ARTIGO

Interação entre Universidade e Comunidade proposição de programa de estudos em Tecnologia Social e Agroecologia

Daniel Albiero ¹
Gastão Bosco Rodrigues ²
Rafaela Paula Melo ³
Vanilde Ferreira de Souza-Esquerdo ^{4*}

¹ Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil. E-mail: daniel.albiero@gmail.com

² Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil. E-mail: gastao@unicamp.br

³ Instituto de Desenvolvimento Rural/UNILAB, Ceará, Brasil. E-mail: rafinha2708@gmail.com

⁴ Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil. E-mail: vanilde@unicamp.br

* autor correspondente

RESUMO

A agricultura familiar representa a maior parte das propriedades rurais do Brasil e devido às suas características intrínsecas o mais adequado sistema produtivo para estas é o Sistema de Produção Agroecológico (SPA). No entanto, esta categoria de agricultores e este tipo de sistema de produção não possuem acesso às tecnologias que possibilitem aumentar a eficiência do trabalho, e quando tem acesso, estas tecnologias não são adequadas e adaptadas para as especificidades das condições sociais, ambientais e econômicas. Neste contexto um excelente viés para desenvolver tecnologias adequadas e que sejam apropriadas pelos agricultores familiares são as tecnologias sociais. O objetivo deste trabalho é apresentar diversos exemplos de tecnologias sociais desenvolvidas focando na agricultura familiar agroecológica direcionando a discussão para lacunas de pesquisa prementes. São descritos os métodos adotados e os atores sociais envolvidos que tomaram parte no desenvolvimento de máquinas e alguns sistemas de energia renováveis. Por fim é apresentado um programa de estudos sobre temas importantes solicitados pelos agricultores familiares agroecológicos, estes temas são definidos e descritos em função da interpelação entre o desenvolvimento atual e a interface com a agricultura familiar.

PALAVRAS-CHAVE

Tecnologia social; Agroecologia; Métodos de projeto.

Interaction between University and Community proposal for a study program in Social Technology and Agroecology

ABSTRACT

Family farming represents the majority of rural properties in Brazil, and due to its intrinsic characteristics, the most suitable production system for these is the Agroecological Production System (SPA). However, this category of farmers and this type of production system do not have access to technologies that make it possible to increase work efficiency. When they have access, these technologies are not suitable and adapted to the specifics of social, environmental, and economic conditions. In this context, an excellent bias to develop suitable technologies appropriated by family farmers in the social Technologies. This work aims to present several examples of social technologies developed, focusing on agroecological family farming. The methods adopted and the social actors involved in the development of machines and renewable energy systems are described. Finally, a program of studies on pressing themes and requested by agroecological family farmers is presented. These themes are defined and described according to the interpellation between current development and family farming interface.

KEYWORDS

Social technology; Agroecology; Design methods.

Submetido em: 31/08/2020 – **Aprovado em:** 12/04/2021 – **Publicado em:** 19/04/2021

Este é um artigo publicado em acesso aberto sob uma licença Creative Commons
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

1 INTRODUÇÃO

A agricultura familiar é uma categoria importante não apenas no Brasil como também no mundo. Diversas pesquisas apontam para o grande contingente desta categoria do meio rural, e também demonstram sua importância social, econômica e que garante a segurança alimentar da população (Wanderley, 2000; Souza-Esquerdo e Bergamasco, 2014; Souza-Esquerdo et al., 2015; Van Vliet et al., 2015; Lowder, Scoet, Raney, 2016; Schneider, 2016; Delgado e Bergamasco, 2017; FAO, 2019). O Censo Agropecuário Brasileiro (IBGE, 2019) mostrou, mais uma vez, que a maioria dos estabelecimentos rurais do país pertence à categoria agricultura familiar, representando 77% dos estabelecimentos, ocupando apenas 23% das áreas.

Apesar de serem a maioria no meio rural, poucas são as propriedades familiares que possuem acesso a tecnologias, especialmente às tecnologias adaptadas às suas condições sociais, econômicas e ambientais. Trata-se de um gargalo existente para este segmento do meio rural, que pode ser solucionado aliando a pesquisa e a extensão. Ao se conhecer as reais necessidades dos agricultores familiares, por meio de projetos de extensão com o uso de metodologias participativas, pesquisadores podem, em conjunto com os agricultores, diagnosticar um determinado problema e juntos proporem e desenvolverem as melhores tecnologias para a sua realidade. Quando uma tecnologia é pensada em conjunto, com participação das partes envolvidas, a denominamos de tecnologia social, ou seja: “um conjunto de técnicas, metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para a inclusão social e melhoria das condições de vida” (ITS - Instituto de Tecnologia Social, 2004, p. 130).

Embora a tecnologia social gere um produto, o foco desta inovação está no processo, isto é, na forma como foi desenvolvida, propiciando a participação e o envolvimento dos interessados para que o produto final os possa beneficiar. O conceito de tecnologia social surgiu como uma crítica à tecnologia convencional, aquela cujo objetivo maior é o lucro, podendo contribuir para a exclusão de grande parte da população (Dagnino, 2013).

A agricultura familiar é um ambiente propício para o desenvolvimento de tecnologias sociais, pois os agricultores, pelas suas práticas cotidianas e por sua sabedoria são, por si só, inovadores. Alguns trabalhos (Serafim; de Jesus; Faria, 2013; Tait; Neves; Gonçalves, 2020) identificaram a convergência entre os temas agricultura familiar, agroecologia e tecnologia social. Este nosso trabalho caminha nesta direção, porém com

a apresentação de algumas tecnologias sociais que foram desenvolvidas no âmbito do Curso de Extensão Rural Agroecológica da Universidade Federal do Ceará.

