobre a aquaponia e a possibilidade de influenciar políticas e práticas relacionadas à segurança alimentar e desenvolvimento sustentável.

Confidencialidade e Anonimato:

As informações fornecidas durante o estudo serão tratadas com estrita confidencialidade. Os dados serão armazenados em ambiente seguro e somente os pesquisadores responsáveis terão acesso a eles. Todas as informações serão utilizadas de forma anônima, sendo removidos quaisquer dados que possam identificar os participantes.

Direitos do Participante:

Eu compreendo que minha participação neste estudo é voluntária e que tenho o direito de recusar ou desistir da participação a qualquer momento, sem qualquer penalidade ou prejuízo. Entendo que minha decisão de participar ou não não afetará a minha relação com a instituição ou qualquer outro indivíduo envolvido no estudo.

Contato e Informações Adicionais:

Caso eu tenha alguma dúvida ou queira obter mais informações sobre o estudo, posso entrar em contato com o pesquisador responsável, [nome do pesquisador], por meio do seguinte contato: [informações de contato].

Ao assinar abaixo, confirmo que li e compreendi este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e concordo em participar deste estudo voluntariamente.

Nome do Participante

Assinatura do Participante

Data

O Comitê de Ética também solicitou um esclarecimento de como seriam as devolutivas dos resultados da pesquisa para os participantes. Recorri ao ChatGPT para iniciar o desenvolvimento do texto de resposta:

O comitê de ética solicitou informar como dar-se-á a devolutiva de resultados para os participantes de pesquisa. A ideia é que a partir desse trabalho sejam escritos artigos para congressos e seminários de pesquisa, além da divulgação do trabalho para os participantes entrevistados. Idealmente, será feita uma visita aos pontos de coletas de dados para que a divulgação alcance essas pessoas.

Você consegue escrever um texto formal para suprir essa solicitação do comitê de ética de pesquisa?

O resultado para este *prompt* foi o seguinte:

Claro, aqui está um exemplo de como você poderia responder à solicitação do comitê de ética de pesquisa sobre a devolução de resultados para os participantes:

Prezado Comitê de Ética de Pesquisa,

Em resposta à solicitação do Comitê de Ética de Pesquisa, gostaríamos de esclarecer como será conduzida a devolução de resultados aos participantes envolvidos no estudo intitulado "Avaliação da Sustentabilidade e Potencial da Aquaponia para Melhorar a Segurança Alimentar e Gerar Renda em Comunidades Rurais e Urbanas". Reconhecemos a importância de fornecer informações relevantes aos participantes, bem como de comunicar os resultados alcançados por meio de artigos científicos, congressos e seminários de pesquisa.

Após a conclusão das análises e a elaboração dos resultados, temos o compromisso de comunicar as descobertas aos participantes de forma clara e acessível. Para alcançar esse objetivo, planejamos implementar um processo de devolução de resultados que incluirá as seguintes etapas:

Elaboração de Artigos Científicos: Os resultados obtidos a partir desta pesquisa serão elaborados em artigos científicos que serão submetidos a conferências e seminários de pesquisa. Estes artigos serão publicados em periódicos e eventos relevantes da área, permitindo que a comunidade acadêmica tenha acesso aos achados.

Divulgação em Congressos e Seminários: Além da publicação em periódicos, pretendemos apresentar os resultados em congressos e seminários acadêmicos. Isso permitirá que a comunidade científica discuta e analise os resultados de maneira mais ampla, contribuindo para a disseminação do conhecimento gerado.

Visita aos Pontos de Coleta de Dados: Reconhecendo a importância de envolver os participantes diretamente, planejamos realizar visitas aos locais onde os dados foram coletados. Durante essas visitas, apresentaremos os principais resultados do estudo, respondendo a quaisquer perguntas e esclarecendo eventuais dúvidas que os participantes possam ter.

Divulgação Escrita e Visual: Para alcançar os participantes que não possam estar presentes nas visitas ou nos eventos acadêmicos, elaboraremos materiais escritos e visuais que resumam os principais resultados do estudo. Esses materiais serão preparados de forma acessível e compreensível, para garantir que todos os participantes possam se beneficiar das informações geradas pela pesquisa.

Canais de Comunicação: Estabeleceremos canais de comunicação para que os participantes possam entrar em contato conosco a qualquer momento para obter mais informações ou esclarecer dúvidas relacionadas aos resultados da pesquisa.

Nosso objetivo é garantir que os participantes estejam informados sobre os resultados do estudo, permitindo que eles se beneficiem do conhecimento gerado a partir de suas contribuições. Acreditamos que essa abordagem atende aos padrões éticos de comunicação e devolução de resultados, promovendo a transparência e a responsabilidade em relação aos participantes envolvidos.

Agradecemos a atenção do Comitê de Ética de Pesquisa a este assunto e nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais.

Atenciosamente,

[Seu Nome]

[Pesquisador Responsável]

[Instituição]

Na primeira submissão do projeto, apesar de descrever a realização de entrevistas com usuários, eu ainda não havia escrito um roteiro de entrevista. Essa foi uma das pendências de documentação verificadas pelo Comitê de Ética, o que teria que ser sanado na primeira revisão do projeto. Ao iniciar a elaboração de algumsa perguntas, resolvi recorrer ao ChatGPT para facilitar esse processo:

Buscando informações sobre o desenvolvimento e manutenção de um módulo de cultivo com a técnica da aquaponia, dificuldades enfrentadas, fontes de financiamento, potencial na manutenção da segurança alimentar e geração de renda familiar, dentre outros fatores, elabore um roteiro de entrevista com cerca de 12 perguntas.

O resultado obtido com este *prompt* foi o seguinte:

Roteiro de Entrevista: Desenvolvimento e Manutenção de um Módulo de Aquaponia

Introdução:

- Saudações e agradecimento pela disponibilidade de participar da entrevista.
- Breve explicação sobre o propósito da pesquisa e a importância das experiências dos entrevistados.

Parte 1: Desenvolvimento e Montagem do Módulo de Aquaponia:

Pergunta: Como você descreveria o processo de concepção e montagem do seu módulo de aquaponia? Quais foram os principais desafios enfrentados nessa fase?
Pergunta: Quais foram os componentes-chave do sistema que você precisou considerar durante a montagem? (Ex: tanques de peixes, leitos de cultivo, sistema de bombeamento, filtragem)
Pergunta: Quais foram os recursos financeiros e materiais necessários para construir e implementar o sistema? Você recebeu algum tipo de financiamento ou suporte para o projeto?

Parte 2: Manutenção e Operação do Módulo de Aquaponia:

4. Pergunta: Como é a rotina de manutenção do sistema? Quais são os aspectos mais críticos que requerem atenção regular?

Pergunta: Quais são os principais desafios que você enfrenta ao manter o sistema funcionando de forma eficiente? (Ex: controle da qualidade da água, saúde dos peixes e plantas)
Pergunta: Quais são as práticas que você adotou para evitar ou lidar com problemas comuns, como doenças dos peixes, acúmulo de resíduos ou desequilíbrios no sistema?

Parte 3: Fontes de Financiamento e Apoio:

7. Pergunta: Quais foram as fontes de financiamento que você buscou para o desenvolvimento e manutenção do módulo de aquaponia? (Ex: investimentos pessoais, subsídios governamentais, parcerias)

Pergunta: Você buscou alguma forma de capacitação ou treinamento especializado para a implementação e gerenciamento do sistema? Como isso impactou a sua experiência?

Parte 4: Potencial na Segurança Alimentar e Geração de Renda:

9. Pergunta: Na sua opinião, qual é o potencial da aquaponia para contribuir para a segurança alimentar local? De que maneira o seu sistema tem abordado essa questão?

Pergunta: Além da segurança alimentar, você acredita que a aquaponia pode ser uma fonte viável de geração de renda familiar? Quais são os desafios e oportunidades nesse sentido?

Parte 5: Aprendizados e Recomendações:

11. Pergunta: Com base na sua experiência, quais são os principais aprendizados que você gostaria de compartilhar com outras pessoas interessadas em iniciar um sistema de aquaponia?

Pergunta: Você teria alguma recomendação específica para governos, organizações ou instituições que desejam promover a adoção da aquaponia como parte de iniciativas de segurança alimentar e desenvolvimento sustentável?

Encerramento:

- Agradecimento pelo tempo e contribuição para a pesquisa.
- Indicação de que os resultados da pesquisa serão compartilhados, respeitando a confidencialidade das informações pessoais, se necessário.
- Possibilidade de contato posterior caso surjam mais insights ou informações relevantes.

Lembrando que o número de perguntas pode ser ajustado de acordo com a profundidade e a duração desejada para a entrevista.

Todos os textos gerados com a IA para a escrita e submissão do projeto foram revisados, formatados e enviados através da Plataforma Brasil. O comitê de ética levantou várias pendências durante o processo, pediu esclarecimentos e modificações em alguns documentos. Para as modificações que se seguiram, os textos foram complementados, corrigidos e modificados sem a utilização da IA. Não será colocado aqui o texto final por conta da extensão, mas vale destacar que a ajuda da IA foi importante nesse processo de escrita pra gerar um texto base, que foi modificado e, algumas vezes, reelaborado.

9.2. Transcrição das entrevistas de campo

As entrevistas de campos foram semi-estruturadas, ou seja, se basearam no roteiro de entrevista, mas funcionou mais como uma conversa, sem formalidades. As perguntas não foram feitas literalmente como estavam escritas, nem na ordem colocada no roteiro. Tampouco foram feitas todas as perguntas a todos os entrevistados. A intensão era investigar a sustentabilidade do módulo de aquaponia e as dificuldades na impantação e manutenção do cultivo, aquisição de insumos, produção de mudas, etc.. Todas as entrevistas foram gravadas em áudio, com um gravador digital Zoom H1n.

Por conta desse modo de entrevista, e por estar entrevistando pessoas com perfis diferentes, desde agricultores até um dos fundadores do Serta, desde entrevistas individuais até grupo focal, as entrevistas tiveram durações variadas, sendo a mais longa com duração superior a 2 horas.

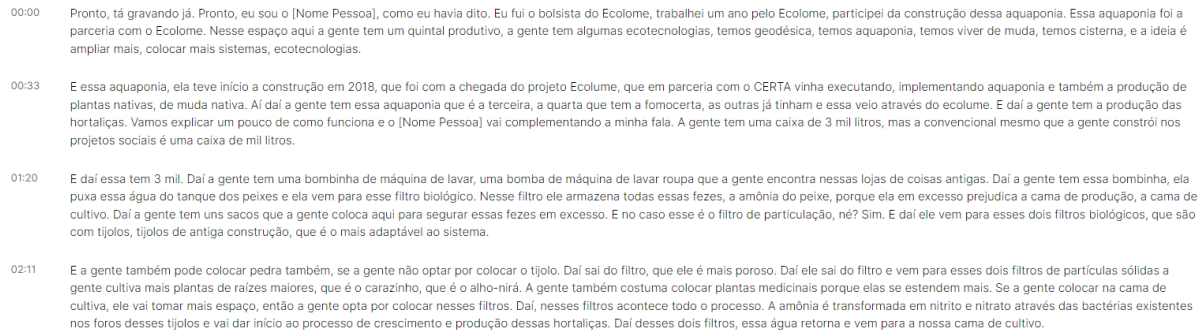
Para fazer as transcrições das entrevistas de campo, comecei a buscar possibilidades de ferramentas de IA gratuitas, mas não encontrei nesse momento uma opção gratuita que oferecesse a possibilidade de transcrever arquivos tão extensos de uma maneira

estruturada. Optei por avaliar ferramentas pagas e encontrei duas ferramentas que me pareceram promissoras: Cockatoo[48] e Trankriptor[49].

Ambas as ferramentas me permitiram fazer um teste de transcrição, com cerca de 6 minutos do áudio. A assertividade de ambas, para um trecho curto, se mostrou razoável. Fui tentar avaliar as vantagens e desvantagens de cada uma e pensar no custo-benefício.

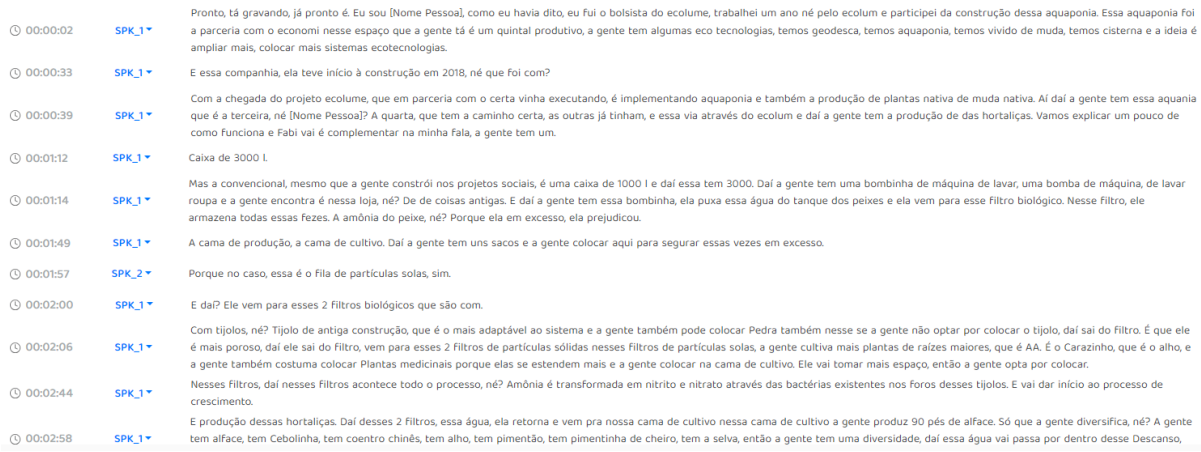
A ferramenta Transkriptor separa as falas de cada pessoa presente na gravação, o que a Cockatoo não faz. Em contrapartida, a Cockatoo me pareceu mais assertiva na transcrição e, na assinatura, me oferecia uma quantidade bem superior de minutos de transcrição e isso me permitiria testar outras transcrições além das entrevistas desta pesquisa. Nesse momento eu entendi que o trabalho de revisão, de qualquer forma, seria extenso. Optei pela ferramenta Cockatoo.

