



INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS SOCIAIS NO MANEJO AMBIENTAL DA AGRICULTURA FAMILIAR NO SUPORTE HÍDRICO E ALIMENTAR NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO – INTECS

Selma Cavalcanti Cruz de Holanda Tavares¹; Wilson Tadeu Lopes da Silva²; Davi Ferreira da Silva³

¹ Mestre em Fitossanidade, Pesquisadora da Embrapa Solos –UEP Recife

² Doutor em Química Analítica e Pesquisador da Embrapa Instrumentação

³ Assistente da Embrapa Solos-UEP Recife

selma.tavares@embrapa.br

Recebido em: 15/11/2024 – Aprovado em: 15/12/2024 – Publicado em: 30/12/2024

DOI: 10.18677/EnciBio_2024D11

RESUMO

O uso de tecnologias sociais hídricas de forma isolada, apesar de trazerem ganhos para agricultores familiares, ainda se mostram aquém das necessidades do agricultor. Neste trabalho, objetivou-se determinar modelos com a integração de tecnologias com melhoria ao convívio produtivo de agricultores familiares em região de escassez de chuva. A pesquisa foi conduzida em áreas agrícolas na região semiárida de Alagoas em seis propriedades rurais. Foram adotadas as Tecnologias Sociais (TS) de saneamento básico rural, como: Fossa Séptica Biodigestora com reuso de água; Jardim Filtrante com reuso de água; Clorador Embrapa; e ainda a Barragem Subterrânea e Sistemas Fotovoltaicos (energia solar). Durante os anos de 2023 e 2024, as tecnologias foram instaladas e avaliadas junto com todos os agricultores da comunidade e com técnicos multiplicadores das ONGs CACTOS e CEDCMA e a OSCIP SERTA, na forma de capacitações. O resultado mostrou que o Modelo 3 – Avançado, foi analisado e eleito como a integração que mais oferece independência hídrica. Todas as tecnologias adotadas, resultaram em ganhos para a saúde, economia e bem-estar de agricultores familiares, otimização com a irrigação de cultivos, auxiliando na integração do fator humano, ao ecossistema, de forma sustentável. Os multiplicadores das instituições parceiras e os seis agricultores que se tornaram guardiões responsáveis pelo monitoramento do andamento e uso das tecnologias, pós pesquisa, juntamente com as mulheres rurais de cada família beneficiárias. Este trabalho tem forte alinhamento às metas da Agenda Global 2030 com ênfase às metas 5.5, 6.a, 11.b, 13.3 e 17.7 dos ODS.

PALAVRAS-CHAVE: Agenda 2023; Energia Solar Fotovoltaica no meio rural; Reuso agrícola da água.

INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS SOCIAIS EN LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LA AGRICULTURA FAMILIAR EN EL APOYO AGUA Y ALIMENTACIÓN EN EL SEMIÁRIDO BRASILEÑO – INTECS

ABSTRACT

The use of social water technologies in isolation, despite bringing gains to family farmers, still falls short of the farmer's needs. In this work, the objective was to determine models with the integration of technologies to improve the productive coexistence of family farmers in regions with limited rainfall. The research was conducted in agricultural areas in the semi-arid region of Alagoas on six rural properties. Social Technologies (ST) for basic rural sanitation were adopted, such as: Biodigester Septic Tank with water reuse; Filtering Garden using water; Embrapa Chlorinator; and also the Underground Dam and Photovoltaic Systems (solar energy). During the years 2023 and 2024, the technologies were installed and evaluated together with all farmers in the community and with multiplier technicians from the NGOs CACTOS and CEDCMA and OSCIP SERTA, in the form of training. The result shows that Model 3 – Advanced, was developed and elected as the integration that most offers water independence. All technologies adopted resulted in gains for the health, economy and well-being of family farmers, optimization with crop supervision, helping to integrate the human factor into the ecosystem in a sustainable way. The multipliers from the partner institutions and the six farmers became guardians responsible for monitoring the progress and use of technologies, post research, together with the rural women from each beneficiary family. This work is strongly aligned with the goals of the 2030 Global Agenda with an emphasis on goals 5.5, 6.a, 11.b, 13.3 and 17.7 of the SDGs.