A agricultura familiar ao utilizar menores áreas, ser mais diversificada e integrar a produção vegetal à animal, é considerada o *locus* ideal para o estabelecimento de agricultura de base sustentável (Carmo, 1998), tendo a agroecologia como a ciência que rege as mais variadas formas deste tipo de agricultura. Neste sentido, Albiero et al. (2015) afirmam que o Sistema de Produção Agroecológico (SPA) seria o mais adequado à agricultura familiar, pois ao utilizar menos área para produzir produtos de valor agregado elevado em termos sociais, ambientais e culturais possibilita uma relação custo/benefício que vai muito além do valor econômico-financeiro. Neste contexto de eficiência dos sistemas de produção agroecológicos, a agricultura familiar, por sua característica de uso de pouca terra precisa de tecnologias que possibilitem otimizar seus recursos (produtivos e humanos), tais ações estão ligadas ao conceito de eficiência no uso da energia (Albiero et al., 2019; Albiero, 2019; Albiero et al., 2015; Melo et al., 2019; Vogt et al., 2018).

Ao associar a agricultura familiar à agroecologia outros parâmetros são exigidos, como a construção conjunta entre técnicos e agricultores das soluções tecnológicas, conhecimento elaborado tanto pela via tradicional-tecnológico como social-gerencial, além de ser primordial a apropriação deste conhecimento pelos atores envolvidos na execução do sistema (Albiero et al., 2015).

Neste ponto do texto é preciso definir claramente eficiência: “é a energia que sai pela energia que entra”. Tecnicamente este conceito se liga à segunda lei da termodinâmica que expressa a realidade científica e experimental que todo sistema no universo dissipa energia em formas não úteis, aumentando a entropia (Wylen et al., 1995). Assim ao se fazer a relação entre a quantidade de energia útil (energia que sai) e o total de energia de um sistema (energia que entra) tem-se uma eficiência sempre menor do que 100% (Albiero et al., 2015). Em geral em sistemas agrícolas esta eficiência é baseada em uma transformação energética, de uma de fonte (sol, petróleo, vento, água, nutrientes) para um produto (biomassa animal e vegetal), por exemplo energia radiante do sol em biomassa vegetal (Albiero, 2010), neste caso a eficiência da fotossíntese na produção primária é menor do que 10%, na cana-de-açúcar chega a 8%, no milho 2% (Odum e Barret, 2007).

Desta feita, supõe-se que ao se dotar a agricultura familiar de novos sistemas tecnologicamente eficientes, dentro da lógica da Agroecologia e da Tecnologia Social, é possível construir um novo paradigma onde haja aumento de renda das famílias envolvidas sem danos ao ambiente, possibilitando sustentabilidade (Albiero et al., 2012, 2019; Albiero et al., 2015; Araújo Batista et al., 2017) com a manutenção dos jovens no campo (Albiero et al., 2019; Araújo Batista et al., 2017).

Pelo exposto, o objetivo deste trabalho é apresentar exemplos de soluções tecnológicas dentro da lógica da Agroecologia e da Tecnologia Social para aumento da eficiência dos SPAs e propor um programa de estudos que aborde lacunas de pesquisa identificadas pelos pesquisadores e pelos agricultores familiares, conclamando assim a comunidade científica nacional a se engajar neste primordial desafio que é propor novas alternativas de produção às vigentes. Os exemplos aqui apresentados são resultado de ações de

pesquisa e extensão cuja metodologia foi baseada na pesquisa-ação “tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos do modo cooperativo ou participativo.” (THIOLLENT, 2005, p. 14). Ou seja, trata-se de uma metodologia de investigação que busca uma relação dialógica entre as partes a partir do envolvimento e da participação dos pesquisadores e dos pesquisados (TRIPP, 2005). Os exemplos de soluções tecnológicas a partir da Agroecologia e da Tecnologia Social relacionados às Figuras 1, 2 e 3 seguiram as seguintes etapas para o seu desenvolvimento: a) Diagnóstico da situação-problema a ser resolvida; b) Planejamento da ação; c) Desenvolvimento e monitoramento da ação; d) Avaliação do processo. Importante frisar que todas essas etapas contaram com a participação dos pesquisadores e dos agricultores.

2 AGROECOLOGIA E TECNOLOGIAS SOCIAIS: TEMAS CONVERGENTES

Os mais recentes trabalhos em torno do termo Agroecologia, a definem como uma ciência, como um conjunto de práticas e como um movimento social (Rosset et al., 2020; Gliessman, 2018; Wezel, 2009).

Em seu uso contemporâneo, a Agroecologia é conhecida como a ciência que estuda e tenta explicar o funcionamento dos agroecossistemas em seus mecanismos, funções, relações e aspectos biológicos, biofísicos, ecológicos, sociais, culturais, econômicos e políticos; como um conjunto de práticas que permitem uma agricultura mais sustentável, sem o uso de produtos químicos perigosos; e como um movimento que busca tornar a agricultura mais ecologicamente sustentável e mais socialmente justa (Rosset et al., 2020; Rosset e Altieri 2017; Wezel et al. 2009).

Gliessman (2018) define que agroecologia é a integração de pesquisa, educação, ação e mudança, que traz sustentabilidade a todas as partes do sistema alimentar: ecológico, econômico e social; que a agroecologia é transdisciplinar na medida em que valoriza todas as formas de conhecimento e experiência na mudança do sistema alimentar; que a agroecologia é participativa na medida em que requer o envolvimento de todas as partes interessadas, desde a fazenda até a mesa e todos os demais; que a agroecologia é orientada para a ação porque confronta as estruturas de poder econômico e político do sistema alimentar industrial atual com estruturas sociais alternativas e ação política cuja abordagem é baseada no pensamento ecológico, onde uma compreensão holística em nível de sistema e de sustentabilidade do sistema alimentar é necessária.

