



SD2021

VIII SIMPÓSIO DE DESIGN SUSTENTÁVEL
SUSTAINABLE DESIGN SYMPOSIUM



1, 2 E 3 DE DEZEMBRO DE 2021
DECEMBER, 1st, 2nd and 3rd, 2021
ONLINE | CURITIBA, BRASIL

SDS2021.UFPR.BR

DESIGN E TECNOLOGIA SOCIAL:

UM ESTUDO DE CASO SOBRE O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE UNIDADES DE AQUAPONIA

DESIGN AND SOCIAL TECHNOLOGY: A CASE STUDY ON THE DEVELOPMENT PROCESS OF AQUAPONIA UNITS

FREIRE, AMANDA, Mestra | UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CAVALCANTI, VIRGINIA PEREIRA, Doutora | UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

RESUMO

Diante da enorme crise social que enfrentamos, novas formas que visam a diminuição das desigualdades sociais têm sido discutidas e construídas. Nesse sentido, no campo do design, há interessantes iniciativas sendo propostas e implementadas, em diálogo com a inovação social e a tecnologia social. O presente trabalho tem como objetivo analisar o processo de desenvolvimento da tecnologia social praticado pelo Serviço de Tecnologia Alternativa (SERTA) – Ibimirim, Pernambuco, especificamente do sistema de aquaponia, tomando como referência o processo de design. Orientada pela metodologia de abordagem dialética e método de procedimento monográfico, foram utilizadas as técnicas de pesquisa documental e bibliográfica, para o levantamento de dados, foi aplicada a pesquisa de campo, observação e entrevistas. Como resultado do estudo, foi delineado o processo de criação de tecnologia social e foram apontadas contribuições mútuas entre os processos de design e o desenvolvimento da tecnologia social, no âmbito do SERTA.

PALAVRAS-CHAVE

Tecnologia social; Inovação social; Design; Aquaponia; Desenvolvimento sustentável.

ABSTRACT

Faced with the huge social crisis we are facing, new ways to reduce social inequalities have been discussed and built. In this sense, in the field of design, there are interesting initiatives being proposed and implemented, in dialogue with social innovation and social technology. This work aims to analyze the social technology development process practiced by the Serviço de Tecnologia Alternativa (SERTA) - Ibimirim, Pernambuco, specifically the aquaponic system, taking the design process as a reference. Guided by the methodology of dialectical approach and method of monographic procedure, documental and bibliographic research techniques were used for data collection, field research, observation and application of interviews. As a study result, the process of creating social technology were outlined and mutual contributions between the design processes and the development of social technology were pointed out, within the scope of SERTA.

KEY WORDS

Social technology; Social Innovation; Design; Aquaponics; Sustainable development.

1. INTRODUÇÃO

Alguns debates acerca das estruturas sociais contemporâneas têm sido suscitados decorrentes das claras evidências do desequilíbrio ambiental do planeta e dos graves problemas sociais enfrentados. Diante da magnitude dos problemas decorrentes dos atuais estilos de vida, produção e consumo e das perspectivas insustentáveis desse modelo, muito se tem questionado sobre qual tem sido a contribuição do design para essa realidade e quais seriam os novos rumos e possibilidades de atuação do designer a fim de colaborar com soluções para esses problemas. Como especialistas na interação dos seres humanos com os artefatos e no desenvolvimento de projetos, os designers têm sido provocados a repensar seu papel na contemporaneidade e, assim, novos caminhos vêm sendo construídos e novas soluções têm sido experimentadas.

Nesse contexto, já é possível encontrar designers participando de iniciativas que promovem e fortalecem a inovação social, definida por Manzini (2008) como sendo as soluções encontradas para resolver problemas ou criar novas oportunidades, pela parcela da população que, à margem do sistema, não tem suas demandas básicas atendidas. A transição para modos de vida mais sustentáveis será um processo de aprendizagem social e as iniciativas locais terão um papel singular. Elas serão cada vez mais capazes de romper com os padrões consolidados e indicar novos comportamentos. O autor argumenta ainda que por serem casos que representam, principalmente, atividades de minorias sociais, tendem a ofuscar-se quando confrontados com comportamentos dominantes. No entanto, são de suma importância para proporcionar e guiar essa transição rumo à sustentabilidade.

Diante disso, o estudo analisou o processo de desenvolvimento de tecnologia social concebido pelo Serviço de Tecnologia Alternativa (SERTA), que atua na formação de pequenos agricultores, no interior do estado de Pernambuco, e na difusão de tecnologia social para viabilizar convivência com o semiárido de forma a explorar as potencialidades locais. Buscou-se compreender quais as contribuições mútuas entre os processos de design e o desenvolvimento de tecnologia social.

2. DESIGN E SUSTENTABILIDADE

No campo do design, uma das primeiras abordagens relacionadas à sustentabilidade, segundo Souza (2007), conhecida como *green design*, foi promovida por Buckminster Fuller, a partir da década de 1920, por meio de uma nova proposta para atuação dos designers cujo foco projetual deveria ser o bem-estar da sociedade e, além disso, deveriam também seguir alguns dos princípios como: revisão e análise das fontes mundiais de energia e usos mais eficientes dos recursos naturais.

Aprofundando o debate, Papanek (1971), considerado uma referência na área de design e sustentabilidade, em seu livro *Design for the real world*, trata da natureza social do design e convoca os profissionais da área a projetar para o mundo real, orientados para o atendimento das demandas sociais, considerando as realidades regionais e utilizando materiais de menor custo. O autor defendeu ainda que os designers deveriam, com senso de responsabilidade, reaprender a projetar. Também definiu o princípio do menor esforço (em que se deveria fazer o máximo com mínimo), tratou de questões como a reciclagem de materiais e o combate ao desperdício, dessa maneira, o autor antecipou ações que viriam a ser mantras da sustentabilidade décadas depois: reduzir, reutilizar e reciclar.