KEYWORDS: Agenda 2030; Agricultural water reuse; Photovoltaic Solar Energy in rural areas

INTRODUÇÃO

O trabalho foi avaliado em seu alinhamento as metas ODS da Agenda Global 2030, utilizando-se duas planilhas Excel, elaboradas pela Rede ODS Embrapa e de uso na Empresa. O resultado mostra alinhamentos a várias metas e ODS, apresentando ênfase nos ODS 5.5, 6.a, 11.b, 13.3, 17.7. Em todas as cinco metas e ODS, a conotação: igualdade e oportunidades; desenvolvimento e transferência de tecnologia; educação, conscientização e capacidades; inclusão social e resiliência a mudanças climáticas e água, representam bem a proposição do trabalho realizado. Além de também estar diretamente alinhado com as cinco dimensões prioritárias da Agenda 2030, nos chamados 5 Ps (pessoas, planeta, prosperidade, paz e parcerias). Para o P pessoas, contribui com a soberania e segurança alimentar e nutricional; para o P planeta, constitui fonte para aperfeiçoar e equilibrar o processo produtivo, promovendo maior estabilidade do agroecossistema familiar do Semiárido; O P prosperidade está representado pela inclusão socioprodutiva e tecnológica hídrica/ambiental; todos contribuem com o P paz por meio da disponibilidade de água diariamente para irrigação e outros usos; com o P parcerias se estabelece a cooperação técnica com as famílias agricultoras; prefeituras, ONGs e OSCIP. visando a troca e o compartilhamento de responsabilidades e experiências no âmbito das tecnologias instaladas e avaliadas neste trabalho (TAVARES *et al* 2022).

A limitação hídrica representa o grande desafio para quem vive no Semiárido brasileiro, sobretudo para os que produzem alimentos para consumo de suas

famílias. Características naturais como altas temperaturas, baixas amplitudes térmicas, baixos índices pluviométricos, forte insolação e altas taxas de evapotranspiração resultam em rios intermitentes e com baixa disponibilidade hídrica (ANA 2015). O Semiárido é também uma região de grande diversidade de produtos agropecuários, como frutas, leite, carne de aves, ovelhas, cabras, ovos, milho, feijão, macaxeira, abóboras e outras hortícolas (LUSA 2013). Segundo Sudene (2017), a precipitação média anual da região semiárida brasileira é igual ou inferior a 800 mm. O percentual diário de déficit hídrico é igual ou superior a 60%, com distribuição irregular das chuvas no tempo e no espaço e perdas por escoamento superficial, reduzindo as condições de sucesso das atividades agropastoris e a sobrevivência das famílias agricultoras, associados aos precários índices de qualidade de vida da população.

Um dos principais motivos para a baixa qualidade de vida na região é a falta de tratamento de água e esgoto. Segundo dados do IBGE (2012), as regiões rurais do Centro-Oeste e do Nordeste são as que apresentam menor percentual de esgoto coletado em rede ou fossa séptica e com fossa rudimentar ou sem tratamento. A falta de saneamento, por sua vez, aumenta os índices de mortalidade, doenças diarreicas, proliferação de vetores, contaminação de águas (superficiais e subterrâneas), afetando principalmente mulheres, crianças e idosos (TRATA BRASIL 2022).

A eficiência produtiva nas regiões mais suscetíveis às estiagens depende de uma série de medidas de monitoramento e mitigação dos efeitos negativos desse fenômeno, por meio do uso racional e sustentável dos recursos hídricos, edáficos e da biodiversidade. Uma das estratégias da convivência produtiva com a seca no semiárido é a introdução de tecnologias sociais (TS) hídricas, como as de captação e armazenamento de água de chuva; de produção de alimentos, por meio da aquicultura, da pecuária e de sistemas e manejo de irrigação; e de fontes de energia renovável, como a energia solar fotovoltaica. (COELHO *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2021).