A seguir trago *prints* de amostras da transcrição feitas pelas duas ferramentas:



00:00	Pronto, tá gravando já. Pronto, eu sou o [Nome Pessoa], como eu havia dito. Eu fui o bolsista do Ecolome, trabalhei um ano pelo Ecolome, participei da construção dessa aquaponia. Essa aquaponia foi a parceria com o Ecolome. Nesse espaço aqui a gente tem um quintal produtivo, a gente tem algumas ecotecnologias, temos geodésica, temos aquaponia, temos viver de muda, temos cisterna, e a ideia é ampliar mais, colocar mais sistemas, ecotecnologias.
00:33	E essa aquaponia, ela teve início a construção em 2018, que foi com a chegada do projeto Ecolume, que em parceria com o CERTA vinha executando, implementando aquaponia e também a produção de plantas nativas, de muda nativa. Aí daí a gente tem essa aquaponia que é a terceira, a quarta que tem a fomocerta, as outras já tinham e essa veio através do ecolume. E daí a gente tem a produção das hortaliças. Vamos explicar um pouco de como funciona e o [Nome Pessoa] vai complementando a minha fala. A gente tem uma caixa de 3 mil litros, mas a convencional mesmo que a gente constrói nos projetos sociais é uma caixa de mil litros.
01:20	E daí essa tem 3 mil. Daí a gente tem uma bombinha de máquina de lavar, uma bomba de máquina de lavar roupa que a gente encontra nessas lojas de coisas antigas. Daí a gente tem essa bombinha, ela puxa essa água do tanque dos peixes e ela vem para esse filtro biológico. Nesse filtro ele armazena todas essas fezes, a amônia do peixe, porque ela em excesso prejudica a cama de produção, a cama de cultivo. Daí a gente tem uns sacos que a gente coloca aqui para segurar essas fezes em excesso. E no caso esse é o filtro de particulação, né? Sim. E daí ele vem para esses dois filtros biológicos, que são com tijolos, tijolos de antiga construção, que é o mais adaptável ao sistema.
02:11	E a gente também pode colocar pedra também, se a gente não optar por colocar o tijolo. Daí sai do filtro, que ele é mais poroso. Daí ele sai do filtro e vem para esses dois filtros de partículas sólidas a gente cultiva mais plantas de raízes maiores, que é o carazinho, que é o alho-nirá. A gente também costuma colocar plantas medicinais porque elas se estendem mais. Se a gente colocar na cama de cultiva, ele vai tomar mais espaço, então a gente opta por colocar nesses filtros. Daí, nesses filtros acontece todo o processo. A amônia é transformada em nitrito e nitrato através das bactérias existentes nos foros desses tijolos e vai dar início ao processo de crescimento e produção dessas hortaliças. Daí desses dois filtros, essa água retorna e vem para a nossa cama de cultivo.

Figura 44: Trecho de transcrição feita pela ferramenta Cockatoo
Fonte: O autor (2023)



00:00:02	SPK_1	Pronto, tá gravando, já pronto é. Eu sou [Nome Pessoa], como eu havia dito, eu fui o bolsista do ecolume, trabalhei um ano né pelo ecolum e participei da construção dessa aquaponia. Essa aquaponia foi a parceria com o economi nesse espaço que a gente tá é um quintal produtivo, a gente tem algumas eco tecnologias, temos geodesca, temos aquaponia, temos vivido de muda, temos cisterna e a ideia é ampliar mais, colocar mais sistemas ecotecnologias.
00:00:33	SPK_1	E essa companhia, ela teve início à construção em 2018, né que foi com?
00:00:39	SPK_1	Com a chegada do projeto ecolume, que em parceria com o certa vinha executando, é implementando aquaponia e também a produção de plantas nativa de muda nativa. Aí daí a gente tem essa aquania que é a terceira, né [Nome Pessoa]? A quarta, que tem a caminho certa, as outras já tinham, e essa via através do ecolum e daí a gente tem a produção de das hortaliças. Vamos explicar um pouco de como funciona e Fabi vai é complementar na minha fala, a gente tem um.
00:01:12	SPK_1	Caixa de 3000 l.
00:01:14	SPK_1	Mas a convencional, mesmo que a gente constrói nos projetos sociais, é uma caixa de 1000 l e daí essa tem 3000. Daí a gente tem uma bombinha de máquina de lavar, uma bomba de máquina, de lavar roupa e a gente encontra é nessa loja, né? De de coisas antigas. E daí a gente tem essa bombinha, ela puxa essa água do tanque dos peixes e ela vem para esse filtro biológico. Nesse filtro, ele armazena todas essas fezes. A amônia do peixe, né? Porque ela em excesso, ela prejudicou.
00:01:49	SPK_1	A cama de produção, a cama de cultivo. Daí a gente tem uns sacos e a gente colocar aqui para segurar essas vezes em excesso.
00:01:57	SPK_2	Porque no caso, essa é o fila de partículas solas, sim.
00:02:00	SPK_1	E daí? Ele vem para esses 2 filtros biológicos que são com.
00:02:06	SPK_1	Com tijolos, né? Tijolo de antiga construção, que é o mais adaptável ao sistema e a gente também pode colocar Pedra também nesse se a gente não optar por colocar o tijolo, daí sai do filtro. É que ele é mais poroso, daí ele sai do filtro, vem para esses 2 filtros de partículas sólidas nesses filtros de partículas solas, a gente cultiva mais plantas de raízes maiores, que é AA. É o Carazinho, que é o alho, e a gente também costuma colocar Plantas medicinais porque elas se estendem mais e a gente colocar na cama de cultivo. Ele vai tomar mais espaço, então a gente opta por colocar.
00:02:44	SPK_1	Nesses filtros, daí nesses filtros acontece todo o processo, né? Amônia é transformada em nitrito e nitrato através das bactérias existentes nos foros desses tijolos. E vai dar início ao processo de crescimento.
00:02:58	SPK_1	E produção dessas hortaliças. Daí desses 2 filtros, essa água, ela retorna e vem pra nossa cama de cultivo nessa cama de cultivo a gente produz 90 pés de alface. Só que a gente diversifica, né? A gente tem alface, tem Cebolinha, tem coentro chinês, tem alho, tem pimentão, tem pimentinha de cheiro, tem a selva, então a gente tem uma diversidade, daí essa água vai passa por dentro desse Descanso,

[48] https://www.cockatoo.com/
[49] https://transkriptor.com/

Figura 45: Trecho de transcrição feita pela ferramenta Transkriptor
Fonte: O autor (2023)

A opção pela Cockatoo, que impactaria na separação do diálogo entre entrevistados e entrevistador, na minha avaliação não faria diferença para o resultado final, visto que o importante era o conteúdo debatido ali e não necessariamente saber quem estava falando. O trabalho para concluir a revisão das transcrições, mesmo com a ajuda inicial da IA, foi bem intenso.

9.3. Codificação

Finalizada a transcrição das entrevistas, a etapa seguinte é a da codificação do material. Nessa fase eu também tentei avaliar como a IA poderia potencializar minha análise e otimizar meu tempo. Novamente, a ideia não era fazer algo totalmente automático mas, sim, entender o potencial da IA em indicar códigos condizentes com o texto e com a minha própria interpretação.

9.3.1. ChatPDF

Para iniciar o processo recorri à ferramenta ChatPDF[50], que permite o *upload* de um arquivo PDF e responde a perguntas relativas ao conteúdo do documento. A ferramenta também indica as páginas do texto que embasaram sua resposta, os números geralmente aparecem após o trecho de referência e tem um link que leva o usuário para a página do documento PDF indicada pelo número.

Com a leitura e revisão das transcrições, eu já tinha uma ideia de definição de algumas categorias. Resolvi dar início ao teste de codificação com o ChatPDF a partir dessa ideia inicial. Vale a pena ressaltar que, nesse momento, eu estava utilizando a versão paga da ferramenta, pois a versão gratuita limita a quantidade de páginas por documento .pdf e a entrevista ultrapassava esse limite. Fiz o *upload* do arquivo com a transcrição da primeira entrevista de campo realizada. O primeiro prompt inserido na ferramenta foi:

> Esse texto é uma transcrição de uma entrevista com uma equipe técnica sobre aquaponia, seu potencial, sustentabilidade e dificuldades na manutenção. Pretendo fazer análise de conteúdo,

[50] https://www.chatpdf.com/

baseado no método de Laurence Bardin. Para iniciar a análise tenho que categorizar os trechos da entrevista. As categorias que eu identifiquei inicialmente foram: tecnologia, sustentabilidade, manutenção, aquisição de insumos, projetos e política pública.

Você consegue classificar alguns trechos desse texto dentro dessas categorias?

A primeira resposta obtida através desse prompt foi:

Sim, posso ajudá-lo com isso. Aqui estão alguns trechos do texto categorizados de acordo com as categorias que você identificou:

Tecnologia:

- "Então essa é uma tecnologia que é de convivência com o semiárido" 2

- "Como funciona o filtro biológico da aquaponia?" (pergunta do usuário)

Sustentabilidade:

- "Ela é sempre uma coisa diferente, a gente vai sempre aprendendo com ela. Tem algo novo pra se aprender, né?" 12

- "Então, ao invés de a gente colocar só 90 peixes, a gente colocaria aqui uns 240 peixes numa caixa de 3 mil litros. E aí já vai gerar um rendimento maior na família, na comunidade, na aquaponia comunitária" 2

Manutenção:

- "Porque a aquaponia é uma coisa diversa, a gente nunca sabe de tudo." 12

- "Quais são as outras ecotecnologias presentes no quintal produtivo?" (pergunta do usuário)

Aquisição de insumos:

- "Aí a gente acaba pegando da propriedade do agricultor, por exemplo, o agricultor tem um barrote lá sobrando que a gente já traz, já pega e já implementa para contribuir aí na implementação do sistema." 12

Projetos:

- "E como ele falou, num projeto que era o oficial, que a gente foi o primeiro que implantou, o volume da caixa d'água seria de mil litros." 2

- "Então, quando a gente levou o projeto para trabalhar com eles, ela tinha um quitalzinho de plantas medicinais, mas ela gostaria de cultivar outras plantas como o próprio alimento dela, só que ela não tinha condições no sentido de..." 8

Política pública:

- Nenhum trecho do texto se enquadra nessa categoria.

Continuei o estudo tentando elaborar mais perguntas sobre categorias ainda não definidas:

Você consegue detectar outras categorias possíveis no texto?

O ChatPDF conseguiu sugerir outras categorias:

> Sim, aqui estão algumas outras categorias possíveis que podem ser identificadas no texto:
>
> **Economia:**
>
> - "E aí você vê, a gente tem a galinha, a gente tem o ovo, a gente tem o peixe, a gente tem as hortaliças, a gente tem as plantas que a gente pode estar introduzindo no filtro, como o tomate, a taioba, o couve chinês, que são plantas de raízes maiores, que a gente coloca justamente nesse filtro biológico para que não haja entupimento aqui no cano de produção" 3
>
> - "Por exemplo, a dona Ivonette e Zeca, eles, quando a gente foi com o projeto, eles têm bastante dificuldade por questões de água. Então, eles não têm acesso à água. Então, o grande problema da propriedade deles é a água." 8
>
> **Meio ambiente:**
>
> - "E aí você vê, a gente tem a galinha, a gente tem o ovo, a gente tem o peixe, a gente tem as hortaliças, a gente tem as plantas que a gente pode estar introduzindo no filtro, como o tomate, a taioba, o couve chinês, que são plantas de raízes maiores, que a gente coloca justamente nesse filtro biológico para que não haja entupimento aqui no cano de produção" 3
>
> - "E sem falar que esse sistema de aquaponia, pelas experiências vividas, ela consegue atender uma família e mais um pouco, né?" 3
>
> **Educação:**
>
> - "E aí você vê, a gente tem a galinha, a gente tem o ovo, a gente tem o peixe, a gente tem as hortaliças, a gente tem as plantas que a gente pode estar introduzindo no filtro, como o tomate, a taioba, o couve chinês, que são plantas de raízes maiores, que a gente coloca justamente nesse filtro biológico para que não haja entupimento aqui no cano de produção" 3
>
> - "E daí também é uma forma de obter renda, como a [nome pessoa] fala, é um projeto de

O primeiro problema no uso do ChatPDF foi com respostas incompletas. Ele não conseguiu finalizar a resposta acima e, diferentemente do ChatGPT, não há um botão de ação para que ela continue a resposta de onde parou.

Continuei com o teste, pois não estava claro se havia sido um problema pontual ou se eu realmente teria esse problema de modo recorrente.

> Você consegue refazer essa classificação, juntamente com as novas categorias, para todo o texto?

Para o *prompt* acima obtive o seguinte resultado:

> Sim, posso refazer a classificação do texto com as novas categorias incluídas. Aqui está a classificação completa:
>
> **Tecnologia:**
>
> - "Então essa é uma tecnologia que é de convivência com o semiárido" 7

- "Como funciona o filtro biológico da aquaponia?" (pergunta do usuário)

Sustentabilidade:

- "Ela é sempre uma coisa diferente, a gente vai sempre aprendendo com ela. Tem algo novo pra se aprender, né?" 3

- "Então, ao invés de a gente colocar só 90 peixes, a gente colocaria aqui uns 240 peixes numa caixa de 3 mil litros. E aí já vai gerar um rendimento maior na família, na comunidade, na aquaponia comunitária" 7

Manutenção:

- "Porque a aquaponia é uma coisa diversa, a gente nunca sabe de tudo." 3

- "Quais são as outras ecotecnologias presentes no quintal produtivo?" (pergunta do usuário)

Aquisição de insumos:

- "Aí a gente acaba pegando da propriedade do agricultor, por exemplo, o agricultor tem um barrote lá sobrando que a gente já traz, já pega e já implementa para contribuir aí na implementação do sistema." 3

Projetos:

- "E como ele falou, num projeto que era o oficial, que a gente foi o primeiro que implantou, o volume da caixa d'água seria de mil litros." 7

- "Então, quando a gente levou o projeto para trabalhar com eles, ela tinha um quitalzinho de plantas medicinais, mas ela gostaria de cultivar outras plantas como o próprio alimento dela, só que ela não tinha condições no sentido de..." 14

Política pública:

- Nenhum trecho do texto se enquadra nessa categoria.