Papanek fez parte dos pensadores que contestaram o sistema industrial e capitalista nos anos setenta, se contrapondo a transferência do modelo produtivo capitalista ocidental para os países periféricos, como o Brasil, que buscavam, naquele período, a modernização e industrialização. Papanek acreditava ser a tecnologia alternativa, um caminho para os países periféricos contra a agressividade do expansionismo do ocidente é, por sua vez, baseado essencialmente no consumo e no lucro. Essas teorias do autor, que abordavam a necessidade de se pensar os modelos de desenvolvimento dos países periféricos, tiveram influência no Brasil, no entanto, as tecnologias alternativas já existiam nesses países. Elas foram conceituadas nos países industrializados e retornaram como modelo projetual para o design periférico. A defesa,

por Papanek, dessas tecnologias em detrimento da indústria convencional foram de encontro às ações do governo brasileiro da época para efetivar o projeto de industrialização, não conseguindo, assim, apresentar soluções para os desafios locais Moraes (2006).

Essa teoria de exclusão da indústria no desenvolvimento do design periférico foi rebatida por Gui Bonsiepe, que defendeu a implementação de ações para tornar competitivos os produtos nacionais. Entretanto, assim como Papanek, Bonsiepe também problematiza a importação, pela periferia, das tecnologias e projetos do centro, balizado no fato de que enquanto o centro possui as tecnologias e goza dos benefícios da industrialização, a periferia está fadada a ter indústrias e tecnologias ultrapassadas. Os autores também convergem na defesa do direcionamento do design para a diminuição da desigualdade social. Essa é uma das consequências do modelo neoliberal em que os grandes centros manipulam a sociedade de forma a manter seus interesses econômico e político. Dentro desse contexto, Bonsiepe (2013) vincula o design às necessidades sociais ao falar em humanismo projetual: a relação do design com os excluídos e discriminados pelo regime neoliberal. O humanismo projetual prescinde uma consciência crítica e tem como objetivo interpretar as necessidades desses grupos e desenvolver propostas emancipadoras.

Já há algum tempo existe uma forte demanda pela reinvenção dos propósitos da área que intencionem a geração de contribuições para processo de construção de um mundo mais sustentável e que levem em conta as desigualdades do mundo atual. Esse debate impulsionou, por exemplo, novos conceitos como design participativo e co-design. O design participativo, fundamenta-se no pressuposto político simples de que é legítimo que se participe de um processo de design do qual se é afetado (EHN, 2008). Nesse sentido, complementam Sanders e Stappers (2008), que nos processos de design participativo, os usuários integram as etapas iniciais do projeto e se envolvem na definição de requisitos e no desenvolvimento de conceitos. Os autores ainda acrescentam à discussão os conceitos de co-criação e codesign, cujo uso é corriqueiramente confundido. Eles consideram o co-design uma instância da co-criação e explicam que essa tem sentido mais amplo e se refere a qualquer atividade de criação coletiva, enquanto o co-design engloba o trabalho projetual desenvolvido por designers e não designers.

Existem também algumas iniciativas da sociedade, que propõem formas colaborativas e inclusivas para solucionar problemas, gerar novas oportunidades e que contam com a participação do designer. Essas iniciativas locais, chamadas de inovação social, desempenham importante papel na capacidade de ruptura de padrões consolidados e podem conduzir a novos comportamentos. Portanto, a inovação social é um processo que promove mudanças comportamentais significativas e capazes de atender às demandas sociais (MANZINI, 2008).

Considerando que as ações organizadas por essas comunidades criativas, grupos capazes de realizar uma reorganização criativa (MERONI, 2007), são importantes guias no processo de transição para modos de vida mais sustentáveis e reconhecendo a possibilidade de enfraquecimento diante dos comportamentos padrões estabelecidos, torna-se, portanto, essencial estudá-las para favorecê-las.

Nesse esforço de encontrar novas soluções, o design, campo que se dedica à interação dos seres humanos com os artefatos e por ter a interdisciplinaridade como característica importante, pode atuar de forma estratégica, segundo Manzini (2008), com o objetivo de romper com os estilos de vida, produção e consumo problemáticos e gerar novas possibilidades.

Dentro do contexto da sustentabilidade social e ambiental, surgiram esforços para guiar o designer, Ezio Manzini e Carlo Vezzoli (2002) propuseram instrumentos e estratégias para dar suporte à prática projetual no sentido da sustentabilidade. Os autores trouxeram o conceito de design para a sustentabilidade, que significa atender às demandas sociais de bem-estar aliados ao baixo consumo de recursos naturais. Para tal, faz-se necessário administrar todos os instrumentos disponíveis e isso inclui produtos, serviços e comunicações.

3. TECNOLOGIA SOCIAL

A Tecnologia Apropriada, como designamos na atualidade, tem sua origem, na luta anticolonialista pela autodeterminação dos povos e pelo desenvolvimento e proteção das indústrias locais. No final do século XIX, na Índia, Mahatma Gandhi, figura central do pensamento reformista da época, tinha como objetivo a popularização e reabilitação de técnicas tradicionais de produção como estratégia de resistência contra o domínio britânico e de boicote aos produtos ingleses (BRANDÃO, 2001; DAGNINO, BRANDÃO E NOVAES, 2004). Gandhi defendeu a necessidade de criação de um governo nacional e entre 1924 e 1927, realizou uma peregrinação pelo país, em que, além de questionar o sistema de castas, disseminou e popularizou a fiação manual da *charkha*, uma roca de fiar giratória, acreditando ser essa uma das alternativas para a diminuição da pobreza (BRANDÃO, 2001). Dessa forma, Gandhi conceituou e materializou o desenvolvimento de uma tecnologia local que visava atender às demandas essenciais da população, adaptada às condições ambientais e à realidade do país, através de um processo de mudança endógeno, sem a ingerência externa. A roca de fiar manual é considerada por alguns autores, como Dagnino, Brandão e Novaes (2004), o primeiro equipamento tecnologicamente apropriado.

A proposta de Gandhi de desenvolvimento tecnológico associado às questões social, econômica e cultural se expandiu para outras regiões, atingiu primeiramente, a República Popular da China e, em seguida, alcançou o ocidente. Contudo, apesar concebida na década de 1920, essa concepção contra hegemônica, apenas foi multiplicada a partir de 1960, período em que foram elaboradas teorias críticas que apontavam a importação de tecnologia como causa determinante do subdesenvolvimento dos países, àquela época, chamados de terceiro mundo (BRANDÃO, 2001).