As tecnologias de saneamento básico rural (SBR) também são muito populares para os tratamentos de esgotos, de água para consumo e a compostagem de resíduos orgânicos de pequenas propriedades rurais. As TS podem ser entendidas como procedimentos, ferramentas e práticas desenvolvidas com a comunidade e apropriadas por ela, para solucionar problemas locais, visando a inclusão socioprodutiva das famílias, e que vêm sendo desenvolvidas ao longo dos anos (GUALDANI; SALES, 2015).

A barragem Subterrânea (BS) é uma das TS hídricas tecnológica social que compreende produtos, técnicas e/ou metodologias reaplicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que represente efetivas soluções de transformação social como: captação de água de chuva que contribui com a redução dos efeitos negativos dos longos períodos de estiagem. Colabora com o aumento da disponibilidade de água dentro do solo, reduzindo os riscos da exploração agrícola, consequentemente viabilizando a agricultura em pequenas e médias propriedades rurais do semiárido brasileiro. Esta permite que famílias passem a ter maior acesso à água de chuva, de forma a promover o seu uso múltiplo, possibilitando a manutenção de culturas que garantirão o acesso regular e permanente de alimentos de qualidade, em quantidade suficiente para nutrir e manter a saúde das famílias e seus rebanhos (SILVA *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2021).

A Cisterna de produção é outra TS hídrica composta por reservatórios de forma cilíndrica, semienterrados em placas pré-moldadas de cimento, com

capacidade de armazenamento de 52 mil litros de água da chuva. Essa tecnologia passou a ser experimentada no Semiárido brasileiro e encampada enquanto política pública do governo federal, instituições de pesquisa e de entidades não governamentais (BRITO *et al.*, 2010; PANTALEÃO *et al.*, 2015).

Sistemas de irrigação são bastante utilizados para o uso racional de água na produção de alimentos em agroecossistemas de base familiar. Os métodos para irrigação que levam em consideração o uso racional de água são: Aspersão, irrigação localizada (microaspersão, gotejamento, mangueiras perfuradas, sistema bubbler) e por gravidade (sulcos e sulcos revestidos) (COELHO *et al.* 2017).

O potencial de uso de energia solar para fins doméstico e agropecuário já vem sendo explorado no Semiárido Brasileiro, favorecendo a economia de produtores rurais. Quando os agricultores se unem para a formação de uma usina de fornecimento da energia solar, os custos de instalação barateiam e a eficácia de retorno é comprovada para a produção sustentável de alimentos na agricultura familiar (CNA, 2021).

A Fossa Séptica Biodigestora (FSB) é um sistema de tratamento de dejetos humanos através do processo de biodigestão anaeróbica, gerando adubo orgânico/água fertilizada, podendo ser usado diretamente no solo em declividade em sua forma, totalmente isento de germes patogênicos (NOVARES 2002). Este sistema, necessita ser inoculado com uma mistura de cinco litros de fezes frescas de ruminante (preferencialmente bovina) com cinco litros de água, o que pode ser um desafio para o Semiárido. O efluente de esgoto tratado pela FSB possui características fertilizantes, devido às quantidades substanciais de nutrientes, matéria orgânica dissolvida e pH (SILVA 2014).

O líquido tratado possui também uma quantidade média aproximada de 240 mg/L de matéria orgânica solúvel, bem como valor de pH próximo de 8,0. O efeito tampão da matéria orgânica pode conferir, associado ao pH do líquido, uma correção parcial da acidez do solo. Como o líquido tratado possui também característica de salubridade (aproximadamente 1,5 g de sais totais por litro), o uso deve ser dosado para evitar efeitos de salinização, principalmente em solos mais argilosos (FLORÊNCIO *et al.*, 2006).