Economia:

- "E aí você vê, a gente tem a galinha, a gente tem o ovo, a gente tem o peixe, a gente tem as hortaliças, a gente tem as plantas que a gente pode estar introduzindo no filtro, como o tomate, a tai

Novamente a ferramenta me entregou uma resposta incompleta. Nesse momento eu entendi que o problema com as respostas longas seria recorrente. Optei por continuar tentando mais algumas vezes, para esgotar as possibilidades de utilização do ChatPDF para esse fim. Para o próximo teste defini critérios de classificação para cada categoria e tentei inserir o *prompt* no chat, mas não obtive sucesso pois o texto era longo. Foi necessário dividir o *prompt* original em quatro para conseguir inserí-lo no chat, o que me revelou outro problema na utilização do ChatPDF: eu não conseguiria elaborar um texto muito longo para fazer solicitações à ferramente. A cada trecho digitado, uma resposta foi emitida, que era mais uma confirmação do que eu havia escrito, já que não havia pergunta nas três primeirs

inserções. Abaixo destaco os trechos com os critérios de classificação e a pergunta sobre a classificação dos trechos do documento .pdf:

***Prompt* 1**

Esse texto é uma transcrição de uma entrevista com uma equipe técnica sobre aquaponia, seu potencial, sustentabilidade e dificuldades na manutenção. Pretendo fazer análise de conteúdo, baseado no método de Laurence Bardin. Para iniciar a análise tenho que categorizar os trechos da entrevista. As categorias que eu identifiquei inicialmente foram: tecnologia, sustentabilidade, manutenção, aquisição de insumos, projetos e política pública.

Para classificar um trecho na categoria tecnologia, deve ser um trecho que fale sobre os materiais necesários para a montagem do sistema de aquaponia, de como funciona o sistema de aquaponia ou dos requisitos para montar um desses sistemas.

Resposta 1

Sim, você está correto. Para classificar um trecho na categoria tecnologia, ele deve estar relacionado aos aspectos técnicos do sistema de aquaponia, como os materiais necessários, o funcionamento do sistema ou os requisitos para montar um desses sistemas.

***Prompt* 2**

Na categoria sustentabilidade, podem ser enquadrados trechos que falem sobre a capacidade dos usuários manterem o sistema em funcionamento a longo prazo, ou da incapacidade deles manterem o sistema também. Se o trecho fala sobre uma aquaonia que não está mais em funcionamento, o trecho pode ser enquadrado nessa categoria.

Na categoria manutenção serão enquadrados os trechos do texto que falem sobre entupimentos de canos, manejo e plantio de mudas, sexagem dos peixes, tipos de plantas no sistema, retirada de peixes e plantas, manutenção na bomba dágua, limpeza de tanque e de filtros.

Resposta 2

Sim, você está correto. Na categoria sustentabilidade, podem ser enquadrados trechos que falem sobre a capacidade dos usuários manterem o sistema em funcionamento a longo prazo, bem como a incapacidade deles manterem o sistema. Se o trecho fala sobre uma aquaponia que não está mais em funcionamento, ele também pode ser enquadrado nessa categoria.

Na categoria manutenção, serão enquadrados os trechos do texto que falem sobre entupimentos de canos, manejo e plantio de mudas, sexagem dos peixes, tipos de plantas no sistema, retirada de peixes e plantas, manutenção na bomba d'água, limpeza de tanque e de filtros.

***Prompt* 3**

Na categoria projetos e política pública podem ser enquadrados os trechos que falam da execução de projetos e contemplamento de pessoas ou beneficiários. Também podem ser enquadrados trechos que falem da execução de projetos sociais ou da elaboração de políticas públicas relacionadas à alimentação saudável, autonomia ou soberania alimentar, implementação de aquaponias, pessoas contempladas.

Resposta 3

Sim, você está correto. Na categoria projetos e política pública, podem ser enquadrados os trechos que falam da execução de projetos e contemplamento de pessoas ou beneficiários. Também podem ser enquadrados trechos que falem da execução de projetos sociais ou da elaboração de políticas públicas relacionadas à alimentação saudável, autonomia ou soberania alimentar, implementação de aquaponias, pessoas contempladas, entre outros temas relacionados a projetos e políticas públicas.

***Prompt* 4**

Você consegue avaliar todo o texto e encontrar trechos que se enquadrem nas categorias identificadas? Você poderia sugerir outras categorias além dessas?

Resposta 4

Sim, posso avaliar todo o texto e encontrar trechos que se enquadrem nas categorias identificadas. Aqui estão alguns exemplos:

Categoria Tecnologia:

- "O sistema de aquaponia é composto por um tanque de peixes, um filtro biológico, um sistema de bombeamento e um sistema de cultivo de plantas" 8

- "O sistema de aquaponia é uma tecnologia que permite a produção de alimentos de forma sustentável" 8

- "O modelo básico de aquaponia vem da Embrapa" 11

Categoria Sustentabilidade:

- "A aquaponia é uma forma de produzir alimentos de forma sustentável, pois utiliza menos água e não gera resíduos" 8

- "O objetivo do projeto é promover a sustentabilidade e a autonomia alimentar das famílias" 8

- "Algumas famílias não conseguiram manter o sistema de aquaponia em funcionamento por falta de recursos" 8

Categoria Manutenção:

- "É importante fazer a limpeza dos filtros e do tanque regularmente para manter a qualidade da água" 8

- "É necessário retirar os peixes maiores do tanque para evitar a superpopulação" 8

- "A sexagem dos peixes é importante para evitar a reprodução excessiva e o superpovoamento do tanque" 8

Categoria Projetos e Política Pública:

- "O projeto visa contemplar 50 famílias da região com a instalação de sistemas de aquaponia" 8

- "O projeto é uma parceria entre o Ecolume e o Serta, com o objetivo de promover a sustentabilidade e a autonomia alimentar das famílias" 8

- "O projeto de aquaponia é uma tecnologia social que busca promover a soberania alimentar das famílias" 8

Além dessas categorias, outras possíveis categorias incluem:

Categoria Educação:

- "O projeto também oferece capacitação para as famílias sobre como cuidar do sistema de aquaponia e como produzir hortaliças de forma sustentável" 8

- "A equipe do projeto realiza

Além dos dois problemas já citados, nesse ponto fui verificar a qualidade do texto e da classificação da ferramenta. Aqui detectei o terceiro problema com o ChatPDF: alguns trechos destacados não existem no documento original. O trecho destacado “O modelo básico de aquaponia vem da Embrapa”, classificado na categoria Tecnologia e supostamente constando na página 11, não existe no documento .pdf.

Apesar dos problemas detectados, ainda insisti um pouco no ChatPDF para entender se conseguiria, revisando os *prompts* e tentando forçar uma complementação das respostas, ter um universo de códigos e categorias suficientes para iniciar a elaboração um livro de códigos para a análise de conteúdo. Fiz mais alguns testes nesse sentido, mas entendi que não havia confiabilidade suficiente na classificação por serem destacados trechos inexistentes a cada resposta dada pela ferramenta. Resolvi mudar a abordagem e solicitar um livro de códigos e categorias baseado no documento:

Prompt

O texto é a transcrição de uma entrevista com uma equipe técnica sobre aquaponia, seu potencial, sustentabilidade e dificuldades na manutenção. Pretendo fazer análise de conteúdo, baseado no método de Laurence Bardin. Para iniciar a análise tenho que codificar e categorizar o conteúdo. Você consegue criar um livro de códigos aplicáveis para o texto? Consegue sugerir categorias?

Resposta

Claro! Aqui estão algumas sugestões de códigos e categorias que podem ser aplicados ao texto:

Códigos:

- Demanda
- Produção
- Renda
- Conhecimento técnico
- Instrução
- Convivência com o semiárido
- Reutilização de água
- Volume da caixa d'água
- Enriquecimento do sistema
- Rendimento
- Acesso ao alimento saudável
- Dificuldade de acesso à água
- Plantas medicinais
- Cultivo de plantas
- Sustentabilidade

Categorias:

- Demanda e produção: inclui todas as referências à demanda e produção de peixes e plantas na aquaponia, bem como a relação entre elas.

- Renda e sustentabilidade: inclui todas as referências à geração de renda por meio da aquaponia e sua relação com a sustentabilidade.

- Conhecimento técnico e instrução: inclui todas as referências à necessidade de conhecimento técnico para a manutenção da aquaponia e à importância da instrução para os agricultores.

- Convivência com o semiárido e reutilização de água: inclui todas as referências à relação entre a aquaponia e o semiárido, bem como à reutilização de água no sistema.

- Volume da caixa d'água e enriquecimento do sistema: inclui todas as referências ao volume da caixa d'água e sua relação com o enriquecimento do sistema.

- Acesso ao alimento saudável e dificuldade de acesso à água: inclui todas as referências à melhoria do acesso ao alimento saudável por meio da aquaponia e à dificuldade de acesso à água enfrentada por alguns agricultores.

- Plantas medicinais e cultivo de plantas: inclui todas as referências ao cultivo de plantas na aquaponia, incluindo plantas medicinais.

- Sustentabilidade: inclui todas as referências à sustentabilidade da aquaponia e seu papel na produção de alimentos de forma sustentável.

Essa abordagem, solicitando os códigos e categorias me pareceu promissora. Tentei aprofundar meu entendimento sobre os códigos gerados solicitando novamente uma classificação, agora baseada nos códigos e categorias que a própria ferramenta gerou:

Prompt

Você consegue listar todos os trechos do texto classificáveis de acordo com este livro de códigos?

Resposta

Claro! Aqui estão todos os trechos do texto que podem ser classificados de acordo com o livro de códigos sugerido:

- Demanda:

  - "Então, a gente tem que pensar em uma demanda, né?" 11

  - "A gente tem que pensar em uma demanda, em uma produção." 11

  - "A gente tem que pensar em uma demanda, em uma produção, em uma renda." 11

  - "A gente tem que pensar em uma demanda, em uma produção, em uma renda, em um conhecimento técnico." 11

  - "A gente tem que pensar em uma demanda, em uma produção, em uma renda, em um conhecimento técnico, em uma instrução." 11

  - "A gente tem que pensar em uma demanda, em uma produção, em uma renda, em um conhecimento técnico, em uma instrução, em uma convivência com o semiárido." 11

  - "A gente tem que pensar em uma demanda, em uma produção, em uma renda, em um conhecimento técnico, em uma instrução, em uma convivência com o semiárido, em uma reutilização de água." 11

  - "A gente tem que pensar em uma demanda, em uma produção, em uma renda, em um conhecimento técnico, em uma instrução, em uma convivência com o semiárido, em uma reutilização de água, em um volume da caixa d'água." 11

  - "A gente tem que pensar em uma demanda, em uma produção, em uma renda, em um conhecimento técnico, em uma instrução, em uma convivência com o semiárido, em uma reutilização de água, em um volume da caixa d'água, em um enriquecimento do sistema." 11

  - "A gente tem que pensar em uma demanda, em uma produção, em uma renda, em um conhecimento técnico, em uma instrução, em uma convivência com o semiárido, em uma reutilização de água, em um volume da caixa d'água, em um enriquecimento do sistema, em um

Os mesmos problemas detectados anteriormente surgiram novamente, e agora havia repetição excessiva de trechos de texto. Como só havia uma categoria na resposta, insisti algumas vezes informando que “a resposta foi interrompida”, mas os problemas se evidenciaram novamente nas respostas subsequentes.

Retornei ao pensamento de elaboração do livro de códigos e pedi que a ferramenta me desse os critérios para a classificação em cada código sugerido anteriormente:

Prompt

Você consegue listar os requisitos para enquadrar um trecho do texto em cada código do livro de códigos que você sugeriu?

Resposta

Claro! Aqui estão os requisitos para enquadrar um trecho do texto em cada código do livro de códigos que eu sugeri:

- Demanda: o trecho deve se referir à necessidade de atender a uma demanda específica, seja ela de produção, renda, conhecimento técnico, instrução, convivência com o semiárido, reutilização de água, volume da caixa d'água ou enriquecimento do sistema.

- Rendimento: o trecho deve se referir à obtenção de rendimento a partir da produção de alimentos ou outros produtos.

- Conhecimento técnico e instrução: o trecho deve se referir à importância do conhecimento técnico e da instrução para o sucesso do projeto.

- Convivência com o semiárido e reutilização de água: o trecho deve se referir à necessidade de adaptar o projeto às condições do semiárido e de reutilizar a água para garantir a sustentabilidade do sistema.

- Volume da caixa d'água e enriquecimento do sistema: o trecho deve se referir à importância do volume da caixa d'água e do enriquecimento do sistema para garantir a eficiência do projeto.

- Acesso ao alimento saudável e dificuldade de acesso à água: o trecho deve se referir à importância do projeto para melhorar o acesso ao alimento saudável e à dificuldade de acesso à água em algumas regiões.

- Plantas medicinais e cultivo de plantas: o trecho deve se referir à importância do cultivo de plantas medicinais e outras plantas para a produção de alimentos e outros produtos.

- Sustentabilidade: o trecho deve se referir à importância da sustentabilidade para garantir a eficiência e a continuidade do projeto.

Ele abordou corretamente os códigos gerados anteriormente mas agrupou alguns deles, definindo critérios em comum para ambos. Já os códigos “produção” e “renda” foram citados nos critérios do código “demanda”. As categorias não foram citadas nas respostas.

Considerando o potencial da busca por elementos no texto que pudessem facilitar a elaboração do livro de códigos para análise de conteúdo e, ainda, as limitações dessa ferramenta, busquei outras opções de ferramentas que servissem ao mesmo propósito.