Nesse contexto, Lewis Mumford, em seu artigo *Authoritarian and Democratic Technics*, publicado em 1964, trouxe fortes contribuições conceituais para a tecnologia apropriada. Nele, o autor afirma que as tecnologias em larga escala, acompanhadas por suas características centralizadoras e autoritárias, provocavam influência negativa na democracia política. Mumford defendeu o desenvolvimento de tecnologias democráticas, que seriam orientadas para produção em pequena escala, embasada nas habilidades humanas, energia animal ou pequenas máquinas, sob liderança ativa da comunidade e com uso moderado dos recursos naturais (THOMAS, 2009).

Outra colaboração para a temática foi promovida pelo economista alemão Ernst Friedrich (Fritz) Schumacher que, em seu livro *Small is beautiful: economics as if people mattered*, publicado em 1973, amplia as discussões sobre os limites do crescimento. Na publicação, o autor endossa a crítica de Gandhi à produção em massa, em seu lugar, defende a produção pelas massas para atender a população pobre, essa última, ao contrário da primeira, mobiliza os recursos e habilidades da própria comunidade. Nessa obra surge o termo tecnologia intermediária, essa seria propícia a descentralização, ecologicamente adequada, mais humana e com uso intensivo de mão de obra, de forma a se adequar às pequenas propriedades, e cujos equipamentos, por serem mais simples, são melhores adaptáveis às oscilações do mercado, viabilizando, assim, a manutenção local. Segundo Brandão (2001), essa tecnologia, além da preocupação com questões ambientais e com a geração de emprego, teria como características, a simplicidade, a pequena escala e o baixo investimento, sendo assim, mais adequada aos países periféricos. A essa definição, Barbieri (1989) acrescenta o caráter relativo da tecnologia intermediária, considerando as diferentes realidades locais, e que estariam elas situadas entre as tecnologias tradicional e moderna. A proposta de tecnologia intermediária de Schumacher surge em um momento de ampliação dos estudos sobre as tecnologias apropriadas, durante as décadas de 1970 e 1980. De acordo com Dagnino, Brandão e Novaes (2004), muitos pesquisadores se debruçaram sobre o tema e mantiveram uma postura comum contrária à tecnologia convencional (de uso intensivo de capital, poupadoras de mão-de-obra, desenvolvida e utilizada pela iniciativa privada e inadequada às realidades dos países periféricos).

O movimento da tecnologia apropriada também estabeleceu como objetivo imediato o desenvolvimento social, o que ia de encontro ao modelo de cadeia linear de inovação, no qual o desenvolvimento social ocupa o final da cadeia, apenas como resultado das pesquisas científica e tecnológicas e do crescimento econômico (BRANDÃO, 2001; DAGNINO, BRANDÃO E NOVAES, 2004). Os autores complementam ainda que o debate sobre as tecnologias apropriadas também

abordou a questão do desemprego, a exemplo dos estudos, apoiados pela Organização Internacional do Trabalho (OIT), que analisaram o uso e a elaboração das tecnologias apropriadas realizados na Ásia e na África.

De forma geral, segundo Barbieri (1989), as concepções tecnológicas alternativas, apesar de possuírem alguma heterogeneidade, têm em comum a oposição às concepções convencionais, que privilegiam os aspectos econômicos, tendo como foco, ao invés da acumulação do capital, a defesa da tecnologia a serviço das necessidades da sociedade.

Apesar do esforço de superação da exclusão social, o movimento da tecnologia apropriada foi alvo de duras críticas, dentre elas, apontava-se a necessidade do questionamento da concepção neutra e determinista da tecnologia. Nessa perspectiva, David Dickson (1978) argumentou contra a visão determinista e unidimensional de progresso, na qual a viabilidade do desenvolvimento social é, única e exclusivamente, atrelada aos avanços tecnológicos. O autor comenta ser comum, no julgamento das sociedades como avançadas ou atrasadas, usar como critério o grau de sofisticação tecnológica.

Essas tecnologias também foram tidas como paternalistas, desenvolvidas sem a participação local, voltadas a problemas específicos e insustentável a longo prazo (THOMAS, 2009). Houve também dúvidas sobre a real capacidade de mudanças às quais o movimento denunciava, sob a alegação de que a tecnologia apropriada era produto de um “sentimento de culpa” de pesquisadores e empresários dos países, à época, chamados de primeiro mundo. Sobre esse ponto, Dagnino, Brandão e Novaes (2004), reconhecem que, de fato, esses pesquisadores estavam preponderantemente nos países centrais, tendo sido baixas as atuações nos países periféricos, assim como também foi discreta a ação, nesses países, dos seus próprios pesquisadores, excetuando-se o caso da Índia. A partir dessa reflexão, os autores inferem o pressuposto que seria o ponto frágil do movimento: apenas a ampliação das alternativas tecnológicas, disponíveis para os países periféricos, proporcionaria mudanças no processo de adoção da tecnologia. Não foi assimilada, por alguns pesquisadores, a compreensão de que, para adesão das tecnologias alternativas pelos grupos beneficiados, o desenvolvimento dessas tecnologias era condição necessária, mas não suficiente e, ao não incluírem, no processo, os atores sociais interessados, não proporcionaram a adoção da tecnologia apropriada.

As concepções formuladas no movimento da tecnologia apropriada, apesar de algumas distinções, compartilharam a ideia de contestação às tecnologias convencionais e de busca de alternativas para mudança sociais e superação da pobreza. Essas proposições proporcionaram reflexões e fundamentaram a elaboração do conceito de tecnologia social.

Uma contribuição importante para a temática foi a abordagem proposta por Renato Dagnino para a tecnologia social - embasada nos ideais construtivistas, na Teoria Crítica da Tecnologia, na Teoria da Inovação - intitulada adequação sociotécnica (AST), que contribui com o marco conceitual da tecnologia social ao acrescentar, ao movimento de tecnologia apropriada, uma dimensão processual, uma visão ideológica e um elemento de operacionalidade. Dessa forma, transcende a definição de que a tecnologia social é apenas um produto, mas um processo de construção social e, por isso, político, que deve considerar as condições locais e as interações entre os atores envolvidos (BRANDÃO, 2001; DAGNINO, BRANDÃO E NOVAES, 2004). Nessa concepção, segundo os autores, a tecnologia social nasce da desconstrução da tecnologia convencional através de um novo código sócio técnico com base nos critérios da tecnologia apropriada, somando-se a eles: a participação democrática no processo, o atendimento a requisitos do meio ambiente, a saúde dos trabalhadores e consumidores e a capacidade auto gerencial.