Esta dosagem ocorre, após análise de fertilidade do solo e tipo de cultura, ocorre pelo volume adequado para atingir a quantidade de nitrogênio (nutriente presente em maior quantidade) necessária para atender ao ciclo da cultura, sendo os outros nutrientes complementados com adubação mineral. O restante da necessidade hídrica deverá ser complementado com água de irrigação, quando for possível. A FSB também possui quantidade de coliformes termotolerantes de até 10^4 UFC/100 mL, restringindo o seu uso. O líquido deve ser aplicado somente no solo (sulco, gotejamento etc.) para evitar o contato direto com o alimento, não devendo ser utilizado na produção de hortaliças (FLORÊNCIO *et al.*, 2006).

O Jardim Filtrante no tratamento de dejetos líquidos ricos em sabões, detergente, restos de alimentos e gorduras é uma alternativa indicada em pequenas propriedades. Esta estrutura é constituída por um pequeno reservatório com britas, areia e plantas aquáticas, conectadas as tubulações da cozinha, banheiros e lavanderia. Ao final do processo de tratamento, a água “cinza” tratada, como é chamada, pode ser utilizada para irrigação de lavouras, uso no vaso sanitário, ou descartada no meio ambiente livre de contaminantes (SILVA 2014).

O efluente de esgoto tratado pelo Jardim Filtrante (JF) é pobre em nutrientes e sais, podendo ser utilizado como água de irrigação. O JF possui quantidades muito baixas de coliformes termotolerantes, podendo ser utilizado como água irrestrita, ou

para limpeza de galpões e máquinas (SILVA 2014). Ainda conforme este mesmo autor o reaproveitamento da água doméstica para reuso integrado na produção de alimento apresenta-se como uma oportunidade para aumentar a disponibilidade de água de famílias no semiárido, visto que a maioria dos agricultores possui água para o consumo humano em cisterna, seja com aproveitamento de água de chuva ou fornecidas via carro pipa ou adutoras.

O Clorador Embrapa, tecnologia utilizada para o SBR, visa clorar a água do reservatório de consumo nas propriedades rurais, combatendo contaminação e prevenindo uma série de doenças, como a hepatite A, disenterias, febre tifoide, giardíase, entre outras, que causam sérios danos à saúde, inclusive a morte. Esse dispositivo, muito simples do ponto de vista construtivo, basicamente é um funil montado na rede de água entre a captação (ou reservatório geral, cisterna etc.) e a caixa d'água da residência. Por meio deste sistema é possível a colocação de cloro granulado (hipoclorito de cálcio) na água que será armazenada na caixa d'água da residência, promovendo a desinfecção desta. (SILVA 2014).

Apesar de trazerem ganhos inquestionáveis para agricultores familiares, este conjunto de tecnologias já validadas, consolidadas e com avanços na convivência com a seca no Semiárido, muitas vezes não têm atingido todo seu potencial, pois são implementadas isoladamente. (MELO *et al.* 2011 e 2019).

O conceito de integração de Tecnologias Sociais - TS tem se difundido nos últimos anos, devido a uma nova perspectiva de que o desenvolvimento tecnológico não segue uma trajetória unilateral e linear, mas é influenciado por grupos sociais distintos, que interagem entre si e criam novas soluções (VARANDA 2013).

Os sistemas agrofotovoltaicos para agricultores de base familiar são uma alternativa para viabilizar a integração do sistema agroalimentar da propriedade rural. Essa tecnologia garante a instalação de bombas elétricas convencionais (de corrente alternada), garantindo economia e simplicidade no acesso à água em pontos remotos como pastos e/ou para aplicações na agricultura através do abastecimento de reservatórios de água que podem irrigar os cultivos familiares. Além disso, podem ser conectados à rede convencional, sendo possível vender o excesso da energia fotovoltaica, que porventura o sistema produza. Essa é uma alternativa que pode ser de extrema importância para garantir renda extra aos agricultores, haja vista os riscos elevados que estão sujeitas as diversas atividades da propriedade familiar. A redução do custo para aquisição e instalação de equipamentos de captação e conversão de energia solar em energia elétrica tem se mostrado bastante viável em comparação aos valores anteriormente praticados (SEBRAE e PORTAL SOLAR, 2019; CNA BRASIL, 2021).