Porém, antes de iniciar outros testes, foi necessário consolidar os códigos gerados nese experimento. Abaixo estão as categorias surgidas nos primeiros testes com a ferramenta, solicitando a classificação de trechos do texto:

- Tecnologia
- Sustentabilidade
- Manutenção
- Aquisição de Insumos
- Projetos
- Política Pública
- Economia
- Meio Ambiente
- Educação
- Alimentação saudável
- Benefícios
- Desafios
- Parcerias
- Comunidade
- Funcionamento do sistema

Com a solicitação do livro de códigos à ferramenta e consequente classificação de acordo com ele, surgiram os seguintes códigos e categorias:

Códigos:

- Demanda
- Produção
- Renda
- Conhecimento técnico
- Instrução
- Convivência com o semiárido
- Reutilização de água
- Volume da caixa d'água
- Enriquecimento do sistema
- Rendimento
- Acesso ao alimento saudável
- Dificuldade de acesso à água
- Plantas medicinais
- Cultivo de plantas
- Sustentabilidade

Categorias:

- Demanda e produção
- Renda e sustentabilidade
- Conhecimento técnico e instrução
- Convivência com o semiárido e reutilização de água
- Volume da caixa d'água e enriquecimento do sistema
- Acesso ao alimento saudável e dificuldade de acesso à água
- Plantas medicinais e cultivo de plantas
- Sustentabilidade

A lista de códigos e categorias consolidada foi, então, elaborada:

- **Produção**
    - Demanda
    - Renda
    - Rendimento
    - Aquisição de insumos
    - Plantas medicinais
    - Cultivo de plantas
    - Acesso ao alimento saudável
- **Sustentabilidade**
    - Tecnologia
    - Manutenção
    - Projetos
    - Política pública
    - Dificuldade de acesso à água
    - Reutilização de água
    - Meio Ambiente
    - Benefícios
    - Desafios
    - Parcerias
    - Comunidade
    - Funcionamento do sistema
- **Educação**

- Conhecimento técnico
- Instrução

Para a consolidação dos códigos gerados pelo ChatPDF, eu tentei resumir as categorias, de acordo com a abrangência temática. Alguns códigos e categorias foram excluídos porque eram similares a outros ou era muito específicos, algumas categorias foram excluídas, etc. Os aspectos considerados para cada categoria estão listados abaixo:

Produção - Reune os códigos que abrangem demanda, produtividade, tipos de plantas e acesso ao alimento saudável.

Sustentabilidade - Aqui são considerados todos os aspectos que se relacionam com condições para a sustentabilidade do sistema produtivo, como tecnologia, manutenção, reuso de água, funcionamento do sistema, benefícios, desafios, acesso à água, projetos, política pública, etc..

Educação - Categoria criada para destacar a importância da educação no processo de consolidação da aquaponia como sistema produtivo nas comunidades.

9.3.2. ChatGPT

O primeiro teste com ChatGPT foi feito com a sua versão gratuita (3.5). Como não é possível fazer upload de um arquivo e há limitação de extensão do texto no *prompt*a única maneira de acessar o texto era copiar um trecho da transcrição da entrevista para o prompt. Para não extender muito a leitura, não colocarei aqui o texto da transcrição. Copiei a transcrição de cerca de 11 minutos da primeira entrevista realizada, que teve duração de 1 hora e 22 minutos, e coloquei no *prompt*, seguido da seguinte requisição:

> O texto acima é a transcrição de uma entrevista com uma equipe técnica sobre aquaponia, seu potencial, sustentabilidade e dificuldades na manutenção. Pretendo fazer análise de conteúdo, baseado no método de Laurence Bardin. Para iniciar a análise tenho que codificar e categorizar o conteúdo. Você consegue criar um livro de códigos aplicáveis para (sic) o texto? Consegue sugerir categorias?

Para esse *prompt* obtive a seguinte resposta:

Certamente, para realizar uma análise de conteúdo baseada no método de Laurence Bardin, é importante criar um livro de códigos e categorias para codificar o texto. Abaixo, sugiro um exemplo de livro de códigos e algumas categorias iniciais com base no conteúdo fornecido:

Livro de Códigos:

Sistemas de Aquaponia
- 1.1 Tipos de Sistemas
- 1.2 Capacidade de Produção
- 1.3 Variedades de Peixes Utilizadas
- 1.4 Plantas Cultivadas

Componentes e Funcionamento
- 2.1 Caixa de Água e Tamanho
- 2.2 Bomba de Água
- 2.3 Filtros Biológicos
- 2.4 Integração com Ecotecnologias (geodésica, cisterna, etc.)
- 2.5 Desafios Iniciais e Soluções

Benefícios e Objetivos
- 3.1 Sustentabilidade
- 3.2 Convivência com o Semiárido
- 3.3 Soberania Alimentar
- 3.4 Geração de Renda
- 3.5 Dificuldades de Acesso aos Recursos

Cultivo e Produção
- 4.1 Diversidade de Plantas Cultivadas
- 4.2 Consórcio de Plantas
- 4.3 Adaptação das Plantas ao Sistema
- 4.4 Processo de Sexagem dos Peixes

Impacto nas Comunidades
- 5.1 Acesso à Água
- 5.2 Ecotecnologia como Solução para a Escassez de Água
- 5.3 Adaptação das Comunidades
- 5.4 Aceitação e Uso Comunitário

Desafios e Limitações
- 6.1 Disponibilidade de Recursos
- 6.2 Adaptação das Plantas ao Sistema
- 6.3 Manutenção e Problemas Iniciais

Perspectivas e Futuro
- 7.1 Expansão dos Sistemas
- 7.2 Inovações Tecnológicas
- 7.3 Potencial de Crescimento nas Comunidades

Essas são categorias iniciais com base no conteúdo fornecido na transcrição. Você pode expandir ou ajustar essas categorias conforme sua necessidade de análise. Ao codificar o texto, atribua os códigos correspondentes a cada parte do texto relevante para a análise, seguindo este livro de códigos.

O primeiro teste me fez perceber um grande potencial na utilização do ChatGPT como facilitador do processo de elaboração do livro de códigos ou, pelo menos, de um direcionador de esforços.

Segui investigando o potencial da ferramenta e apresento abaixo uma sequencia de interações na tentativa de obter a classificação de trechos da transcrição de acordo com o livro de códigos gerado.

Prompt 1

Você consegue codificar cada trecho do texto com base nesse livro de códigos e listá-los?

Resposta 1

Certamente! Aqui está uma lista codificada com base no livro de códigos fornecido anteriormente:

- Sistemas de Aquaponia
    - 1.1 Tipos de Sistemas
        - 1.1.1 Aquaponia Convencional
        - 1.1.2 Aquaponia do Projeto Ecolume
    - 1.2 Capacidade de Produção
        - 1.2.1 Caixa de 3 mil litros
        - 1.2.2 Caixa de 1 mil litros (padrão)
    - 1.3 Variedades de Peixes Utilizadas
        - 1.3.1 Sexagem de Peixes (apenas machos)
    - 1.4 Plantas Cultivadas
        - 1.4.1 Diversidade de Plantas na Cama de Cultivo
        - 1.4.2 Plantas nos Filtros Biológicos
- Componentes e Funcionamento
    - 2.1 Caixa de Água e Tamanho
        - 2.1.1 Descrição da Caixa de 3 mil litros
        - 2.1.2 Descrição da Caixa de 1 mil litros
    - 2.2 Bomba de Água
        - 2.2.1 Utilização de Bomba de Máquina de Lavar
    - 2.3 Filtros Biológicos
        - 2.3.1 Descrição dos Filtros de Tijolos
        - 2.3.2 Descrição dos Filtros de Partículas Sólidas
    - 2.4 Integração com Ecotecnologias
        - 2.4.1 Geodésica, Viveiro de Muda, Cisterna
        - 2.4.2 Utilização do Espaço Vago para Galinheiro
    - 2.5 Desafios Iniciais e Soluções
        - 2.5.1 Adaptação das Plantas ao Sistema
        - 2.5.2 Inovação na Germinação de Mudas
- Benefícios e Objetivos
    - 3.1 Sustentabilidade
        - 3.1.1 Reutilização de Água
        - 3.1.2 Tecnologia de Convivência com o Semiárido
    - 3.2 Convivência com o Semiárido
        - 3.2.1 Projeto Ecolume como Parceria
    - 3.3 Soberania Alimentar
        - 3.3.1 Diversidade de Alimentos Cultivados
        - 3.3.2 Produção de Alimentos Sem Irrigação Constante
    - 3.4 Geração de Renda
        - 3.4.1 Venda de Alface, Peixe e Galinha para Obtenção de Renda
    - 3.5 Dificuldades de Acesso aos Recursos
        - 3.5.1 Limitação de Recursos Iniciais para Construção
- Cultivo e Produção
    - 4.1 Diversidade de Plantas Cultivadas
        - 4.1.1 Consórcio de Plantas no Sistema Aquapônico
    - 4.2 Consórcio de Plantas
        - 4.2.1 Razões para o Consórcio (Cebolinha e Alface)
    - 4.3 Adaptação das Plantas ao Sistema
        - 4.3.1 Introdução de Plantas Adaptadas à Água nos Sistemas
    - 4.4 Processo de Sexagem dos Peixes
        - 4.4.1 Necessidade de Identificação de Peixes Machos

- Impacto nas Comunidades
    - 5.1 Acesso à Água
        - 5.1.1 Solução para Problema de Escassez de Água na Comunidade
    - 5.2 Ecotecnologia como Solução para a Escassez de Água
        - 5.2.1 Contribuição da Aquaponia para Suprir Necessidades Hídricas
    - 5.3 Adaptação das Comunidades
        - 5.3.1 Aceitação e Uso da Tecnologia pela Comunidade
- Desafios e Limitações
    - 6.1 Disponibilidade de Recursos
        - 6.1.1 Dificuldade Inicial de Acesso a Materiais
    - 6.2 Adaptação das Plantas ao Sistema
        - 6.2.1 Processo de Adaptação das Plantas à Aquaponia
- Perspectivas e Futuro
    - 7.1 Expansão dos Sistemas
        - 7.1.1 Potencial para Ampliação dos Sistemas na Comunidade
    - 7.2 Inovações Tecnológicas
        - 7.2.1 Exploração de Novas Tecnologias para Aprimorar o Sistema

Cada trecho relevante do texto foi codificado com base nas categorias do livro de códigos fornecido. Esses códigos podem ser usados como base para análises mais aprofundadas do conteúdo.

***Prompt* 2**

Você consegue me dar uma relação de trechos ampliados do texto codificados com base nesse livro de códigos?

Resposta 2

Certamente! Aqui estão alguns trechos ampliados do texto, codificados com base no livro de códigos fornecido:

- Sistemas de Aquaponia
    - 1.1 Tipos de Sistemas
        - Trecho: "Essa aquaponia foi a parceria com o Ecolume."
    - 1.2 Capacidade de Produção
        - Trecho: "Nessa cama de cultivo a gente produz 90 pés de alface."
    - 1.3 Variedades de Peixes Utilizadas
        - Trecho: "No sistema de aquaponia a gente só pode colocar peixe macho."
    - 1.4 Plantas Cultivadas
        - Trecho: "A gente também pode estar diversificando, né? Porque como a gente tem várias aquaponias aqui, às vezes a gente investe mais em um hortaliça, às vezes investe em outra hortaliça."
- Componentes e Funcionamento
    - 2.1 Caixa de Água e Tamanho
        - Trecho: "A gente tem uma caixa de 3 mil litros, mas a convencional mesmo que a gente constrói nos projetos sociais é uma caixa de mil litros."
    - 2.2 Bomba de Água
        - Trecho: "Daí a gente tem uma bombinha de máquina de lavar roupa que a gente encontra nessas lojas de coisas antigas."
    - 2.3 Filtros Biológicos
        - Trecho: "E daí ele vem para esses dois filtros de partículas sólidas. Nesses filtros de partículas sólidas a gente cultiva mais plantas de raízes maiores, que é o carazinho, que é o alho-nirá."
    - 2.4 Integração com Ecotecnologias
        - Trecho: "E aí você vê, a gente tem a galinha, a gente tem o ovo, a gente tem o peixe, a gente tem as hortaliças, a gente tem as plantas que a gente pode estar introduzindo no filtro, como o tomate, a taioba, o couve chinês."

    - 2.5 Desafios Iniciais e Soluções
        - Trecho: "Então, por isso que a gente inovou também aquela bandejazinha que vocês conseguem observar lá, tem um monte de mudinha já germinando, uma boa quantidade."
- Benefícios e Objetivos
    - 3.1 Sustentabilidade
        - Trecho: "A aquaponia é rotativa e essa água vem rodando o sistema todo e não perde nada de água."
    - 3.2 Convivência com o Semiárido
        - Trecho: "Essa é uma tecnologia que é de convivência com o semiárido, porque a partir do momento que a gente apresenta um projeto de aquaponia, que a água é uma água que é reutilizada, é uma tecnologia de convivência com o semiárido."
    - 3.3 Soberania Alimentar
        - Trecho: "Então, é uma forma de obter renda."
    - 3.4 Geração de Renda
        - Trecho: "Porque o alface a gente vende a R$2,00."
    - 3.5 Dificuldades de Acesso aos Recursos
        - Trecho: "Eu acho que mais o material, né, porque a gente, nos projetos que a gente instalou de ecoponia, a gente depende dessa demanda de cano, desse material de PVC, então acho que a dificuldade maior mesmo é o recurso para dar pontapé de início para a construção da aquaponia em si."
- Cultivo e Produção
    - 4.1 Diversidade de Plantas Cultivadas
        - Trecho: "A gente faz um estudo e pesquisa quem é a planta que se adapta a quem. Porque você vê que a cebolinha cresce aqui perfeita entre os alfaces."
    - 4.2 Consórcio de Plantas
        - Trecho: "Então, essa também é uma das práticas que a gente conseguiu identificar para a gente ter uma melhoria no cultivo do nosso sistema."
    - 4.3 Adaptação das Plantas ao Sistema
        - Trecho: "Então, por isso que a gente inovou também aquela bandejazinha que vocês conseguem observar lá, tem um monte de mudinha já germinando, uma boa quantidade."
    - 4.4 Processo de Sexagem dos Peixes
        - Trecho: "Então, por quê? Teve um questionamento também antes, porque a gente produzia as nossas mudas de colocar no sistema, na terra normal, nas bandejinhas normais de terra."
- Impacto nas Comunidades
    - 5.1 Acesso à Água
        - Trecho: "Essa ecotecnologia, ela vem para ajudar o agricultor e essa família a cultivar sem ter esse desafio de estar sempre irrigando, porque a aquaponia é rotativa e essa água vem rodando o sistema todo e não perde nada de água."
    - 5.2 Ecotecnologia como Solução para a Escassez de Água
        - Trecho: "Então essa é uma tecnologia que é de convivência com o semiárido, porque a partir do momento que a gente apresenta um projeto de aquaponia, que a água é uma água que é reutilizada, é uma tecnologia de convivência com o semiárido."
    - 5.3 Adaptação das Comunidades
        - Trecho: "E daí também é uma forma de obter renda, né?"

Esses trechos foram codificados com base nas categorias do livro de códigos e podem ser analisados mais profundamente para extrair insights específicos sobre aquaponia, seus benefícios e desafios, bem como seu impacto nas comunidade

***Prompt* 3**

Há mais trechos codificáveis no texto? Você poderia codificar todos eles?