Dessa maneira, para Mezzacappa e Zanin (2012), a adequação sociotécnica juntamente com as experiências do movimento da tecnologia apropriada, permitiram um desenvolvimento tecnológico socialmente mais adequado, ao assumir os princípios da tecnologia apropriada, a não neutralidade da ciência e da tecnologia e necessidade de construção coletiva pelos atores envolvidos no processo. Concluem, então, que o contraponto entre as tecnologias apropriada e social seria o processo de construção do conhecimento. É possível perceber, no cerne das propostas de concepção da tecnologia social, o processo de produção como questão essencial, em que as alternativas endógenas são

elaboradas colaborativamente, com a participação do usuário de forma que haja apropriação do conhecimento e emancipação da população.

4. TRAJETÓRIA METODOLÓGICA

Compreendendo a tecnologia social como oriunda dos conflitos sociais e, ao mesmo tempo, com grande potencial para promover transformações na sociedade, entende-se, por consequência, o caráter dinâmico desse objeto de estudo. Fez-se, então, necessária a escolha pela abordagem dialética, capaz de promover uma compreensão das ações recíprocas e contraditórias em constante transformação de natureza qualitativa e quantitativa. Conforme Gil (2008), a dialética propicia uma leitura dinâmica e completa da realidade ao considerar as influências políticas, econômicas, culturais, entre outras, na compreensão dos fatos sociais.

Em relação ao método de procedimento, referente às etapas mais concretas da pesquisa, optou-se pelo monográfico ou estudo de caso por possibilitar um aprofundamento do fenômeno. Gil (2008) argumenta que é possível, a partir do estudo em profundidade de um caso, haver representatividade em outros semelhantes. Também através desse método, é possível, segundo Yin (2001), elucidar questionamentos sobre “como” e “por que” de fenômenos contemporâneos inseridos em um contexto real. Dessa maneira, esse método assegurou uma investigação minuciosa sobre os processos que envolvem o desenvolvimento e a reaplicação dos sistemas de aquaponia (sistema integrado de produção de peixes e de cultivo de vegetais sem solo, respectivamente conhecidos como aquicultura e hidroponia), objeto de estudo da pesquisa.

Esse estudo, cujo objetivo está relacionado a uma realidade atual e concreta, apresenta-se como pesquisa aplicada na medida em que se propõe a contribuir com a elaboração e a aplicação do conhecimento à determinada circunstância. Esse tipo de pesquisa, segundo Laville e Didone (1999), pode possibilitar tanto a ampliação do entendimento do problema, como proporcionar a investigação de novas questões.

A pesquisa, então, classificada, quanto a sua finalidade, como aplicada, apresenta, sob o ponto de vista dos seus objetivos, caráter exploratório, o que proporciona uma maior familiaridade com o tema e possibilita um melhor delineamento da pesquisa. Conforme Gil (2008), as pesquisas exploratórias têm como fim garantir um panorama geral, de caráter aproximativo, acerca de temáticas pouco exploradas.

Em relação à coleta de dados, considerando a classificação proposta por Marconi e Lakatos (2003), no que se refere à documentação indireta, optou-se pelas técnicas de pesquisa documental e bibliográfica e para o levantamento de dados in loco, foi aplicada a pesquisa de campo como técnica de documentação direta. Também foi realizada a observação direta intensiva através da observação e de entrevistas.

O estudo de caso selecionado para a pesquisa tem como foco o processo, promovido pelo SERTA, de desenvolvimento e implementação de unidades de aquaponias. As especificidades do estudo de caso serão abordadas na próxima seção.

Com o objetivo de obter uma maior aproximação do tema e do objeto de estudo e, consequentemente, facilitar a coleta de dados, foram realizadas, no início do trabalho, pesquisas bibliográfica e documental. Além de explorar os materiais disponíveis no site do SERTA, como textos, fotos e vídeos, também foram feitas buscas gerais na internet sobre a organização, assim, reportagens e documentos gerais também contribuíram para uma melhor compreensão nessa primeira etapa.

Nesse momento, também houve uma entrevista informal presencial com o diretor da organização. Segundo Gil (2008), esse tipo de entrevista oferece uma visão geral do problema pesquisado e uma aproximação da realidade estudada. A partir desse contato, foram obtidas publicações (livros e dissertações) do SERTA e também identificados os atores envolvidos no desenvolvimento das tecnologias sociais. Ainda nessa fase preliminar, foram realizadas, com esses atores,

entrevistas focalizadas, recorrentemente empregadas em situações experimentais e que visam o entendimento mais profundo em que o entrevistador tem liberdade para desenvolver as questões, no entanto, diferentemente da entrevista informal, ele enfoca no assunto específico (GIL, 2008).

Também foram realizadas três imersões, na primeira delas, ocorrida na unidade pedagógica do SERTA localizada em Glória do Goitá, zona da mata de Pernambuco, foi empregada a técnica de observação assistemática ou simples definida em que, de acordo Gil (2008), o pesquisador mantém-se alheio ao grupo estudado, observa os dados de forma espontânea para depois sistematizá-los. Foi, então, possível, melhor conhecer as tecnologias, conversar com alunos, educadores e monitores.