A agroecologia como ciência e movimento foi construída em resposta aos princípios da Revolução Verde, de que a genética das culturas e a aplicação de produtos químicos sintéticos em plantações de monocultura seriam a forma mais eficiente de produzir alimentos (Rosset et al., 2020; Rosset e Altieri, 2017).

Para Sevilla Guzmán e Ottmann (2004), os elementos centrais da agroecologia podem ser agrupados em três dimensões: ecológica e técnico-agronômica; socioeconômica e cultural; e sociopolítica. Essas dimensões não são isoladas. Na realidade, elas se entrecruzam, influem uma à outra, de modo que estudá-

las e propor alternativas supõe necessariamente, uma abordagem inter, multi e transdisciplinar, razão pela qual os agroecólogos e seus pares lançam mão de ensinamentos da Física, da Economia Ecológica e Ecologia Política, da Agronomia, da Ecologia, da Educação e Comunicação, da História, da Antropologia e Sociologia, para ficarmos em alguns dos aportes dos diferentes campos de conhecimento (Caporal, 2008).

O pensamento agroecológico sintetizado por León Sicard (2009), resulta de fusões entre cientistas, que buscam estudar a integralidade dos ecossistemas, produtores, que incluem práticas agrícolas que tendem a conservar os recursos naturais e garantir a qualidade dos alimentos produzidos, e movimentos sociais, que se baseiam nos postulados éticos de a ciência agroecológica para reivindicar processos de equidade, solidariedade e até competitividade com igualdade, que compartilham entre si vários fundamentos filosóficos e éticos de respeito à vida.

Neste sentido, temas como Agroecologia e Tecnologia Social se convergem, pois não se pode pensar em tecnologias que sejam criadas sem agregar o conhecimento local, sem respeitar a cultura de determinada população. Assim, Tecnologia Social se alinha à temática do desenvolvimento rural, tanto pela crítica aos problemas sociais gerados pelo capitalismo, como, pela crítica a sua insustentabilidade ambiental. Além disso, as discussões sobre o desenvolvimento rural, durante a década de 1990 marcaram a diferenciação entre a agricultura familiar (geralmente, pequena) e a grande agricultura – elemento essencial para mostrar a importância de se desenvolver políticas públicas para a agricultura familiar. A Agroecologia também se posiciona criticamente contra os problemas gerados pelo capitalismo, destacado que o modelo da grande agricultura, com seus objetivos de lucro, não se alinha à proposta de sustentabilidade.

Em contraposição, são os agricultores familiares que vêm se dedicando a desenvolver práticas agrícolas alternativas, que se alinham à proposta de uma sociedade sustentável (sob a perspectiva econômica, ambiental, social, etc.) (Tait; Neves; Gonçalves, 2020) frente à sociedade pouco sustentável que o sistema capitalista fomenta baseada no individualismo, na competitividade e na busca pelo lucro sem preocupações de ordem social, ambiental ou cultural. Neste contexto, e dentro da perspectiva agroecológica, Altieri (2004, 1989) afirma que a agricultura sustentável compreende a busca de rendimentos duráveis, em longo prazo, por meio do emprego de tecnologias de manejo ecologicamente adequados, possui como objetivo maior, a manutenção da produtividade agrícola com a obtenção de retornos econômicos ajustados à meta de redução da pobreza, respondendo às necessidades sociais das populações rurais, com o mínimo possível de impactos ambientais (Silva, 2016).

Toda tecnologia é intrinsecamente ligada ao processo histórico, político, cultural e econômico no qual se insere, sendo assim, socialmente concebida e desenvolvida (Almeida, 2001); não é neutra, e incorpora conjuntos de valores e interesses que a justificam e fundamentam e, no sistema capitalista, a tecnologia cumpre entre outras funções um papel de dominação social (Serafim; de Jesus; Faria, 2013)

Serafim; de Jesus; Faria (2013) questionam que se toda tecnologia é socialmente construída, o que significa então “Tecnologia Social”? No que para Dagnino et al. (2004a) a Tecnologia Social “não deve – e nem precisa – ser entendida como um conceito”. A expressão “Tecnologia Social” remete a um projeto

particular de desenvolvimento tecnológico, cuja função é fomentar o processo de desenvolvimento econômico, político e cultural, enfim, um processo particular de desenvolvimento social e que as experiências concretas de Tecnologia Social devem vislumbrar uma determinada “transformação social” que permita a superação da sociabilidade capitalista. Nesse sentido, a TS não é um “fim em si”, mas “uma ferramenta para construir outra sociedade” (Serafim; de Jesus; Faria, 2013).

Rutkowski (2005) traz a Tecnologia Social como um conjunto de técnicas e procedimentos, associados às formas de organização coletiva, que representa soluções para inclusão social e melhoria da qualidade de vida. Uma tecnologia de produto ou processo que de maneira simples e de fácil aplicação e reaplicação, com baixo custo e uso intensivo de mão-de-obra, tem impacto positivo na capacidade de resolução de problemas sociais. Uma tecnologia que depende tanto de conhecimentos gerados e difundidos na comunidade, os chamados conhecimentos populares, como daqueles técnico-científicos, desenvolvidos no ambiente acadêmico. Em suma, tecnologias sociais dizem respeito aos processos que visem não apenas à busca por modernos conhecimentos, como também à superação das desigualdades na distribuição da riqueza e da pobreza (Rutkowski, 2005).