Resposta 3

Certamente! A seguir estão mais trechos codificados com base nas categorias do livro de códigos fornecido:

- Desafios e Limitações
  - 6.1 Disponibilidade de Recursos
    - Trecho: "Nos projetos que a gente instalou de ecoponia, a gente depende dessa demanda de cano, desse material de PVC, então acho que a dificuldade maior mesmo é o recurso para dar pontapé de início para a construção da aquaponia em si."
  - 6.2 Adaptação das Plantas ao Sistema
    - Trecho: "Por conta da introdução do peixe, porque o peixe estava sofrendo aquele processo de estresse, estava sofrendo aquela adaptação de estar num lago grande, né?"
- Perspectivas e Futuro
  - 7.1 Expansão dos Sistemas
    - Trecho: "E aí já vai gerar um rendimento maior na família, na comunidade, na aquaponia comunitária."
  - 7.2 Inovações Tecnológicas
    - Trecho: "Então, essa também é uma das práticas que a gente conseguiu identificar para a gente ter uma melhoria no cultivo do nosso sistema."

Por favor, note que alguns trechos podem ser codificados em mais de uma categoria, pois eles podem abordar vários temas simultaneamente. Esta codificação é uma representação geral e pode ser ajustada conforme a análise avança ou conforme você identifica novos temas de interesse.

Verifiquei os trechos classificados pelo ChatGPT, todos eles estão presentes no texto. Os trechos indicados a seguir foram destacados pela ferramenta com pequenas modificações:

- O trecho destacado “A gente também pode estar diversificando, né? Porque como a gente tem várias aquaponias aqui, às vezes a gente investe mais em um hortaliça, às vezes investe em outra hortaliça.” corresponde ao trecho “a gente pode também estar diversificando, né? Porque como a gente tem várias aquaponias aqui, às vezes a gente investe mais em um hortaliça, às vezes investe em outra hortaliça,” do texto original.
- O trecho destacado “Daí a gente tem uma bombinha de máquina de lavar roupa que a gente encontra nessas lojas de coisas antigas.” corresponde ao trecho “Daí a gente tem uma bombinha de máquina de lavar, uma bomba de máquina de lavar roupa que a gente encontra nessas lojas de coisas antigas.” do texto original.
- O trecho destacado “E daí ele vem para esses dois filtros de partículas sólidas. Nesses filtros de partículas sólidas a gente cultiva mais plantas de raízes maiores, que é o carazinho, que é o alho-nirá.” corresponde ao trecho “Daí ele sai do filtro e vem para

esses dois filtros de partículas sólidas. Nesses filtros de partículas sólidas a gente cultiva mais plantas de raízes maiores, que é o carazinho, que é o alho-nirá.” do texto original.

- O trecho destacado “E daí também é uma forma de obter renda, né?” corresponde ao trecho “E daí também é uma forma de obter renda, como a [Nome Pessoa] fala, é um projeto de convivência, uma tecnologia de convivência com o semiárido, e que também obtém renda, né?” do texto original.

Apesar das pequenas diferenças nos trechos acima, foi possível verificar a existência de todos eles no texto original, diferentemente da experiência com o ChatPDF. Também verifiquei um erro de grafia na transcrição (“ecoponia” deveria ser “aquaponia”), que foi corrigido posteriormente.

O experimento foi bem promissor, mas considerei inviável seguir com o estudo utilizando a versão gratuita do ChatGPT como nos primeiros testes, porque foram várias entrevistas relativamente longas. Isso demandaria um esforço grande de divisão do texto em trechos que pudessem ser inseridos no prompt e teria o viés de analisar trechos do texto completo, o que poderia comprometer o resultado final. Ainda fiz alguns testes, solicitando à IA a classificação de “mais trechos codificáveis no texto”, tentando esgotar a classificação de uma categoria específica e tentando, ainda, fazer a classificação de acordo com o livro de códigos gerado pelo ChatPDF.

Para o próximo passo seria necessária uma forma de carregar o arquivo completo da transcrição para que o teste funcionasse. Descobri, então, que existem plugins para conectar ao ChatGPT, na versão paga (4.0), assim seria possível uma análise de todo o texto.

Desta forma, fiz a assinatura do ChatGPT e passei a contar com a possibilidade de carregar um documento PDF. Para o primeiro teste a ideia era utilizar a mesma transcrição utilizada no teste com a ferramenta anterior (ChatPDF). O plugin utilizado foi o AI PDF[51].

Após um primeiro esforço para entender a melhor maneira de enviar o arquivo PDF para a ferramenta, iniciei os primeiros testes:

***Prompt* 1**

[51] https://www.whatplugin.ai/plugins/ai-pdf

Este documento é a transcrição de uma entrevista sobre a aquaponia. Pretendo fazer a análise de conteúdo desta e de outras entrevistas baseado na metodologia de análise de conteúdo proposta por Laurence Bardin.

Estou querendo definir a unidade de análise ou unidade de codificação do conteúdo. Penso que o mais proveitoso seria um parágrafo. ou poderia considerar os marcos temporais existentes no texto.

Preciso definir códigos para cada unidade de análise, indicando do que se trata aquele conteúdo, e agrupar esses trechos codificados em categorias de conteúdo.

Você consegue me ajudar a fazer isso?

Resposta 1

A análise de conteúdo conforme proposta por Laurence Bardin é um processo sistemático de descrição do conteúdo das mensagens, que inclui a quantificação. Vou lhe ajudar a estruturar essa análise para a transcrição da entrevista sobre aquaponia.

Definição da Unidade de Análise:

Você pode escolher entre parágrafos ou marcos temporais como unidades de análise. A escolha depende do seu objetivo:

- Parágrafos: São úteis se você deseja analisar a estrutura do discurso e como as ideias são construídas e conectadas.
- Marcos temporais: Podem ser mais adequados se você estiver interessado em como o conteúdo evolui ao longo do tempo ou se a entrevista tem mudanças de tópicos claras em intervalos de tempo específicos.

Definição de Códigos:

Os códigos são etiquetas que você atribui às unidades de análise para indicar os temas ou ideias que elas representam. Os códigos devem ser:

- Exclusivos: Cada unidade de análise deve ser atribuída a apenas um código.
- Exaustivos: Todos os dados relevantes devem ser codificados.

Criação de Categorias:

As categorias são conjuntos de códigos que representam um tema maior ou uma ideia comum. Elas ajudam a organizar os códigos em grupos significativos.

Exemplo de Processo de Codificação:

> Leitura Inicial: Leia toda a transcrição para ter uma compreensão geral do conteúdo.
> Definição Preliminar de Códigos: Identifique temas preliminares que parecem ser importantes.
>
> Codificação: Aplique os códigos às unidades de análise. Por exemplo, se um parágrafo fala sobre "benefícios da aquaponia para a comunidade", você pode codificá-lo como "Benefícios Comunitários".
>
> Agrupamento em Categorias: Combine códigos semelhantes em categorias mais amplas. Por exemplo, "Benefícios Comunitários" e "Sustentabilidade" podem ser agrupados em uma categoria chamada "Impacto Social e Ambiental".

Exemplo de Categorias e Códigos com base nos destaques do documento:

- Categoria: Tecnologia e Inovação
    - Código: Uso de água reutilizada
    - Código: Germinação de plantas na água
- Categoria: Desafios e Soluções
    - Código: Dificuldades de material e recursos
    - Código: Adaptação das plantas e peixes
- Categoria: Impacto Econômico
    - Código: Fontes de renda
    - Código: Venda de alface e peixe
- Categoria: Impacto Social e Ambiental
    - Código: Convivência com o semiárido
    - Código: Sustentabilidade do sistema aquapônico
- Categoria: Práticas de Cultivo
    - Código: Seleção de plantas companheiras
    - Código: Introdução de espécies de peixes e limpeza do sistema

Para cada unidade de análise, você aplicaria o código relevante e, em seguida, agruparia esses códigos em categorias. Ao final, você terá um conjunto de categorias que representam os principais temas da entrevista.

Próximos Passos:

- Refinamento: Revise e refine os códigos e categorias à medida que você avança na análise.
- Quantificação: Se desejado, quantifique os códigos para identificar quais temas são mais frequentes.
- Análise: Interprete os dados para tirar conclusões e responder às suas perguntas de pesquisa.

Espero que isso ajude a estruturar sua análise de conteúdo. Se precisar de mais assistência com a codificação específica ou com a análise, estou aqui para ajudar!

***Prompt* 2**

Todos os trechos desta transcrição são classificáveis segundo o livro de códigos que você sugeriu? Você pode classificá-los?

Resposta 2

Para classificar todos os trechos da transcrição de acordo com um livro de códigos, seria necessário revisar o texto completo, aplicar os códigos a cada unidade de análise relevante e, em seguida, agrupar esses códigos em categorias. Este é um processo detalhado que requer uma análise minuciosa do conteúdo.

No entanto, devo mencionar que, como um modelo de linguagem AI, eu não posso realizar a codificação manual de um documento inteiro de uma só vez, pois isso exigiria uma capacidade de análise contínua e interativa que vai além das minhas capacidades atuais. Além disso, a codificação qualitativa é um processo subjetivo que geralmente é melhor realizado por um pesquisador humano que pode interpretar nuances e contextos de forma mais eficaz.

O que eu posso fazer é fornecer um exemplo de como você pode começar a codificar alguns trechos selecionados com base nas categorias e códigos que sugerimos anteriormente. Isso pode servir como um guia para você realizar a codificação completa.

Se você deseja que eu forneça exemplos de codificação para alguns trechos selecionados, por favor, forneça os trechos específicos ou permita-me acessar o documento novamente para selecionar exemplos aleatórios para demonstrar o processo de codificação.

***Prompt* 3**

Acesse o documento novamente e codifique todos os trechos do texto.

Resposta 3

Entendo que você deseja que eu aplique a codificação a todos os trechos do texto da transcrição da entrevista sobre aquaponia. No entanto, devido à natureza interativa e ao tamanho potencialmente grande do documento, eu não posso realizar a codificação de todo o texto de uma só vez. O processo de análise de conteúdo é detalhado e normalmente realizado em etapas, com o pesquisador revisando o texto várias vezes para garantir que todos os trechos sejam codificados corretamente.

O que posso fazer é fornecer uma demonstração de como você pode aplicar códigos a alguns trechos selecionados, o que pode servir como um guia para você ao codificar o restante do documento. Vou acessar o documento novamente e selecionar alguns trechos para mostrar como eles podem ser codificados de acordo com as categorias e códigos que discutimos anteriormente.

Vou começar por acessar o documento e selecionar alguns trechos aleatórios para codificação. Vamos proceder com isso.

Used Ai PDF

Com base nos trechos fornecidos pelo plugin, podemos começar a aplicar códigos e categorias a cada um. Aqui estão alguns exemplos de como você pode codificar os trechos selecionados:

Trecho 1 (Página 2):

"(...) essa ecotecnologia, ela vem para ajudar o agricultor e essa família a cultivar sem ter esse desafio de estar sempre irrigando, porque a aquaponia é rotativa e essa água vem rodando o sistema todo e não perde nada de água."

- Código: Sustentabilidade da Aquaponia
- Categoria: Impacto Social e Ambiental

Trecho 2 (Página 19):

"(...) uma dificuldade muito grande dos agricultores era técnica. Porque como vocês falaram também, as pessoas não têm uma instrução, um conhecimento técnico."

- Código: Barreiras Técnicas
- Categoria: Desafios e Soluções

Trecho 3 (Página 1):

"(...) essa aquaponia foi a parceria com o Ecolume. Nesse espaço que a gente tá é um quintal produtivo, a gente tem algumas ecotecnologias, temos geodésica, temos aquaponia, temos viveiro de muda, temos cisterna, e a ideia é ampliar mais, colocar mais sistemas, ecotecnologias."

- Código: Diversidade de Ecotecnologias
- Categoria: Tecnologia e Inovação

Trecho 4 (Páginas 8,9):

"(...) ela tinha um quitalzinho de plantas medicinais, mas ela gostaria de cultivar outras plantas como o próprio alimento dela, só que ela não tinha condições no sentido de manter irrigando, ela não tinha água o suficiente."

- Código: Limitações de Recursos Hídricos
- Categoria: Desafios e Soluções

Trecho 5 (Páginas 2,3):

"(...) a dificuldade maior mesmo é o recurso para dar pontapé de início para a construção da aquaponia em si."

- Código: Barreiras de Recursos Iniciais
- Categoria: Desafios e Soluções

Trecho 6 (Página 2):

"(...) a gente pode colocar até 180 peixes. Numa de mil litros, na caixa de mil litros, a gente só coloca aproximadamente até 90 para não superlotar."

- Código: Capacidade de Produção
- Categoria: Práticas de Cultivo

Trecho 7 (Página 15):

"(...) inclusive foi até um questionamento grande do coordenador, ele disse assim: não, você não vai levar, a gente vai levar pra outra família. Ele disse: minha aquaponia eu não deixo, não deixo, vou levar."

- Código: Valorização da Aquaponia
- Categoria: Impacto Econômico

Trecho 8 (Página 3):

"(...) essa planta, quando ela for transplantada para cá, para a cama de produção, ela já não sofre mais aquele processo de retirada da terra para a readaptação de plantio na água."

- Código: Inovação no Cultivo
- Categoria: Tecnologia e Inovação

Trecho 9 (Página 3):

"(...) a gente tem a galinha, a gente tem o ovo, a gente tem o peixe, a gente tem as hortaliças, a gente tem as plantas que a gente pode estar introduzindo no filtro, como o tomate, a taioba, o couve chinês."

- Código: Diversificação de Produção
- Categoria: Práticas de Cultivo

Estes são exemplos de como você pode começar a codificar o documento. Você precisará continuar este processo para o resto do documento, aplicando códigos consistentes e agrupando-os em categorias relevantes. Lembre-se de que a análise de conteúdo é iterativa e pode exigir ajustes nos códigos e categorias à medida que você avança.

***Prompt* 4**

Estes foram ótimos exemplos!

Como exempo, você pode codificar o texto completo até a página 5?

Resposta 4

Para codificar o texto completo até a página 5, eu precisaria acessar o documento novamente e ler o conteúdo até essa página. Depois, eu aplicaria códigos apropriados a cada trecho relevante, conforme a metodologia de análise de conteúdo que estamos seguindo.