Uma segunda imersão foi, então, realizada na unidade do SERTA de Ibimirim. Dessa vez, no entanto, optou-se pela observação participante artificial. Foi feita a opção por essa técnica, visando aproveitar a oportunidade de vivenciar experiências próximas das dos alunos. Esse tipo de observação, como aponta Gil (2008, p.103) “consiste na participação real do conhecimento na vida da comunidade, do grupo ou de uma situação determinada”. Foi possível participar do tempo comunidade (atividade em que os alunos apresentam para o coletivo as ações que promoveram, em suas comunidades, a partir das aulas), realizar incursões à caatinga, registrar as diversas tecnologias sociais expostas no pátio, conviver e conversar com alguns alunos, educadores e monitores. Foi um momento extremamente rico que possibilitou uma melhor compreensão do perfil dos alunos e professores, dos trabalhos que eles desenvolvem em suas comunidades, da proposta educacional do SERTA e também propiciou um aprofundamento da compreensão das tecnologias sociais. Na terceira imersão, realizada em Campina Grande, no estado da Paraíba, utilizou-se a observação assistemática com o objetivo de acompanhar o trabalho desenvolvido por um parceiro da organização que também é uma peça importante no desenvolvimento das tecnologias sociais do SERTA.

Dando prosseguimento aos estudos, a partir das informações obtidas na pesquisa bibliográfica, nas imersões e nas entrevistas, foi elaborado um piloto de pesquisa, cujo roteiro de entrevistas, balizou-se nos dados anteriormente coletados e também, de forma adaptada à realidade da pesquisa, nas dimensões contextuais para a orientação do desenvolvimento da tecnologia social sugeridas por Dagnino (2014). Dessa forma, quatro entrevistados foram provocados a falar sobre as seguintes questões: participantes do processo; processo de desenvolvimento; matéria prima e equipamentos e impactos da tecnologia. O piloto obteve resultados satisfatórios e, juntamente com os achados da pesquisa de campo, possibilitaram um aprofundamento do contexto e um melhor entendimento do problema, ambos fundamentais para a estruturação da pesquisa, tornando, assim, possível a clara definição dos objetivos e objeto de estudo. Após a formulação do problema e o delineamento da pesquisa, foi definida a amostra do estudo. Essa escolha foi feita com base nas informações obtidas na etapa exploratória, de forma a selecionar um grupo representativo da população. Esse, foi formado por dois pesquisadores que, em parceria com o SERTA, construíram uma aquaponia na unidade de Ibimirim e promoveram alguns cursos relacionados à atividade, e também compuseram a amostra três ex-alunos do SERTA que já haviam montado outras unidades de aquaponia. Na ocasião da entrevista com um dos egressos do SERTA, em Bethânia, foi realizada uma nova imersão, utilizando a técnica de observação participante artificial, na etapa final de um curso oferecido pelo SERTA com agricultores do interior do estado (contemplados com o projeto de construção de cisterna). Nesse evento, foi inaugurada uma aquaponia na propriedade de uma das famílias do projeto.

A etapa de análise, de acordo com Tesch (1990, *apud* GIL, 2008, p. 176), ocorre no decorrer da coleta de dados e gera o registro do processo que contribui para o desenvolvimento conceitual. Esses dados, por sua vez, não têm função apenas descritiva, mas devem promover explicações. Por fim, a compressão dos processos que envolvem o desenvolvimento das unidades de aquaponia, bem como as contribuições mútuas entre esse fazer e os processos de design foram subsidiados pelo cruzamento dos resultados das pesquisas bibliográfica e documental, das entrevistas e da observação no campo.

5. ESTUDO DE CASO

5.1. Serviço de Tecnologia Alternativa

O SERTA tem suas origens no Centro de Capacitação e Acompanhamento aos Projetos Alternativos da Seca (Cecapas). O centro funcionava em Pesqueira- PE e foi criado, em 1984, pela Confederação Nacional dos Bispos do Brasil (CCNBB) com o objetivo de minimizar os efeitos da seca na agricultura familiar e fortalecer, através das comunidades rurais, o movimento associativista do Nordeste (SANTANA, 2016). Entre os anos de 1987 e 1989, a Cecapas desenvolveu capacitações em agricultura orgânica, apicultura, piscicultura, caprinocultura, plantas medicinais e nutrição alternativa. As capacitações aconteceram por meio de mutirões e foram conduzidas por técnicos instrutores e dirigidas a agricultores locais. O centro ofereceu quatro vagas de estágio para técnicos recém-formados em agropecuária, após o período de dois meses, os estagiários voltavam para suas casas para dar oportunidade a outros quatro técnicos. Esse convívio entre estagiários e agricultores, oportunizou a ampliação do tempo de estágio, dessa forma, para alguns o estágio que seria de dois meses, transformou-se em anos (MOURA, 2015).

Atualmente, o SERTA é uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público e atua na educação profissional do campo através da pedagogia da alternância (metodologia em que os educandos permanecem um período de internato na escola e outro aplicando os conhecimentos adquiridos em suas comunidades) com enfoque na agroecologia, objetivando o fortalecimento da agricultura familiar e a promoção do desenvolvimento sustentável. A organização possui uma metodologia sistematizada para alternativa de educação nas escolas na zona rural do Agreste e na Zona da Mata de Pernambuco. A metodologia surgiu com o propósito de rompimento de paradigmas da agricultura familiar e na educação no campo com propostas de referencial teórico e metodológico balizados pelo conhecimento popular e pelos direitos da natureza. A sistematização da Proposta Educacional de Apoio ao Desenvolvimento Sustentável (PEADS), criada pelo SERTA e reconhecida pelo Ministério da Educação, teve início em 2003 e foi concluída em 2005. A metodologia é aplicada nos processos formais e não formais de educação: como escolas públicas do campo, instituições de profissionalizante e na capacitação de quilombolas, de assentados da reforma agrária de comunidades indígenas etc.