Para Bava (2004) a Tecnologia Social é mais do que a capacidade de implementar soluções para determinados problemas, pode ser vista como métodos e técnicas que permitam impulsionar processos de empoderamento das representações coletivas da cidadania para habilitá-las a disputar, nos espaços públicos, as alternativas de desenvolvimento que se originam das experiências inovadoras e que se orientam pela defesa dos interesses das majorias e pela distribuição de renda.

Assim, Tecnologia Social, Agricultura Familiar e Agroecologia são temas que possuem diversas convergências, uma vez que a Tecnologia Social contribui com diminuição de desigualdades socioeconômicas e a promoção da Segurança Alimentar e Nutricional, a agricultura familiar é reconhecida como o segmento desejado para materializar essas propostas e podendo a Agroecologia ser o elemento de ligação entre ambas (Serafim; de Jesus; Faria, 2013).

3 EXEMPLOS DE TECNOLOGIAS SOCIAIS NA INTERAÇÃO UNIVERSIDADE-COMUNIDADE

Neste tópico são apresentados exemplos práticos de Tecnologias Sociais com enfoque no desenvolvimento de um novo paradigma na área de projetos de infraestrutura rural (máquinas, irrigação, construções rurais, energia na agricultura, armazenagem, pós colheita, etc.), paradigma este assentado na efetiva participação dos atores sociais na conceituação e construção do conhecimento e das tecnologias que devem ser apropriadas pelos mesmos como co-autores das invenções.

Em relação a máquinas agrícolas agroecológicas desenvolvidas dentro da lógica de Tecnologia Social, Albiero et al. (2011) apresentam metodologias baseadas nas técnicas de engenharia de produção e

engenharia mecânica adaptada para uso interativo e participativo entre técnicos e agricultores familiares a fim de desenvolverem juntos inovações em máquinas agrícolas (Figura 1).

A técnica da matriz morfológica Figura 1 (a) usa o ordenamento sistemático de possíveis soluções para cada subsistema necessário em uma proposta de solução de um problema técnico (Pahl et al., 2005). Inicialmente uma matriz é gerada aonde as linhas são os subsistemas e as colunas são as hipóteses de solução que resolvem o problema. No método convencional, uma equipe de especialistas se reúne e começa a sugerir alternativas de solução para cada subsistema, após a geração de muitas hipóteses de solução para cada subsistema é realizada em consenso a escolha da solução parcial para cada subsistema, ao final tem-se um caminho ótimo na matriz que representa a solução otimizada do problema geral. A principal modificação desta técnica em relação ao uso com agricultores é que os próprios agricultores participavam das sugestões de soluções e na definição do caminho ótimo (Albiero et al., 2011).

Já a espiral de projeto, Figura 1 (b), tem outra dinâmica, várias instâncias no desenvolvimento do projeto são elencadas e uma ideia inicial é acionada para girar as espirais do projeto, em cada volta, todas as instâncias são acionadas e novas considerações são tomadas, quanto mais internamente à espiral o projeto se desenrola mais detalhado ficam as considerações, dimensionamentos e cálculos até o centro onde o cálculo de custos pode ser empreendido (Burgos, 2008). Na adaptação para uso em projetos agroecológicos tanto a ideia inicial como todos os detalhamentos subsequentes são realizados conjuntamente com os usuários finais, no caso os agricultores (Albiero et al., 2011).

Prado et al. (2011) fizeram um diagnóstico sobre as necessidades de uma comunidade religiosa em Atibaia-SP, onde a propriedade se encontrava em região muito acidentada (declividade acima de 20%). A partir deste diagnóstico determinou-se que o maior interesse era para um sistema de distribuição de composto orgânico que utilizasse tração animal, a partir desta definição foram realizadas reuniões com as agricultoras que participaram concretamente da metodologia de engenharia matriz morfológica juntamente com técnicos, desta feita a nova máquina foi elaborada conceitualmente e ao final dimensionada e projetada segundo os ditames das agricultoras

Nadai (2017) estudou a produção agroecológica e a mecanização utilizada em atividades hortícolas e comprovaram a necessidade de desenvolvimento de máquinas que se adequem às necessidades do agricultor, são apresentadas as máquinas agrícolas em uso, que na verdade são as mesmas utilizadas em produções convencionais com as mesmas técnicas e procedimentos como: trator a combustão interna, rotoencanteirador, roçadora, grade aradora e carreta agrícola. A autora afirma que a mecanização agrícola é um dos grandes gargalos para a produção agroecológica.

Lopes et al. (2018) apresentam modelos agroecológicos sucessionais com foco na utilização de máquinas agrícolas, visando facilitar o trabalho, aumento da produtividade, redução do uso de adubos químicos, aumento da biodiversidade local e, conseqüentemente, o não uso de agrotóxicos. Os autores utilizaram um trator, grade de 12 discos, caçamba, concha para pegar os insumos, encanteiradeira,

perfuratriz e triturador de matéria orgânica, a principal diferença do uso corrente destas máquinas foram o uso de insumos orgânicos.

Figura 1. Adaptações das metodologias Matriz morfológica (a) e Espiral de projeto (b)

Matriz 1 - Matriz Morfológica da Colhedora de Babaçu. Fase 1. Conceito Preliminar.