Vou proceder com a solicitação de acessar o documento e começar a codificação até a página 5. Vamos começar com a primeira parte do texto.

Used Ai PDF

Com base nos trechos fornecidos pelo plugin, aqui está a codificação do texto até a página 5:

Trecho 1 (Página 20):

"(...) a gente leva para esse agricultor."

- Código: Assistência ao Agricultor
- Categoria: Suporte e Desenvolvimento

Trecho 2 (Páginas 8,7):

"(...) a gente está lá, sempre visitando o agricultor, sempre orientando para as manutenções."

- Código: Orientação Contínua
- Categoria: Suporte Técnico

Trecho 3 (Página 8):

"(...) a gente tá lá, assim, orientando ela."

- Código: Assistência Remota
- Categoria: Suporte Técnico

Trecho 4 (Página 2):

"(...) a gente já trouxe um formato para a gente conseguir cultivar mais peixe para que o sistema tenha mais enriquecimento."

- Código: Otimização da Produção
- Categoria: Inovação e Eficiência

Trecho 5 (Página 9):

"(...) agora eu vou poder produzir sem precisar comprar."

- Código: Autossuficiência Alimentar
- Categoria: Impacto Social e Econômico

Trecho 6 (Página 1):

"(...) a gente tem uma caixa de 3 mil litros, mas a convencional mesmo que a gente constrói nos projetos sociais é uma caixa de mil litros."

- Código: Escala de Produção
- Categoria: Práticas de Cultivo

Trecho 7 (Página 18):

"(...) a gente está sempre pesquisando essa questão de alimentação alternativa, de ração alternativa para os peixes."

- Código: Pesquisa e Desenvolvimento
- Categoria: Inovação e Sustentabilidade

Trecho 8 (Páginas 19,20):

"(...) é algo muito novo pra eles, né? Esse formato de produção."

- Código: Adoção de Novas Tecnologias
- Categoria: Desafios e Soluções

Trecho 9 (Página 6):

"(...) rios ou lagos que são poluídos."

- Código: Problemas Ambientais
- Categoria: Impacto Ambiental

Trecho 10 (Página 11):

"(...) a gente, por exemplo, visita Hermano hoje, implementa, vai dando as orientações e já parte para outra família."

- Código: Extensão Rural
- Categoria: Suporte e Desenvolvimento

Esses códigos e categorias são exemplos de como você pode aplicar a metodologia de análise de conteúdo ao texto. Para cada trecho, o código foi escolhido com base no conteúdo principal do trecho e a categoria reflete o tema mais amplo ao qual o código pertence. Você pode continuar este processo para o restante do documento, garantindo que cada trecho seja analisado e codificado de acordo com o contexto e o significado dentro da entrevista.

Nesse teste, pude verificar a existência de todos os trechos destacados na transcrição fornecida à ferramenta, com alteração em apenas um trecho. O trecho 5 da resposta 4 "(...) agora eu vou poder produzir sem precisar comprar." corresponde ao trecho “(...) agora eu vou poder produzir, vou poder ter meu alface, minha pimentinha, minha cebolinha no meu sistema, então eu vou poder produzir sem precisar comprar.” do texto original.

Também houveram alguns problemas com indicações de páginas, mas considerei irrelevante, porque a ferramenta indicou duas páginas e o trecho se encontrava totalmente em apenas uma delas. Como exemplo, temos os trechos 2 e 8 da resposta 4. A IA ignorou o meu pedido de ir somente até a página 5.

Além disso, comparando os códigos e categorias sugeridos inicialmente com os códigos e categorias que surgiram durante a classificação, notei que havia algumas diferenças, como códigos e categorias novos e categorias “derivadas” a partir de outras.

Até aqui eu tinha três listas de códigos e categorias, uma gerada com a versão gratuita e outra com a versão paga do ChatGPT, além de uma terceira surgida na classificação da ferramenta de IA.

Buscando consolidar as informações para elaboração do livro de códigos, tentei encontrar similaridades temáticas entre essas listas:

Códigos e categorias sugeridos pela versão gratuita do ChatGPT:

- **Sistemas de Aquaponia**
  - 1.1 Tipos de Sistemas
  - 1.2 Capacidade de Produção
  - 1.3 Variedades de Peixes Utilizadas
  - 1.4 Plantas Cultivadas
- **Componentes e Funcionamento**
  - 2.1 Caixa de Água e Tamanho
  - 2.2 Bomba de Água
  - 2.3 Filtros Biológicos
  - 2.4 Integração com Ecotecnologias (geodésica, cisterna, etc.)
  - 2.5 Desafios Iniciais e Soluções
- **Benefícios e Objetivos**
  - 3.1 Sustentabilidade
  - 3.2 Convivência com o Semiárido
  - 3.3 Soberania Alimentar
  - 3.4 Geração de Renda
  - 3.5 Dificuldades de Acesso aos Recursos
- **Cultivo e Produção**
  - 4.1 Diversidade de Plantas Cultivadas
  - 4.2 Consórcio de Plantas
  - 4.3 Adaptação das Plantas ao Sistema
  - 4.4 Processo de Sexagem dos Peixes
- **Impacto nas Comunidades**
  - 5.1 Acesso à Água
  - 5.2 Ecotecnologia como Solução para a Escassez de Água
  - 5.3 Adaptação das Comunidades
  - 5.4 Aceitação e Uso Comunitário
- **Desafios e Limitações**
  - 6.1 Disponibilidade de Recursos
  - 6.2 Adaptação das Plantas ao Sistema
  - 6.3 Manutenção e Problemas Iniciais
- **Perspectivas e Futuro**
  - 7.1 Expansão dos Sistemas
  - 7.2 Inovações Tecnológicas
  - 7.3 Potencial de Crescimento nas Comunidades

Códigos e categorias sugeridos pela versão paga do ChatGPT:

- **Categoria: Tecnologia e Inovação**
  - Código: Uso de água reutilizada
  - Código: Germinação de plantas na água
- **Categoria: Desafios e Soluções**

    - Código: Dificuldades de material e recursos
    - Código: Adaptação das plantas e peixes
- **Categoria: Impacto Econômico**
    - Código: Fontes de renda
    - Código: Venda de alface e peixe
- **Categoria: Impacto Social e Ambiental**
    - Código: Convivência com o semiárido
    - Código: Sustentabilidade do sistema aquapônico
- **Categoria: Práticas de Cultivo**
    - Código: Seleção de plantas companheiras
    - Código: Introdução de espécies de peixes e limpeza do sistema

Categorias da classificação dos trechos na versão paga:

- **Categoria: Impacto Social e Ambiental**
    - Código: Sustentabilidade da Aquaponia
- **Desafios e Soluções**
    - Código: Barreiras Técnicas
    - Código: Limitação de Recursos Hídricos
    - Código: Barreiras de Recursos Iniciais
    - Código: Adoção de Novas Tecnologias
- **Categoria: Tecnologia e Inovação**
    - Código: Diversidade de Ecotecnologias
    - Código: Inovação no Cultivo
- **Categoria: Práticas de Cultivo**
    - Código: Capacidade de Produção
    - Código: Diversificação de Produção
    - Código: Escala de Produção
- **Categoria: Impacto Econômico**
    - Código: Valorização da Aquaponia
- **Categoria: Suporte e Desenvolvimento**
    - Código: Assistência ao Agricultor
    - Código: Extensão Rural
- **Categoria: Suporte Técnico**
    - Código: Orientação Contínua
    - Código: Assistência Remota
- **Categoria: Inovação e Eficiência**
    - Código: Otimização da Produção
- **Categoria: Impacto Social e Econômico**
    - Autossuficiência Alimentar
- **Categoria: Inovação e Sustentabilidade**
    - Código: Pesquisa e Desenvolvimento
- **Categoria: Impacto Ambiental**
    - Código: Problemas Ambientais

Códigos consolidados:

- **Tecnologia e Inovação**
    - Uso de água reutilizada
    - Germinação de plantas na água
    - Integração com ecotecnologias
    - Inovação no cultivo

    - Componentes do sistema
    - Otimização da produção
    - Inovações tecnológicas
- **Sustentabilidade**
    - Convivência com o semiárido
    - Soberania alimentar
    - Autossuficiência alimentar
    - Geração de renda
    - Assistência ao agricultor
    - Extensão rural
    - Orientação contínua
    - Assistência remota
    - Valorização da aquaponia
    - Pesquisa e desenvolvimento
    - Ecotecnologia como solução para a escassez de água
    - Adaptação das comunidades
    - Aceitação e uso comunitário
    - Expansão dos sistemas
    - Potencial de crescimento nas comunidades
- **Cultivo e produção**
    - Diversidade de plantas cultivadas
    - Consórcio de plantas
    - Processo de sexagem dos peixes
    - Capacidade de produção
    - Variedade de peixes utilizada
    - Introdução de peixes e limpeza do sistema
    - Capacidade de produção
    - Diversificação de produção
    - Escala de produção
- **Desafios e limitações**
    - Dificuldade de acesso a materiais e recursos
    - Adaptação das plantas e peixes ao sistema

    - Manutenção e problemas iniciais
    - Barreiras técnicas
    - Adoção de novas tecnologias
    - Limitação de recursos hídricos
    - Problemas ambientais

Para a consolidação dos códigos gerados por IA, eu tentei resumir as categorias, de acordo com a abrangência temática. Alguns códigos e categorias foram excluídos porque eram similares a outros, alguns mudaram de categoria, etc. Os aspectos considerados para cada categoria estão listados abaixo:

- **Tecnologia e Inovação** - Uniu referências a componentes do sistema produtivo, integração com outras ecotecnologias, reuso de água, modalidade de plantio e otimização da produção.
- **Sustentabilidade** - Surge como a categoria que reúne aspectos necessários ou que favorecem a manutenção contínua do sistema de aquaponia, os benefícios gerados através dele e o potencial de fornecer alimentos que impactem na segurança alimentar e geração de renda.
- **Cultivo e produção** - Aqui são considerados todos os códigos relacionados à diversidade do cultivo, capacidade produtiva e escala de produção, e aspectos técnicos como a limpeza do sistema e a sexagem dos peixes.
- **Desafios e limitações** - Abrange todos os desafios a serem superados na implantação e manutenção do sistema de produção, como escassez de água, dificuldade de acesso a recursos, limitação de conhecimento técnico, etc.

9.3.3. Definição de ferramenta para codificação

Na busca de uma ferramenta para fazer a codificação dos textos, analisei duas ferramentas: NVivo e Atlas.ti. A duas ferramentas tem pros e contras, mas o custo benefício me fez definir a Atlas.ti como padrão para a codificação desta pesquisa.

Um fator que não foi fundamental para a escolha mas despertou a curiosidade foi que atualmente a Atlas.ti está em fase de testes de integração com o ChatGPT. Eles oferecem a possibilidade de codificação automática do conteúdo, o que me pareceu bem promissor num primeiro momento, além da possibilidade de um chat com a ferramenta, o que apresenta um potencial de ajudar na localização de trechos com temáticas similares.

9.3.4 Atlas.ti - codificação automática com IA

Fazer a codificação automática utilizando a IA integrada ao Atlas.ti é simples, mas a solução não atendeu à minha expectativa. As unidades de análise foram todas padronizadas para o parágrafo, um bloco grande de texto que pode reunir vários códigos sobrepostos.

Outro problema que surgiu é que muitos códigos são aplicados apenas uma vez no texto, além de ter sido gerada uma grande quantidade de códigos, 324 no total. Todos os códigos foram classificados dentro da categoria AI Codes.

A integração da ferramenta com a IA do ChatGPT ainda oferece outro tipo de interação ao usuário. Há a possibilidade de escrever um prompt, similar ao do ChatGPT. A interação via prompt resolve o problema da codificação automática, pois o pesquisador interage com a IA e pode solicitar, por exemplo, a detecção de trechos que podem ser classificados de maneira similar.

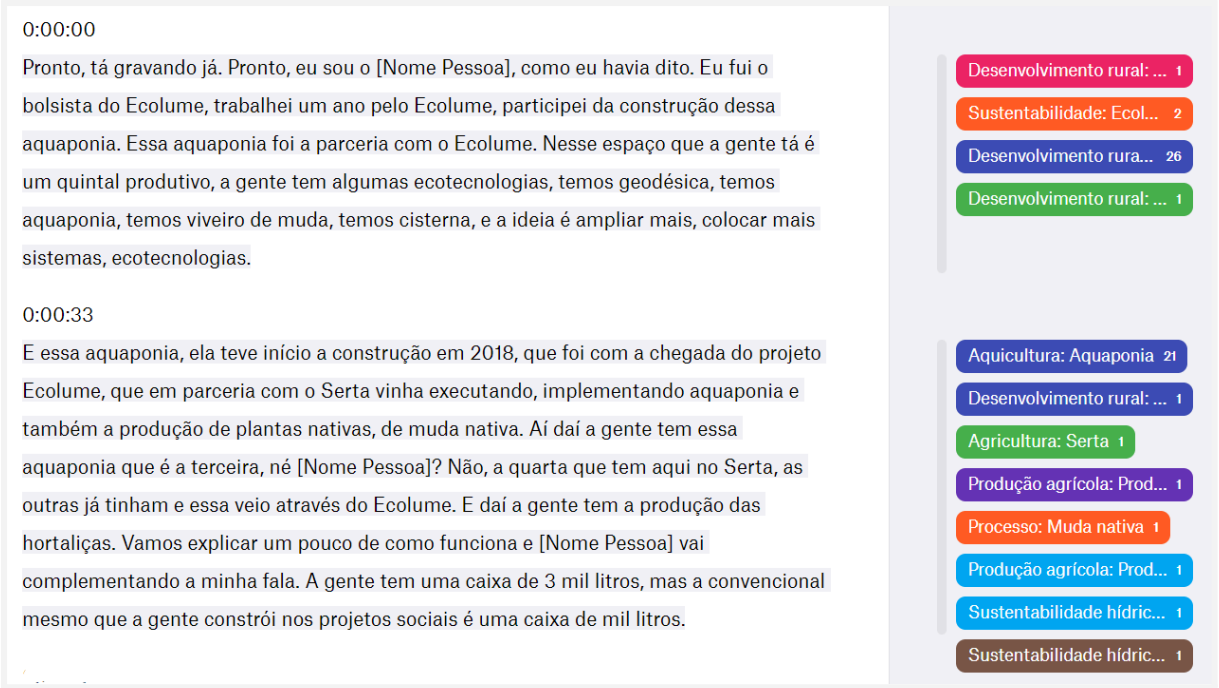


Figura 46: Codificação automática do Atlas.ti através de IA.
Fonte: O autor (2023).