O SERTA, credenciado como instituição de ensino desde 2009 pelo Conselho Estadual de Educação de Pernambuco (CEE), no âmbito da Câmara de Educação Básica (CEB), oferece um Curso Técnico em Agroecologia. A organização atua também em processos formativos junto a agricultores familiares por meio de capacitação e de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) a famílias e propriedades rurais da agricultura familiar e da reforma agrária (SERTA, 2016 *apud* SANTANA, 2016, p.26). A atuação da escola se dá a partir de duas Unidades Pedagógicas Permacultura de Observação (UPPO), uma em Ibimirim e outra em Glória de Goitá. Nessas unidades, são desenvolvidas - pelos agricultores, alunos e profissionais - tecnologias de manejo de solo, água, animais e plantas que serão posteriormente aplicadas nas propriedades dos agricultores. Cada propriedade ao aplicar as tecnologias do SERTA, passa a também exercer, na localidade, o papel de uma UPPO. Objetiva-se através das tecnologias (somam mais de 120), reinventar realidades a partir de recursos locais. A proposta do SERTA engloba o debate sobre modelos e alternativas de desenvolvimento e de políticas destinados à geração de mudanças sociais, tendo suas atividades embasadas por contra hegemonias paradigmas filosóficos, científicos, políticos e econômicos. O reconhecimento da ciência não como fim em si, mas como meio e instrumento para promover o bem-estar da humanidade, vai de encontro ao paradigma tradicional ocidental e positivista que privilegia o conhecimento cognitivo em detrimento de valores éticos e culturais. Alicerçada a esse paradigma filosófico, a grande questão, nas ações do SERTA, não é sobre o que foi aprendido, mas sim em que se passou a acreditar. Isto significa que não se trata apenas da capacidade do aluno em aplicar a tecnologia, mas sim na crença nas suas próprias capacidades e nas potencialidades no meio onde vive (MOURA, 2015).

Também se questiona a imiscibilidade entre o método científico e a subjetividade sob o argumento de garantia de verdade e universalidade. No paradigma científico desenvolvido pela instituição, o conhecimento é utilizado, juntamente com a cultura e com a subjetividade do ser humano, como ferramenta para melhorar a relação com entorno

e com a natureza. Segundo Moura (20015), esse posicionamento diante da ciência parte do pressuposto de que apenas a detenção do conhecimento pelos alunos e agricultores não é capaz de produzir mudança efetiva frente às resistências culturais, psicológicas e financeiras. É preciso uma visão da ciência que estabeleça outra relação com o meio ambiente, imbuída de cultura, história e política. Para a reconstrução de paradigmas, na educação no campo, defende-se como fator indispensável a mudança cultural, considerando que as interpretações e significados atribuídos, pela cultura dominante, ao campo influenciaram sobretudo a educação. Também exige a compreensão da parcialidade da ciência e de sua participação na construção histórica de grupos privilegiados e de grupos marginalizados (MOURA, 2015).

As tecnologias sociais fazem parte da filosofia da educação no campo, portanto, seguem a lógica de criação colaborativa, de aprendizagem a partir das realidades locais e principalmente de aproveitamento das potencialidades do semiárido.

5.2. Aquaponia

A origem da aquaponia não é precisa, no entanto, há evidências da utilização dessa técnica, nos séculos XII e XIII, no México, onde os astecas desenvolveram a agricultura sobre as chinampas (ilhas flutuantes construídas de madeira, folhas, galhos e lama), também, na China e na Tailândia, o mesmo princípio foi utilizado na criação de peixes no arrozal (RICHARDS, 2014; JENNINGS, 2002). A entrada de insumos mais relevante no sistema de aquaponia (Figura 1) é o fornecimento de ração aos peixes, que produzem excretas ricos em amônia, essa substância é tóxica para o animal, contudo, são transformadas em nitrito e nitrato, pelas bactérias geradas nos filtros, e servem de nutrientes para as plantas, que por sua vez, filtram a água através de suas raízes. Assim, a água retorna não tóxica para o tanque dos peixes.



Figura 1: Sistema de aquaponia. FONTE: a autora (2020).

Nessa tecnologia, a água com os resíduos produzidos pelos peixes passa, primeiramente, por um filtro de partículas sólidas (constituídos por brita, seixo, resto de cerâmica, argila expandida, dentre outros) onde ocorre o processo de filtragem mecânica, nessa etapa, os resíduos gerados podem ser reaproveitados como biofertilizante. Há uma segunda etapa de filtragem, a bioquímica, em que as colônias de bactérias presentes nesse filtro, transformam a amônia (derivada dos excretas dos peixes) em nitrito e nitrato, que por sua vez, nutrem as plantas. A água, agora filtrada e livre da amônia, retorna para o tanque dos peixes. O sistema aquapônico apresenta um processo cíclico, de circulação fechada e de simbiose entre planta, bactéria, o que garante o equilíbrio nesse meio.

A adoção, pelo SERTA, do sistema de aquaponia como tecnologia social foi resultado de um esforço de diferentes organizações. A construção do primeiro protótipo aconteceu, em parceria com colaboradores do Instituto Federal da Paraíba, na semana tecnológica, uma atividade promovida, na escola, em que durante cinco dias são criadas, aprimoradas ou adaptadas algumas tecnologias sociais em conjunto com alunos, técnicos e professores. Outros importantes parceiros do SERTA, na elaboração desse sistema, foi o Ecolume, projeto financiado pelo CNPq e construído em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), com a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e com o Instituto Nacional do Semiárido (INSA). Entre outras atividades realizadas pelo projeto, houve a criação de um protótipo de aquaponia integrado a um sistema agrovoltáico em que há o aproveitamento de uma mesma área para geração de energia solar e de cultivo de agrícola. Então, nessa unidade, as placas solares, além de produzirem energia para alimentar o sistema, cujo excedente energético é direcionado para abastecer a escola, possibilitam a captação da água da chuva para a alimentação do tanque dos peixes. Também foi experimentada, no SERTA, outra solução, fundamentada nessa proposta de aproveitamento do espaço, foi posto um galinheiro sob a aquaponia. Dessa forma, em um mesmo local, pode haver produção de energia, captação e aproveitamento da água da chuva, cultivo agrícola e de duas fontes de proteína animal, peixes e galinhas.

Nas imersões, foi possível perceber outras adaptações feitas pelos agricultores, como por exemplo, a substituição dos canos de PVC por garrafas PET. Nesse caso, houve mudanças significativas no projeto inicial, pois ao utilizar garrafas PET, foi preciso alterar o local dos filtros de partículas sólidas e o biológico, eles passaram a ocupar o mesmo espaço (dentro da garrafa), enquanto no projeto inicial, eles se encontram em espaços diferentes.