Componentes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sistema de corte	Lâmina (facão)	Corrente dentada (motosserra)	Gancho (foice)	Serra circular	fresa	Serra linear	Laser	Tesoura				
Sistema de elevação	Escada (homem sobe)	Hidráulico/cilindro	Pneumático/cilindro	Motor elétrico + rosca	eletroimã	Roldanas + cordas	Motor hidráulico + rosca	Homem escalando				
Energia	manual	Combustão interna	elétrica	hidráulica	eólica	Animal						
Sistema de locomoção	A pé	automotor	Animal	barco	aéreo	anfíbio						
Número de operadores	1	2	3	4	5							
Comandos	manuais	automáticos	Semi-automáticos	mecânicos	Eletro-hidráulicos	Hidromecânicos	Hidráulico/manual					
Fonte de energia	Motor CI	Motor elétrico	Motor CI + bomba hidráulica	Motor CI + gerador + motor elétrico	Animal (búfalo)	Animal (búfalo)	Animal (mula)	Animal (cavalo)	Animal (boi)	Animal (cabra)	Homem	
Sistema motriz	Trator >100cv	50cv < Trator < 100cv	30cv < Trator < 50cv	Trator < 30cv	Motor CI + gerador	Motor CI + bomba hidráulica	Animal + rodas, polias, alavancas	Homem + pedais + alavancas + manivelas				
Graus de liberdade dos mecanismos	X	Y	Z	XY	XZ	YZ	XYZ					
Sistema de suporte	Suportado pelo operador (costas)	Suportado pelo operador (braços)	Suportado pelo operador (ombros)	Suportado pelo operador (mãos)	Suportado por animal	Suportado por trator	Suportado por chassi	Suportado por tripé				
Transporte/babaçu	carreta	caminhão	Cestos no sistema	Sistema de recolhimento mecânico	Recolhimento manual durante operação	Recolhimento manual no chão						

a) Fonte: Albiero et al. (2011)

(b) Fonte: Albiero et al. (2011) apud Murphy (1965)

Albiero et al. (2015) apresentam na Parte III do Livro Tecnologias Agroecológicas, a experiência didático-prática de desenvolvimentos de tecnologias sociais, em que estudantes de pós-graduação de um curso de especialização em extensão rural agroecológica foram instados em uma disciplina que abordou os fundamentos de projeto agroecológico de máquinas focadas nas necessidades reais dos agricultores e em seus conhecimentos intrínsecos. A partir deste contexto os estudantes foram solicitados a projetarem máquinas tendo como base os princípios da Agroecologia, que seriam úteis para suas realidades específicas, nominalmente os assentamentos onde residiam e principalmente respeitando a cultura e conhecimento das comunidades locais. Nestas experiências a metodologia escolhida pelos estudantes também foi a matriz morfológica. Desta experiência cinco projetos de Tecnologias Sociais foram elaborados, Figura 2.

Outro exemplo muito interessante de tecnologia social construída coletivamente se deu através de conversações extensas com associações de agricultores familiares de movimentos sociais. Estas conversas foram realizadas sobre o tema de fontes de energia renováveis a partir de reflexões a respeito das formas de energia, do modo como são geradas e da aplicabilidade à realidade da comunidade, tanto em termos de entendimento destas tecnologias como em relação à negociação entre especialistas e agricultores frente às alternativas e viabilidade intrínseca. Houve apropriação pelos agricultores das ideias fomentadas, principalmente porque os próprios agricultores já sabiam o que queriam em termos de fornecimento de energia elétrica e quais fontes primárias queriam usar (Albiero et al., 2017), a partir destas premissas foram desenvolvidos os dimensionamentos técnicos em conjunto com os agricultores, que embora não conhecessem os cálculos, restrições e normas técnicas atinentes ao assunto, opinavam com ideias inovadoras sobre um sistema híbrido de energia renovável para fornecimento de energia elétrica, Figura 3.

Vigoderis et al., (2018) apresentam o uso de energia solar térmica para atender várias demandas dos agricultores familiares agroecológicos tais como dessalinização de água, cocção de alimentos, secagem de alimentos e aquecimento de água.

Mais do que a tecnologia em si, o processo de construção da tecnologia foi a etapa mais importante, pois com a participação ativa e o envolvimento de todos os interessados foi possível gerar um processo contínuo de aprendizado, cujos ganhos são compartilhados entre todos os envolvidos. Esses ganhos não são relacionados unicamente com a questão financeira, que a tecnologia pode vir a proporcionar, mas, sobretudo, ao trabalho em equipe, à troca de conhecimentos, com o respeito dos saberes de cada um dos envolvidos, ao empoderamento que foi gerado aos agricultores familiares que participaram desta experiência, ao processo de formação propiciado aos estudantes e à adequação de uma tecnologia às condições ambientais da localidade.

Os exemplos apresentados mostram o grande potencial para o desenvolvimento de tecnologias sociais adequadas à agroecologia, no entanto grande demanda existe pelos agricultores (Albiero et al., 2019; Lopes et al., 2018; Nadai, 2017) em temas outros que não apenas máquinas e sistemas de energia, alguns destes temas foram prospectados por pesquisas de Albiero, 2019; Albiero et al., 2015; Melo et al., 2019; Vogt et al., 2018 e são apresentados na próxima seção.

Figura 2. Projetos de tecnologias sociais desenvolvidos pelos estudantes do Curso de Extensão Rural Agroecológica da Universidade Federal do Ceará em parceria com assentados rurais.