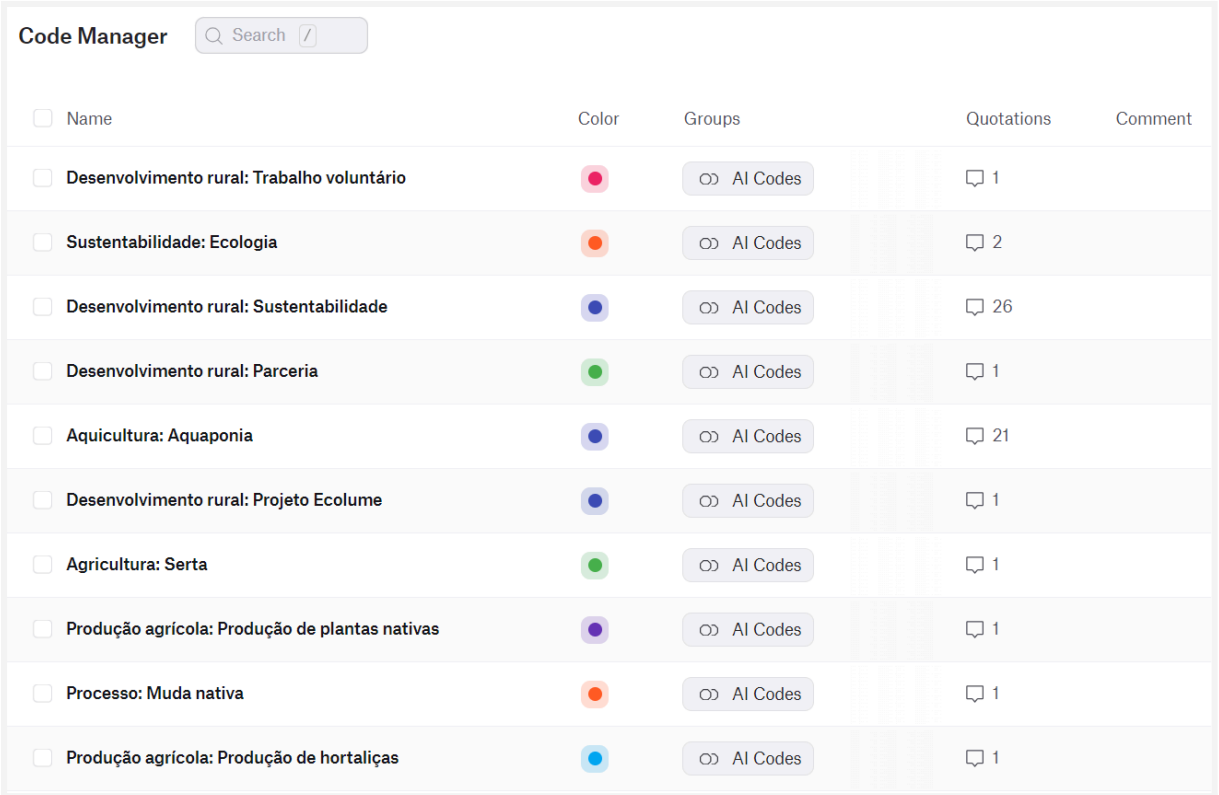


Figura 47: Gerenciador de códigos na plataforma Atlas.ti - códigos gerados através da IA integrada.
Fonte: O autor (2023).

9.3.5. Codificação Pessoal - amostra

Na tentativa de entender os códigos e categorias que surgiriam na minha análise pessoal da transcrição, iniciei um processo de codificação com uma amostra do texto, sem pré definições de códigos. De toda forma, como eu realizei todo o processo desde a elaboração do roteiro da entrevista, as entrevistas em si, a revisão da transcrição e as tentativas de geração do livro de códigos por IA, já tinha alguma ideia do que poderia surgir.

Inicialmente analisei a transcrição de cerca de 21 minutos da primeira entrevista, codificando cada trecho considerado relevante nesse momento. Os códigos que surgiram foram:

- Componente do sistema
- Funcionamento do sistema
- Plantas cultivadas no filtro
- Plantas na cama de cultivo
- Produção de alimento para animais
- Espécie de peixe
- Produtividade
- Geração de renda
- Segurança alimentar
- Sustentabilidade
- Escassez de água
- Dificuldade na implementação
- Conhecimento técnico
- Custo da ração
- Aquisição de peixes
- Escassez de substrato
- Substrato para plantas
- Substratos alternativos

Após uma análise dos códigos, resolvi fazer um refinamento e tentar categorizá-los:

Sistema de Aquaponia

- Componente do sistema
- Funcionamento do sistema

Segurança alimentar

- Plantas cultivadas no filtro
- Plantas na cama de cultivo
- Produção de alimento para animais
- Espécie de peixe
- Produtividade
- Geração de renda

Sustentabilidade

- Escassez de água
- Dificuldade na implementação
- Conhecimento técnico
- Custo da ração
- Aquisição de peixes
- Escassez de substrato
- Substrato para plantas
- Substratos alternativos

Fazendo um paralelo com os livros de códigos gerados através da IA, pode-se perceber interseções temáticas e ausências de códigos e categorias. Estas pendências podem ser explicadas pelo fato da codificação pessoal não considerar o texto completo, por economia de tempo e esforço.

Porém, para fins de comparação e entendimento do potencial da codificação proposta pela IA, considerei suficiente este experimento. Somente com a aplicação dos códigos nas transcrições seria possível fazer todos os refinamentos e adequações.

9.3.6. Livro de códigos

Para este estudo, visto que foi feito um comparativo entre os manuais de aquaponia da Embrapa e da FAO, disponíveis na internet, e do Serta, descrito neste trabalho e registrado em fotos, não considerarei os trechos das transcrições que falem sobre a tecnologia da aquaponia em si, do funcionamento e dos componentes do sistema de aquaponia.

Com o estudo das codificações propostas inicialmente, considero como fundamental para essa pesquisa os **eixos temáticos de segurança alimentar e sustentabilidade**.

No **eixo de Segurança Alimentar** serão enquadrados todos os trechos que falarem sobre temas que impactam a segurança alimentar das pessoas envolvidas, como acesso a alimentos, variedade de alimentos produzidos no sistema, espécies de peixes cultivados, produtividade do sistema, geração de renda e temas associados.

No **eixo de Sustentabilidade** serão considerados todos os trechos que ressaltem os aspectos necessários, que favoreçam ou que prejudiquem a implantação ou manutenção contínua do sistema de aquaponia, os benefícios gerados através dele, as barreiras técnicas para implementação, o acesso a recursos e insumos, inovações tecnológicas no sistema (como geração de eletricidade e captação de água da chuva), etc..

Considerando abordagens como o entendimento da situação das famílias, utilização de materiais existentes nas propriedades para implantação do sistema produtivo e a Peads (Proposta Educacional de Apoio ao Desenvolvimento Sustentável) do Serta, citada nas entrevistas, será incluso um **eixo de Design** no livro de códigos.

A partir dos códigos gerados pelas codificações do ChatPDF, ChatGPT e Codificação Pessoal, elaborei o livro de códigos inicial para análise do conteúdo das transcrições. Os códigos gerados automaticamente pela IA integrada à ferramenta Atlas.ti foram desconsiderados, porque era muitos e específicos, vários deles foram utilizados apenas uma vez no texto.

Segurança alimentar

- Espécies de peixe
- Diversificação de produção
- Geração de renda

- Plantas cultivadas no filtro
- Plantas na cama de cultivo
- Produção de alimento para animais
- Produtividade
- Soberania alimentar

Sustentabilidade

- Aquisição de insumos
- Assistência contínua
- Conhecimento técnico
- Recursos para implementação do sistema
- Manutenção do sistema
- Uso comunitário
- Uso racional da água

Design

- Entendimento do contexto local
- Inovações tecnológicas
- Pesquisa e desenvolvimento

Descrição dos Códigos:

Categoria: Segurança alimentar - *Serão enquadrados todos os trechos que falarem sobre temas que impactam a segurança alimentar das pessoas envolvidas, como acesso a alimentos, variedade de alimentos produzidos no sistema, espécies de peixes cultivados, produtividade do sistema, geração de renda e temas associados.*

- **Código: Espécies de peixe** - *Todas as referências a espécies de peixes serão marcadas com esse código.*
- **Código: Diversificação de produção** - *Sempre que houver uma referência a diversificação da produção esse código será utilizado.*
- **Código: Geração de renda** - *Quando houver referência a geração de renda esse código será utilizado.*

- **Código: Plantas cultivadas no filtro** - *Todas as espécies de plantas cultivadas no filtro receberão esse código.*
- **Código: Plantas na cama de cultivo** - *Todas as referências a espécies de plantas na cama de cultivo receberão esse código.*
- **Código: Produção de alimento para animais** - *Esse código será utilizado toda vez que houver referência à alimentação animal a partir da produção do sistema de aquaponia.*
- **Código: Produtividade** - *Esse código será referente à capacidade produtiva do sistema, para todas as referências a quantidades de alimentos produzidos, ciclo produtivo de plantas e peixes.*
- **Código: Soberania alimentar** - *Esse código será utilizado todas as vezes que houver referência à soberania ou segurança alimentar. Também será utilizado para as referências a produtos alimentícios ou medicinais produzidos no sistema.*

Categoria: Sustentabilidade - *Serão considerados todos os trechos que ressaltem os aspectos necessários, que favoreçam ou que prejudiquem a implantação ou manutenção contínua do sistema de aquaponia, os benefícios gerados através dele, as barreiras técnicas para implementação, o acesso a recursos e insumos, inovações tecnológicas no sistema (como geração de eletricidade e captação de água da chuva), etc..*

- **Código: Aquisição de insumos** - *Esse código será utilizado para as referências à aquisição de insumos para o sistema de aquaponia. Peixes pescados, aquisição de alevinos, aquisição e/ou produção de mudas, buchas para as plantas, raiz da baronesa, fibra de coco, ração para peixes, etc.*
- **Código: Assistência contínua** - *Código utilizado para as referências relacionadas à assistência contínua prestada aos beneficiários das aquaponias, seja ela remota ou presencial.*
- **Código: Conhecimento técnico** - *Código que referencia a necessidade de conhecimento técnico, seja para sexagem dos peixes ou para manutenção do consórcio de plantas no sistema.*
- **Código: Acesso a recursos** - *Código utilizado para todos os relatos sobre os recursos necessários para implementação do sistema de aquaponia, considerando, por exemplo, água, material para construção, recursos financeiros, etc. Também serão*

considerados os relatos de dificuldades no acesso a esses recursos. Aqui não será considerado o insumo como recurso, pois há uma categoria específica para isso.

- **Código: Dificuldade na implementação** - *Código para todas as referências sobre a necessidade de manutenção do sistema.*
- **Código: Manutenção do sistema** - *Código para todas as referências sobre a necessidade de manutenção do sistema.*
- **Código: Uso comunitário** - *Código para as referências sobre uso comunitário da aquaponia.*
- **Código: Uso racional da água** - *Código para todas as referências ao uso racional da água, incluindo economia de água, reabastecimento de água, captação de água da chuva, etc.*

Categoria: Design - *Considera abordagens como o entendimento da situação das famílias, utilização de materiais existentes nas propriedades para implantação do sistema produtivo e a Peads (Proposta Educacional de Apoio ao Desenvolvimento Sustentável) do Serta.*

- **Código: Entendimento do contexto local** - *Código para todas as referências ao entendimento do contexto local antes da instalação da aquaponia.*
- **Código: Inovações tecnológicas** - *Código para inovações tecnológicas no sistema da aquaponia.*
- **Código: Pesquisa e desenvolvimento** - *Código para referências a pesquisa e desenvolvimento de alternativas para solução de problemas.*

9.3.7 Atlas.ti - códigos sugeridos

Na ferramenta Atlas.ti, definida anteriormente para fazer a codificação das transcrições, também há a sugestão de códigos por Inteligência Artificial. No momento que eu estava codificando, pude verificar sugestões de códigos para cada trecho selecionado. Demonstrarei alguns testes com a sugestão de códigos via IA.

Iniciei codificando trechos entre as marcações temporais do texto. Na **figura 10**, destacado em amarelo, na marcação temporal **1:12:54**, temos o seguinte trecho selecionado:

> "E aí, o que que ocorria? Era uma beleza no início. Era uma beleza. As primeiras colheitas, duas, três primeiras colheitas, tudo direitinho, as pessoas iam distribuindo direitinho. Depois, começava o problema."

A classificação deste trecho de acordo com o livro de códigos consolidado foi com o código “Uso Comunitário”, pois o entrevistado falava sobre sua experiência com uma horta comunitária. Os códigos sugeridos pela IA foram:

- Distribuição de alimentos
- Problemas na produção
- Problemas na distribuição
- Problemas na colheita
- Problemas no sistema

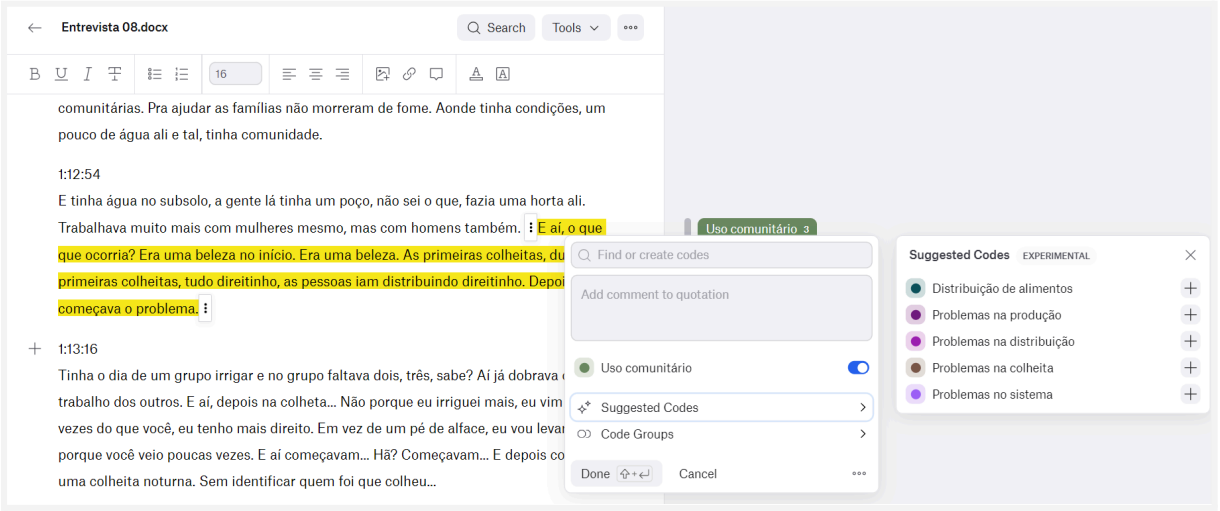


Figura 48: Códigos sugeridos via IA para um trecho selecionado do texto.
Fonte: O autor (2023).