6. RESULTADOS E ANÁLISES

A partir da pesquisa, foi possível constatar a existência de um modelo de sistema de aquaponia adotado pelo SERTA - que funciona a partir dos princípios de reaproveitamento de matéria orgânica, recirculação da água e filtragem da mesma pelas plantas - porém, as adaptações, através do uso de materiais disponíveis na propriedade, são estimuladas a fim de baratear o custo da unidade e reutilizar materiais que seriam destinados ao lixo. Essas adaptações são facilmente realizadas pelos técnicos, que apresentaram pequenas queixas apenas na etapa de ajuste da base feita de cavalete de madeira.

Por ser a aquaponia um sistema de cultivo que não utiliza o solo, existe um estranhamento inicial dos alunos e dos agricultores em relação ao sistema. No entanto, essa dificuldade é superada através da visualização da unidade aquapônica em funcionamento e de seus resultados.

Sobre a dinâmica de aprendizado dos conceitos, funcionamento e montagem do sistema, foi possível aferir que ela acontece a partir das etapas teórica e prática, sendo dedicada a maior parte do tempo a última. A etapa teórica é composta principalmente por recursos visuais como vídeos e fotos. O registro escrito diz respeito basicamente às medidas técnicas como nível, altura de cano, corte da madeira etc. A priorização do conteúdo prático e dos recursos visuais (fotos e vídeos) torna o processo de aprendizagem mais democrático o que converge com as características da tecnologia social definidas por Dagnino, Brandão e Novaes (2004).

O processo de reaplicação da aquaponia é realizado de forma colaborativa, através de mutirões formados pelos técnicos, pelos alunos egressos do SERTA e pelos agricultores que implementam a tecnologia na sua propriedade. A organização disponibiliza as ferramentas utilizadas na construção do sistema e o manejo delas é desenvolvido, pelos alunos e técnicos, durante o curso de agroecologia e nas demais atividades da escola. O agricultor e sua família participam de todo o processo de montagem da unidade, o que possibilita a apropriação do conhecimento referente ao sistema e à utilização dos equipamentos. Esse processo de inclusão dos agricultores, no desenvolvimento da tecnologia,

permite a conquista da autonomia para realizar manutenções, resolver possíveis problemas e efetuar adaptações e melhorias nas unidades de aquaponia.

Tanto o processo de aperfeiçoamento do sistema quanto a resolução das dúvidas são viabilizados pelas redes sociais. Existem grupos sobre aquaponia entre os alunos e parceiros do SERTA e também grupos nacionais. Nesses grupos, são compartilhadas experiências, dúvidas e melhorias desenvolvidas.

A aquaponia é entendida pelos técnicos, professores e pesquisadores com um laboratório, como um sistema em construção e em fase de aperfeiçoamento, no entanto, já é reconhecida como potencial para atender às famílias do semiárido por gerar produção agrícola orgânica com pouca água, e sem a necessidade de grandes lotes de terra. Também é um sistema de autossuficiência familiar, para se conseguir maior retorno financeiro, é preciso maiores investimentos.

Existe, entre os alunos e técnicos do SERTA, um forte reconhecimento da importância da organização e do trabalho de seus educadores na quebra dos paradigmas socioculturais relacionados ao semiárido, estando o processo de desenvolvimento da tecnologia embebido nessa percepção. Ou seja, através da implementação da tecnologia e de seus consequentes resultados, esses atores percebem as potencialidades do semiárido, visualizam estratégias de convivência com a região, rompem com alguns estigmas sobre a seca, e passam a ter um outro olhar de valorização e orgulho sobre sua terra.

Durante a realização da pesquisa foi possível constatar que a aquaponia estudada é construída através de um processo colaborativo e que essa vivência dos alunos e agricultores com o processo de construção, e não somente com o produto final, favorece um melhor entendimento da tecnologia e possibilita, assim, a apropriação do conhecimento. A adoção da dimensão processual pelo desenvolvimento da tecnologia social é trabalhada na adequação sociotécnica proposta por Renato Dagnino, segundo o qual a tecnologia é mais do que um produto final, mas sim um processo de construção social, por isso deve considerar as interações entre os atores envolvidos (BRANDÃO, 2001; DAGNINO, BRANDÃO E NOVAES, 2004).

O agricultor, ao se apropriar do conhecimento, além de conquistar autonomia para realizar a manutenção e resolver possíveis problemas no sistema, também pode se tornar um agente multiplicador da tecnologia. O agricultor, então, reconhece sua potencialidade produtiva tecnológica e de transformação da realidade. Ele passa da posição de vítima para protagonista. A apropriação do conteúdo também é condição para que sejam realizadas as adaptações no sistema. É o acúmulo do conhecimento que permite que o técnico ou o aluno identifique, no local a ser instalada a aquaponia, que materiais podem ser reaproveitados de forma a diminuir o custo de produção e contribuir com a preservação ambiental. O sistema de aquaponia tem um papel também didático e pedagógico, pois mostra que é possível aproveitar as potencialidades locais para promover o desenvolvimento sustentável. Proporcionando, dessa forma, mudanças comportamentais essenciais, que segundo Manzini (2008), são viabilizadas através dos processos de inovação social.

O desenvolvimento de tecnologia social do SERTA tem caráter processual, contínuo, horizontal e é realizado a partir das realidades locais, essas características influenciam no envolvimento, do técnico ou aluno, referente às questões culturais, o que possibilita mudanças comportamentais e quebra de paradigmas. Essa lógica que também compõe a metodologia de educação no campo utilizada pela escola, acolhe a subjetividade e utiliza a ciência como ferramenta a favor do bem-estar humano. Esse pensamento pode ser absorvido pelo campo do design, considerando os novos caminhos sustentáveis que veem sendo traçados pela área. Conforme Manzini (2008), as iniciativas locais têm papel singular no processo de aprendizagem social.

Como sugestão para a realização de estudos futuros, sugere-se um maior aprofundamento na relação estabelecida entre a tecnologia social e o usuário para aprimorar entendimento sobre o perfil do usuário e os impactos da tecnologia em sua vida.

7. CONCLUSÃO

Este estudo buscou, sob a ótica do design e da tecnologia social, aprofundar o debate sobre os caminhos para promover transformações sociais. A análise do processo de desenvolvimento do sistema de aquaponia, praticado pelo SERTA, possibilitou a compreensão do conceito de tecnologia social adotado pela organização e o registro dos processos de desenvolvimento, apropriação e adaptação da tecnologia.