MÁQUINA COM VIÉS AGROECOLÓGICO PARA O PLANTIO DIRETO

MÁQUINA PARA COLHEITA DE CASTANHA DE CAJU PARA AGRICULTURA FAMILIAR CAMPONESA

MÁQUINA DE ROÇAGEM SIMPLES PARA A CULTURA DO MILHO (ZEA MAYS) PARA ASSENTAMENTOS RURAIS EM CAUCAIA-CE

MÁQUINA COLHEDORA DO FRUTO DA CAJAZEIRA (SPONDIAS MOMBIN) PARA OS PRODUTORES RURAIS

MÁQUINA MULTIFUNCIONAL AGROECOLÓGICA PARA ROÇAGEM, TRITURAÇÃO E PRODUÇÃO VEGETAL PARA AGRICULTURA CAMPONESA NO SEMIÁRIDO

Fonte: Albiero et al. (2015)

Figura 3. Sistema híbrido de geração de energia elétrica conceituado conjuntamente com agricultores familiares de movimentos sociais.

Fonte: Albiero et al. (2017)

4 PROPOSIÇÃO DE TEMAS PARA PROGRAMA DE PESQUISAS E ESTUDOS

Uma percepção muito forte dos técnicos de campo e pesquisadores acadêmicos da área de extensão rural é a necessidade de mais pesquisas e desenvolvimento de TS para a agricultura familiar. Os próprios agricultores, inseridos na Agroecologia, solicitam e almejam da comunidade acadêmica estes desenvolvimentos conjuntos em uma troca dialética e dialógica entre a experiência e conhecimentos intrínsecos de quem está na lida da terra diariamente com o conhecimento técnico-científico dos que na academia se assentam. Este artigo propõe um programa de estudos conclamando a comunidade técnico-científica a contribuir para a resolução de desafios frente a TS e Agroecologia. Desta forma, algumas áreas de pesquisa são sugeridas com o objetivo de fomentar estudos e desenvolvimento por meio de um programa de estudos extenso e focado em temas como Tecnologia Social, Agroecologia, Agricultura Familiar:

3.1-Máquinas agrícolas: pelos exemplos apresentados neste artigo, pesquisas e desenvolvimento em máquinas agrícolas tem grande potencial de aumentarem a eficiência dos sistemas de produção baseados na Agroecologia. É lugar comum em encontros e congressos de agroecologia a premente necessidade de desenvolvimentos de equipamentos que possibilitem os trabalhos de forma menos árdua e mais eficaz, mas sempre respeitando a participação da comunidade nesse processo, bem como seus anseios e interesses.

3.2-Processamento pós-colheita e armazenamento de produtos: boa parte da produção gerada pelos agricultores familiares se perde devido a problemas no processamento dos produtos, desta feita estudos avançados na área de processamento pós-colheita são essenciais para que os produtores agroecológicos consigam fornecer à sociedade produtos dentro das normas de higiene e de saúde. Neste enfoque, tecnologias voltadas para o armazenamento de produtos são essenciais, e no espectro da agricultura familiar, poucos estudos estão sendo conduzidos atualmente.

3.3-Energias renováveis: este tema de estudo deve focar na eficiência, pois é urgente a questão do aproveitamento de energias renováveis pela agropecuária em geral e pela agricultura familiar em particular, tanto com tecnologias tradicionais como com tecnologias avançadas. Na Agroecologia já há o uso eficiente

de energia, associar esse conhecimento para a promoção de tecnologias sociais com esse viés é fundamental para o ambiente e melhoria de renda aos agricultores.

3.4-Construções rurais: construções rurais com materiais alternativos tais como bambu e outros são temas muito interessante para pesquisas, novas técnicas de construção que aprimorem ou fortaleçam as técnicas já utilizadas tradicionalmente também podem ser um caminho para o desenvolvimento conjunto entre academia e comunidade.

Estes são apenas alguns dos temas que podem ser trabalhados procurando haver uma maior interação entre Universidade e a Comunidade para se pensar em Tecnologias Sociais, Agroecologia e Agricultura Familiar. O fato é que os agricultores familiares necessitam e almejam que estudos e pesquisas, respeitando a sua realidade, sejam realizados.

5 CONCLUSÕES

Este artigo pretendeu apresentar uma fundamentação teórica entre as Agroecologia e Tecnologias Sociais que devem levar à construção do conhecimento a partir da interação entre os sujeitos envolvidos durante o processo a ser realizado. Mais do que o resultado gerado (as máquinas), o processo para o seu desenvolvimento, agregando as necessidades de cada sujeito, bem como o respeito às suas realidades, foi o mais importante, pois foi no processo de construção coletiva do conhecimento que houve a apropriação do conhecimento gerado e o empoderamento dos agricultores, que se sentiram mais capazes ao serem ouvidos e respeitados. Assim, os exemplos aqui apresentados são resultados práticos de pesquisa-ação tão importante quando pensamos na aproximação da Extensão com a Pesquisa. A Extensão e a Pesquisa são áreas que devem caminhar juntas avançando para práticas dialógicas na geração de novos conhecimentos.

Exemplos concretos do desenvolvimento destas tecnologias foram apresentadas explicitando as adaptações nos métodos de engenharia a fim de adequá-los à ação coletiva e dialética com as comunidades envolvidas. Porém, há ainda poucos trabalhos que estabelecem essa comunicação entre academia e agricultores familiares, havendo assim a necessidade da realização de mais pesquisas em Tecnologias Sociais para agricultores familiares inseridos na Agroecologia, principalmente no tocante a ações de extensão que aproximem os especialistas aos agricultores de forma harmônica e produtiva. Neste sentido, este trabalho propõe, a partir da experiência vivenciada, um programa de estudos e pesquisas em áreas essenciais para o desenvolvimento da agricultura familiar, claro que outros temas podem ser agregados aos aqui apresentados. Para tanto, é importante ressaltar que a Universidade possui papel fundamental para o fomento e o estímulo a tais estudos e pesquisas, ao promover editais de extensão e de pesquisas.