É interessante perceber que, apesar de marcado com o código “Uso comunitário”, esse código não aparece nas sugestões.

Na **figura 11**, na marcação temporal **1:33:16**, temos o seguinte trecho selecionado:

> “Tinha o dia de um grupo irrigar e no grupo faltava dois, três, sabe? Aí já dobrava o trabalho dos outros. E aí, depois na colheta... Não porque eu irriguei mais, eu vim mais vezes do que você, eu tenho mais direito. Em vez de um pé de alface, eu vou levar dois, porque você veio poucas vezes. E aí começavam... Hã? Começavam... E depois começava uma colheita noturna. Sem identificar quem foi que colheu…”

Este trecho também foi classificado como “Uso comunitário”, a partir do livro de códigos consolidado. Os códigos sugeridos pela IA foram:

- irrigação
- trabalho em equipe
- divisão de tarefas
- recompensa proporcional
- justiça distributiva
- colheita noturna

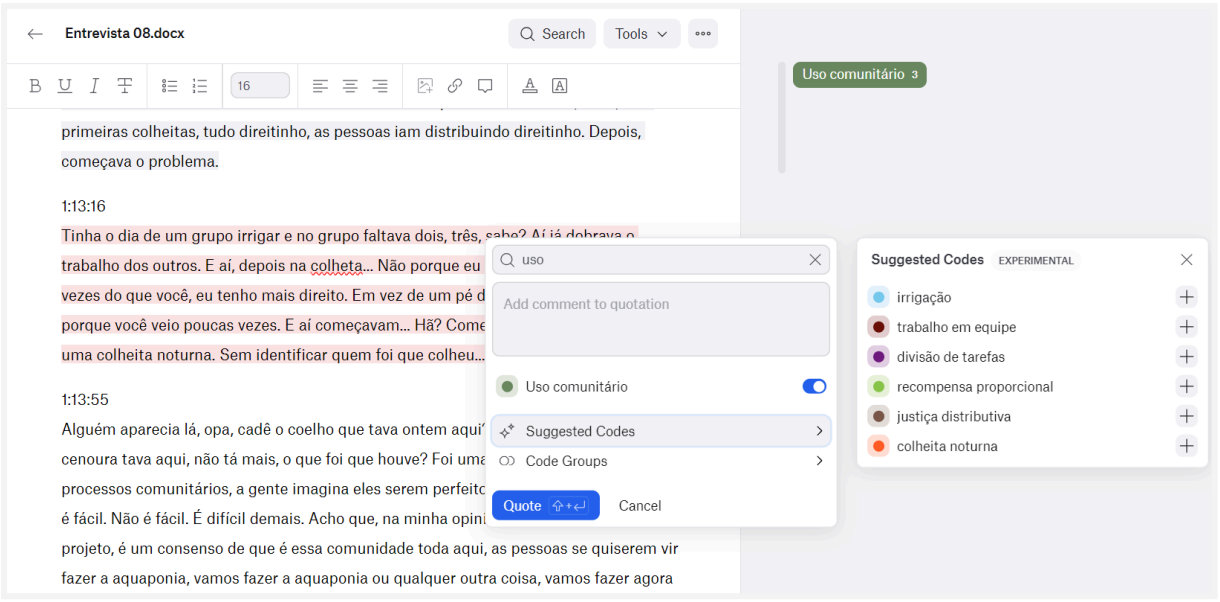


Figura 49: Códigos sugeridos via IA para um trecho selecionado do texto.
Fonte: O autor (2023).

Percebe-se novamente que, apesar de marcado com o código “Uso comunitário”, esse código não aparece nas sugestões.

O trecho que aparece selecionado na **figura 12**, na marcação temporal **1:13:55**, diz:

> “Alguém aparecia lá, opa, cadê o coelho que tava ontem aqui? Cebolinha tava aqui, a cenoura tava aqui, não tá mais, o que foi que houve? Foi uma colheita noturna. Então, os processos comunitários, a gente imagina eles serem perfeitos e fáceis. Não é perfeito, não é fácil. Não é fácil. É difícil demais.”

É uma sequência, ainda, da fala do entrevistado sobre sua experiência com hortas comunitárias. Também foi classificado como “Uso comunitário”, a partir do livro de códigos consolidado. Os códigos sugeridos pela IA para este trecho foram:

- Acesso a recursos
- Uso comunitário
- Entendimento do contexto local
- Inovações tecnológicas
- Pesquisa e desenvolvimento
- Dificuldades no processo comunitário

Para este trecho, quase todas as sugestões de códigos são pertencentes ao livro de códigos consolidado, com exceção do código “Dificuldades no processo comunitário”.

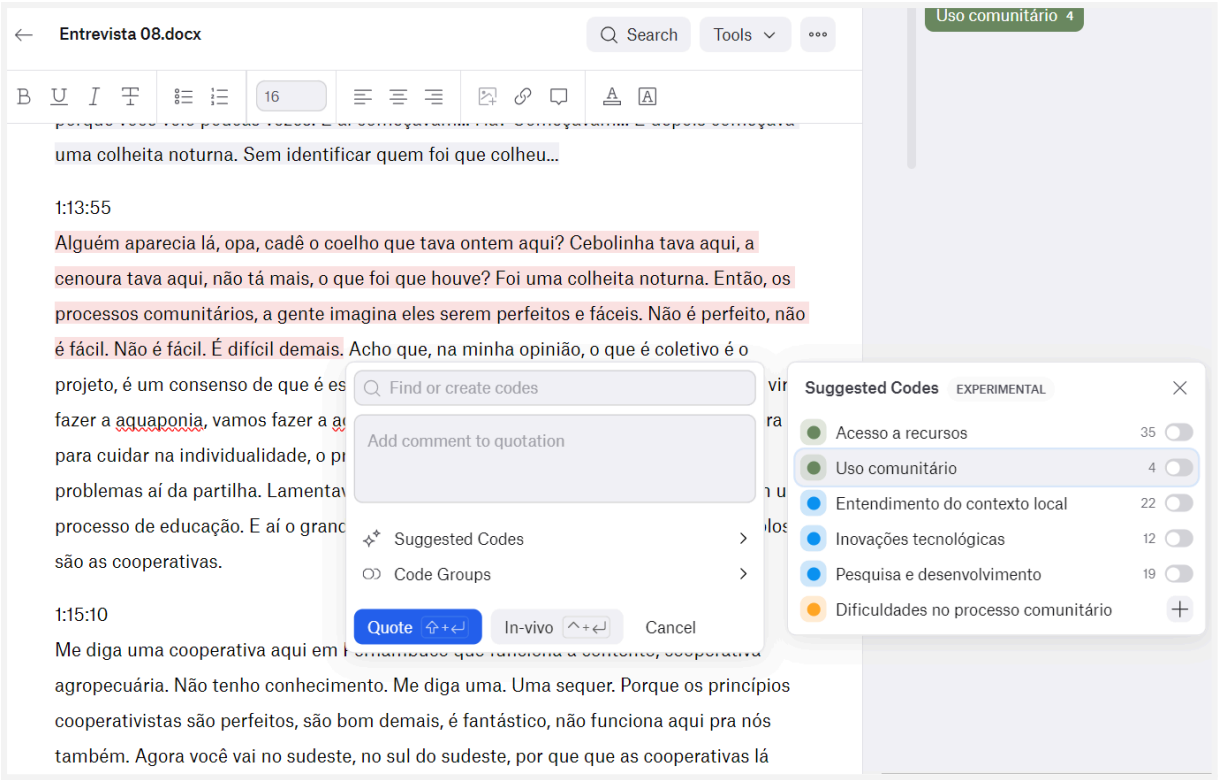


Figura 50: Códigos sugeridos via IA para um trecho selecionado do texto.
Fonte: O autor (2023).

Na **figura 13** o trecho selecionado também foi classificado como “Uso comunitário”:

> “Acho que, na minha opinião, o que é coletivo é o projeto, é um consenso de que é essa comunidade toda aqui, as pessoas se quiserem vir fazer a aquaponia, vamos fazer a aquaponia ou qualquer outra coisa, vamos fazer agora para cuidar na individualidade, o projeto é que é coletivo, porque não vai ter esses problemas aí da partilha. Lamentavelmente não fomos educados para isso. É também um processo de educação. E aí o grande exemplo são as cooperativas. Os grandes exemplos são as cooperativas.”

Os códigos sugeridos pela IA para este trecho foram:

- Coletividade
- Educação
- Cooperativas

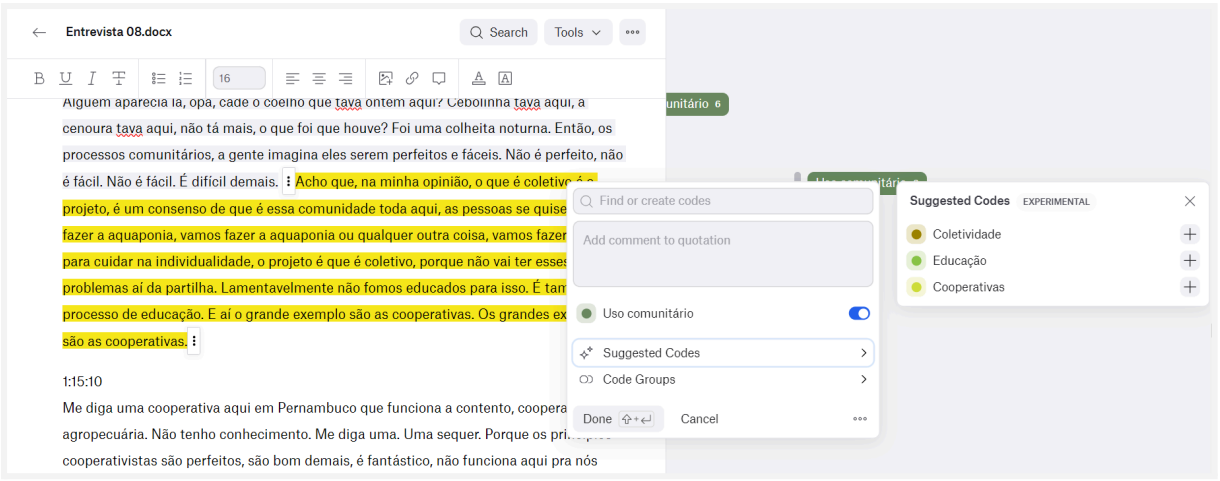


Figura 51: Códigos sugeridos via IA para um trecho selecionado do texto.
Fonte: O autor (2023).

Ao final deste último trecho classificado, resolvi unificar todos eles com uma única marcação “Uso comunitário” (eram quatro), pois se tratavam de trechos de um mesmo relato. Desta forma, removi as marcações e selecionei o trecho completo, selecionando também as marcações temporais entre o início e o final da seleção. A **figura 14** demostra esse processo.

Para esta classificação a IA sugeriu os códigos:

- Uso comunitário
- partilha
- dificuldade na partilha
- problemas de partilha
- processo de educação
- cooperativas

A primeira sugestão para a classificação foi o código que efetivamente foi utilizado para a marcação do trecho. Como já foi dito anteriormente, este código consta no livro de códigos consolidado.

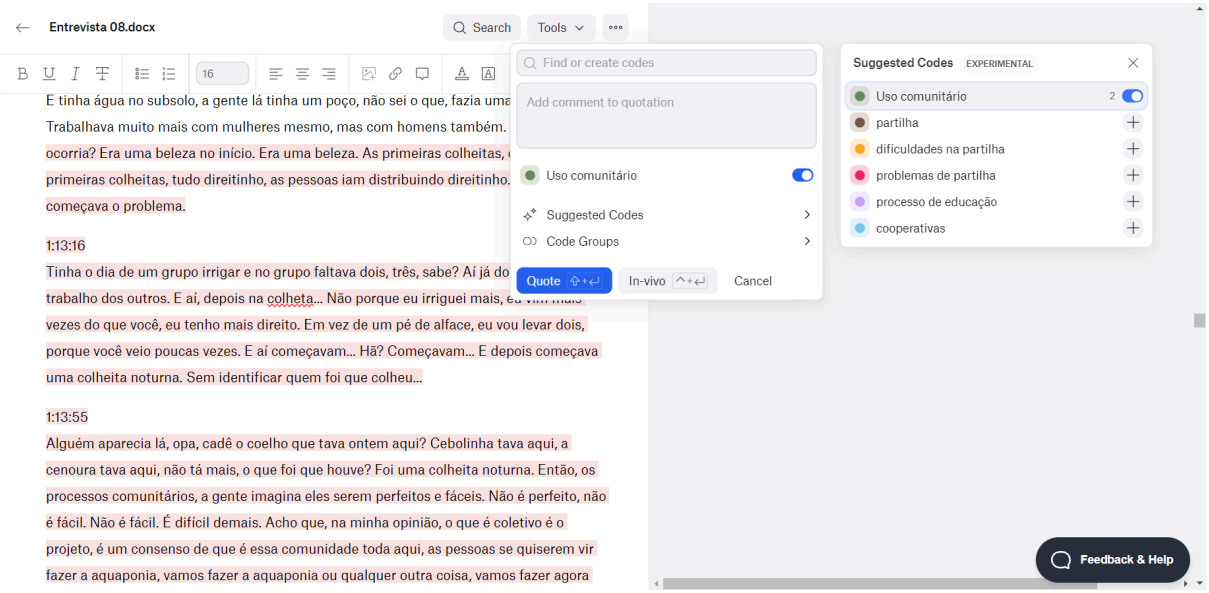


Figura 52: Códigos sugeridos via IA para um trecho selecionado do texto.
Fonte: O autor (2023).