Foi possível constatar que a filosofia que guia a metodologia de educação no campo desenvolvida pelo SERTA, também é fator condutor para a lógica de criação colaborativa da tecnologia e da aprendizagem, nelas são observadas essencialmente as realidades locais de forma a reconhecer suas potencialidades e utilizá-las da melhor forma. Para isso, é fundamental a integração dos atores nos processos que envolvem a implementação da tecnologia.

A inclusão dos usuários nas etapas processuais do desenvolvimento, assim como a construção colaborativa da tecnologia, é comum à prática do SERTA e às práticas do design para sustentabilidade. Essa integração dos atores nos processos de construção da tecnologia, permite que haja a apropriação do conhecimento, a reaplicação do sistema e, conseqüentemente, a conquista de autonomia pelos atores envolvidos.

A proposta de inserir a dimensão processual no desenvolvimento de tecnologia social converge com o momento mais recente no design para incluir os usuários no processo de desenvolvimento, em ambos, são valorizadas as pessoas e também a subjetividade. Por sua vez, o design pode contribuir, estrategicamente, com ferramentas de criação colaborativa nos processos interdisciplinares de desenvolvimento de tecnologia social considerando os diferentes atores. Assim como também pode colaborar com a comunicação entre os agricultores e a tecnologia social de maneira a oportunizar a crença nas mesmas.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi financiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

REFERÊNCIAS

- BARBIERI, José Carlos. Sistemas tecnológicos alternativos. *Revista de Administração de Empresas*, v. 29, n. 1, p. 35-45, 1989.
- BONSIEPE, Gui. *Design, cultura e sociedade*. Editora Blucher, 2013.
- BRANDÃO, Flávio Cruvinel. *Programa de Apoio às Tecnologias Apropriadas - PTA: avaliação de um programa de desenvolvimento tecnológico induzido pelo CNPq*. 2001. 171p. Dissertação (Mestrado de Política e Gestão de Ciência e Tecnologia) - Centro de Desenvolvimento Sustentável. Brasília: Universidade de Brasília, 2001.
- DAGNINO, R. *Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade*. Campinas: Komedi, 2010.
- DAGNINO, Renato *et al.* *Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social*. Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, p. 65-81, 2004.
- DE MORAES, Dijon. *Análise do design brasileiro: entre mimese e mestiçagem*. Editora Blucher, 2006.
- DICKSON, David. *Tecnología alternativa y políticas del cambio tecnológico*. H. Blume, 1978.
- EHN, P. Participation in Design Things. In: *Participatory Design Conference*, 30 September–4 October, Bloomington. Proceedings... New York: ACM, 2008, p.92–102
- GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.
- INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL. Reflexões sobre a construção do conceito de tecnologia social. In: *Tecnologia Social: uma estratégia para o desenvolvimento*, Fundação Banco do Brasil - Rio de Janeiro, 2004, p. 117-134.
- LAVILLE, C.; DIONNE, J. *A construção do saber*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.
- MANZINI, E., VEZZOLI, C. *O desenvolvimento de produtos sustentáveis*. São Paulo: EDUSP, 2011.

- MANZINI, Enzo. **Design para a Inovação Social e Sustentabilidade**: comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais. Rio de Janeiro: E-papers, 2008.
- MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo Arnaldo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis**. Os requisitos ambientais dos produtos industriais. Edusp, 2002.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed.-São Paulo: Atlas, 2003.
- MERONI, A. 2007. **Creative Communities**: People inventing sustainable ways of living. Milano, Edizioni Polidesign, 182 p. Disponível em: www.sustainable-everyday.net. Acesso em 16 de julho de 2019.
- MEZZACAPPA, G.; ZANIN, M. Uma revisão históricoconceitual sobre a tecnologia social. In: HOFFMANN, W.; MIOTELO, V.; PEDRO, W. (eds.). **Tecendo a interdisciplinaridade no campo CTS**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2012.
- MOURA, Abdalaziz de. **Uma filosofia da Educação do Campo que faz a diferença para o campo**. Edição comemorativa dos 25 do SERTA - Serviço de Tecnologia Alternativa. Recife: Via Design Publicações, 2015.
- MOURA, Abdalaziz de. **Princípios e Fundamentos da Proposta Educacional de apoio ao Desenvolvimento sustentável**. Uma proposta que revolucionou o papel da escola diante das pessoas, da sociedade e do mundo. 2 ed. Glória do Goitá/PE: SERTA, 2003. 210p.
- PAPANEK, Victor; FULLER, R. Buckminster. **Design for the real world**. London: Thames and Hudson, 1971.
- RICHARDS, A. Aquaponia em Casa. Canadá: Babelcube INC, 2014.
- RODRIGUES, Ivete; BARBIERI, José Carlos. A emergência da tecnologia social: revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável. **Revista de Administração Pública**, v. 42, n. 6, p. 1069-1094, 2008.
- RTS. **Rede de Tecnologia Social**. Relatório de 6 Anos da RTS: abril de 2005 a maio de 2011. 2012.
- SANDERS, Elizabeth B.-N.; STAPPERS, Pieter Jan. **Co-creation and the new landscapes of design**. Co-design, v. 4, n. 1, p. 5-18, 2008.
- SANTANA, P. **Avaliação do impacto e do retorno econômico em projetos sociais**: a experiência da formação técnico-profissional em agroecologia ministrada pelo Serviço de Tecnologia Alternativa (Serta) no Estado de Pernambuco. Dissertação (Mestrado em Gestão do Desenvolvimento Local Sustentável) – Faculdade de Ciências da Administração de Pernambuco, Universidade de Ensino Superior da Universidade de Pernambuco. Recife, p.179. 2016.
- SCHUMACHER, Ernst Friedrich. **O negócio é ser pequeno (Small is beautiful)**. Um Estudo de Economia que leva em conta as pessoas, v. 4, 1983.
- SOUZA, P. **Sustentabilidade e responsabilidade social no design do produto**: rumo à definição de indicadores. Tese de Doutorado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- THOMAS, Hernán. **Tecnologías para la inclusión social y políticas públicas en América Latina**. Tecnologías sociais: caminhos para a sustentabilidade, 2009.
- YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.