REFERÊNCIAS

Albiero, D., Da Silva Maciel, A. J., Mion, R. L., Viliotti, C. A., & Gamero, C. A. (2012). Proposta conceitual de colhedoras autopropelidas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) para a região amazônica. *Revista Ciência*

Agronômica, 43(2), 382-389. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902012000200023>

Albiero, D., Xavier, R. S., Garcia, A. P., Marques, A. R., & Rodrigues, R. L. (2019). The technological level of agricultural mechanization in the state of Ceará, Brazil. *Engenharia Agrícola*, 39(1), 133-138. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-eng.agric.v39n1p133-138/2019>

Albiero, D. (2019). Agricultural Robotics: A Promising Challenge. *Current Agriculture Research Journal*, 7(1), 01–03. <https://doi.org/10.12944/CARJ.7.1.01>

Albiero, D., Cajado, D., Fernandes, I., Monteiro, L. A., & Esmeraldo, G. (2015). *Tecnologias Agroecológicas para o Semiárido* (Daniel Albiero (ed.)). UFC. <http://www.repositoriobib.ufc.br/000021/000021cd.pdf>

Albiero, D., Maciel, A. J. S., Melo, R. P., Mello, C. A., & Monteiro, L. A. (2011). Metodologias de projeto para máquinas agroecológicas: relatos de experiências. *Cadernos de Agroecologia*, 6(2), 10. <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/10404>

Albiero, D. (2010, outubro 14). Na agricultura produzimos ou transformamos a energia? - *Jornal Dia de Campo*. Portal Dia de Campo.
<http://diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=22889&secao=Colunas e Artigos>

Albiero, D., Praciano, A. C., Vogt, H. H., Monteiro, L. D. A., & Feitosa, E. D. O. (2017). Sistema Híbrido Renovável de Geração de Energia Elétrica para o Semiárido. *Conexões - Ciência e Tecnologia*, 11(1), 43–48. <https://doi.org/10.21439/conexoes.v11i1.1067>

Almeida, M. de L. P. de. (2001). *A apropriação do conhecimento público pelo setor privado na relação universidade-empresa: um estudo a partir do caso da UNICAMP*. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas. Campinas: Faculdade de Educação. Brasil. Disponível:
http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/251045/1/Almeida_MariadeLourdesPintode_D.pdf

Altieri, M. (1989). *Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa*. Rio de Janeiro: PTA/FASE.

Altieri, M. (2004). *Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável*. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS.

Araújo Batista, A. V., Albiero, D., de Araújo Viana, T. V., de Almeida Monteiro, L., Chioderoli, C. A., de Sousa, I. R. S., & Azevedo, B. M. (2017). Multifunctional Robot at low cost for small farms. *Ciência Rural*, 47(7), e20170080. Epub June 12, 2017. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170080>

Bava, S. C. (2004). *Tecnologia social e desenvolvimento local*. Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: FBB.

Burgos, D. F. S. (2008). *Técnica de Otimização Multiobjetivo Aplicada ao Projeto Preliminar de Navios Petroleiros*. São Paulo: USP.

Caporal, F. R. (2008). *Agroecologia: uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis*. Faleiro, F. G.; Farias Neto, A. L. de (Ed.). Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. (cap. 29, pp. 895-929). Planaltina, DF: Embrapa Cerrados.

Carmo, M. S. do. (1998). A produção familiar como *locus* ideal da agricultura sustentável. *Agricultura em São Paulo*, 45(1):1-15.

Dagnino, R. (2013). O envolvimento da FBB com políticas públicas em tecnologia social: mais um momento

de viragem. COSTA, A. B. *Tecnologia social e políticas públicas*. (pp. 247-274). São Paulo: Fundação Banco do Brasil.

Dagnino, R., Brandão, F. C. & Novaes, H. T. (2004). *Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social*. Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil.

Delgado, G. C., & Bergamasco, S. M. P. P. (2017). *Agricultura Familiar Brasileira: Desafios e Perspectivas de Futuro*. Secretaria Especial de Agricultura e do Desenvolvimento Agrário (p. 470). Brasília.

[http://www.mda.gov.br/sitemda/sites/sitemda/files/user_img_1756/Agricultura Familiar WEB LEVE.pdf](http://www.mda.gov.br/sitemda/sites/sitemda/files/user_img_1756/Agricultura_Familiar_WEB_LEVE.pdf)

Gliessman, S. (2018). Defining Agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(6), 599-600, DOI: <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1432329>

IBGE. (2019). *IBGE | Censo Agro 2017 | Home*. <https://censos.ibge.gov.br/>

ITS (Instituto de Tecnologia Social). (2004). Reflexões sobre a construção do conceito de tecnologia social. DE PAULO, A. et al. *Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil.

FAO and IFAD. 2019. United Nations Decade of Family Farming 2019-2028. *Global Action Plan*. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

León Sicard, T. E. (2009). Agroecología: Desafíos de una ciencia en construcción. *Agroecología*, 4, 7-17. Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/117121>

Lopes, R. A., Gonzaga, P. R. da S., Santos, L. C., Junior, M. A., & Silva, R. C. (2018). Mecanização na implantação de agroecossistemas com a utilização da tecnologia MAES - Módulos Agroecológicos Sucessionais - no Contexto de uma unidade familiar de produção. *Cadernos de Agroecologia - Anais Do VI CLAA, XCBA VSEMDF*, 13.

Lowder, S. K., Skoet, J., & Raney, T. (2016). The Number, Size, and Distribution of Farms, Smallholder Farms, and Family Farms Worldwide. *World Development*, 87, 16–29. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.10.041>

Melo, R. R., Antunes, F. L. M., Daher, S., Vogt, H. H., Albiero, D., & Tofoli, F. L. (2019). Conception of an electric propulsion system for a 9 kW electric tractor suitable for family farming. *IET Electric Power Applications*, 13(12), 1993–2004. <https://doi.org/10.1049/iet-epa.2019.0353>

Melo, R. P., Albiero, D., Pracianno, A. C., Monteiro, L. A., & Garcia, A. P. (2019). Seed distribution by punch seeder in family farming. *Revista Ciencia Agronomica*, 50(3). <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20190059>

Nadai, K. B. L. (2017). *Caracterização da Produção Agroecológica e da Mecanização Agrícola em Horticultura*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá. Disponível: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/1090>

Odum, E. P., & Barret, G. W. (2007). *Fundamentos de Ecologia*. EUA: Cengage Learning.

Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., & Grote, K.-H. (2005). *Projeto na Engenharia* (Issue Tradução da 6ª Edição). São Paulo: Edgar Blücher.

Prado, C. C. B. B., Araujo, M. H., Bona, M. L. C., Albiero, D., Maciel, A. J. da S., & Costa, M. B. B. (2011). Propuesta de un distribuidor de compuesto para la agricultura familiar. *Anais de Lo 3 Congreso Latinoamericano de Agroecologia*, 8.

- Rosset, P. M., Barbosa, L. P. Val, V. & McCune, N. (2020). Pensamiento Latinoamericano Agroecológico: the emergence of a critical Latin American agroecology?, *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 45(1), 42-64. <https://doi.org/10.1080/21683565.2020.1789908>
- Rosset, P. M. & Altieri, M. A. (2017). *Agroecology: science and politics*. Canada, Fernwood Publishing and Practical Action Publishing.
- Rutkowski, J. (2005). *Rede de tecnologias sociais: pode a tecnologia proporcionar desenvolvimento social*. Tecnologia e desenvolvimento social e solidário. Porto Alegre/RS: Editora UFRGS.
- Schneider, S. (2016). A presença e as potencialidades da Agricultura Familiar na América Latina e no Caribe. *Redes*, 21(3), 11–33. <https://doi.org/10.17058/redes.v21i3.8390>
- Serafim, M. P., de Jesus, V. M. B., & Faria, J. (2013). Tecnologia Social, agroecologia e agricultura familiar: análises sobre um processo sociotécnico. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 20(1supl), 169-181.
- Sevilla Guzmán, E. & Ottmann, G. (2004). Las dimensiones de la Agroecología. *Instituto de sociología y estudios campesinos. Manual de olivicultura ecológica*. Córdoba: Universidad de Córdoba.
- Silva, F. C. D. (2016). *Tecnologia social PAIS (Produção Agroecológica Integrada e Sustentável): uma alternativa para a promoção de avanços dentro da perspectiva da agroecologia? as experiências vivenciadas no território rural Prof. Cory/Andradina (SP)*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira. Disponível: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/144500>
- Souza-Esquerdo, V. F., & Bergamasco, S. M. P. P. (2014). Análise sobre o acesso aos programas de políticas públicas da agricultura familiar nos municípios do circuito das frutas (SP). *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 52, 205–222. <https://doi.org/10.1590/s0103-20032014000600011>
- Souza-Esquerdo, V. F. de, Bergamasco, S. M. P. P., Oliveira, J. T. A. de, & Oliveira, É. de S. (2015). Segurança alimentar e nutricional e qualidade de vida em assentamentos rurais. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 20(1), 13. <https://doi.org/10.20396/san.v20i1.8634619>
- Tait, M., Neves, E., & Gonçalves, G. (2020). Agroecologia e tecnologia social como caminhos para o desenvolvimento rural integral: Uma aproximação. *Economia e Desenvolvimento*, 32(Esp.), e9. doi:<https://doi.org/10.5902/1414650941536>
- Thiollent, M. (2005). *Metodologia da pesquisa-ação*. 14. ed. São Paulo: Cortez.
- Tripp, D. (2005). Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, 31(3), 443-466, <https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000300009>. Acesso em 07 abr. 2021.
- Van Vliet, J. A., Schut, A. G. T., Reidsma, P., Descheemaeker, K., Slingerland, M., Van de Ven, G. W. J., & Giller, K. E. (2015, June 1). De-mystifying family farming: Features, diversity and trends across the globe. *Global Food Security*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2015.03.001>
- Vigoderis, R. B., Silva, E. F., Leal, W. F. de A., Azevedo, P. R., Sales, J. V. de, & Silva, J. M. da. (2018). Potencial do uso de energias renováveis para pequenos produtores. *Revista Craibeiras de Agroecologia*, 3(1). <https://www.seer.ufal.br/index.php/era/article/view/6552>
- Vogt, H. H., Albiero, D., & Schmuelling, B. (2018). Electric tractor propelled by renewable energy for small-scale family farming. 2018. *13th International Conference on Ecological Vehicles and Renewable Energies, EVER 2018*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/EVER.2018.8362344>

Wanderley, M. D. N. B. (2000). A valorização da agricultura familiar e a reivindicação da ruralidade no Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 2. <https://doi.org/10.5380/dma.v2i0.22105>

Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, V. & David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29, 503–515 (2009). <https://doi.org/10.1051/agro/2009004>

Wylen, V., Sonntag, R., & Borgnakke, C. (1995). *Fundamentals of Thermodynamics* (4th ed.). São Paulo: Blucher.

Artigo submetido ao sistema de similaridade