A Embrapa Semiárido possui outros casos de sucesso com integração de TS, como por exemplo, alternativas de captação e armazenamento de água de chuva integrada com outras tecnologias hídricas na manutenção de pomar em Barragem Subterrânea BS (MELO *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2017), tendo sido observado por Melo *et al.*, (2019) que a adição de água suplementar, promovida pela integração hídrica, para a manutenção de pomares em BS é necessária para a sobrevivência e produção de frutos, principalmente em anos de baixa precipitação. Diferentes tipos de TS hídricas como cisternas, barreiros e poços podem ser utilizados para armazenar água suplementar para irrigação. As vantagens da integração da BS com outras tecnologias hídricas é que a BS, por ter um sistema de barramento, impede que a água do subsolo escoe e seja perdida no ambiente e, as outras tecnologias, possibilitam a utilização da água no período em que a barragem tem sua umidade do solo reduzida.

Melo *et al.* (2019), sugerem ainda como opção a construção de uma cisterna à jusante do sangradouro da BS, que aproveitaria a água drenada pelo sangradouro durante a ocorrência de chuvas torrenciais, a fim de que estas também possam ser acumuladas para uso suplementar e para segurança hídrica da família e de seus rebanhos.

Espera-se contribuir com a construção horizontal do conhecimento coletivo no que diz respeito às tecnologias hídrica, e incremento alimentar, com as mudanças nas comunidades que historicamente convivem com as adversidades do clima Semiárido, bem como subsidiar políticas públicas, voltadas para estimular a inclusão social e produtiva das famílias e dos agroecossistemas rurais da região. Neste trabalho, objetivou-se determinar modelos de integração de tecnologias com melhoria ao convívio produtivo de agricultores familiares com a seca. A pesquisa foi proposta para a região semiárida de Alagoas com foco em três municípios – Santana do Ipanema; São José da Tapera e Batalha.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi iniciado em janeiro de 2022, teve as instalações das Tecnologias Sociais -TS em 2023 e foi concluído em novembro de 2024. Os modelos de integração propostos neste trabalho variam de acordo com a quantidade de TS empregadas em consórcio: Modelo Básico 1 - com 3 tecnologias integradas; Modelo Intermediário 2 - com 5 tecnologias integradas; Modelo Avançado 3 - com mais de 5 tecnologias integradas. Esses modelos de integração utilizam os pilares da sustentabilidade, os quais prevêm ganhos econômicos ao agricultor familiar, segurança alimentar; melhorias de qualidade de vida e redução de impactos negativos ao meio ambiente. A integração acontece quando o reuso renovável de uma tecnologia permite abastecer mecanismos de outras tecnologias, reduzindo custos. Nesta ótica, procedeu-se os seguintes métodos:

1 – Seleção de seis famílias agricultoras nas abrangências de duas ONGs parceiras: Centro de Apoio e Desenvolvimento Sustentável do Semiárido CACTUS; Centro de Desenvolvimento Comunitário de Maravilha, SEDECMA, na região semiárida do Estado de Alagoas, em três municípios, Santana do Ipanema (Sítio Remetedeira e Sítio Cabaceira); São José da Tapera (Sítio Bananeira; Sítio Cachoeirinha; e Sítio Olho D'água do Padre) e Batalha (Sítio Saúde de Baixo).

Estudo de prospecção, de cada uma das seis áreas, foi realizado fazendo-se um levantamento e registro da realidade de cada família: as tecnologias sociais já existentes; o histórico de abastecimento de água e a sua falta; os cultivos de fruteiras e culturas de ciclo curto; as criações de gado, galinhas, ovelhas, energia, saneamento, escolaridade, saúde, renda, rotina da família e rotina de trabalho dos agricultores com as práticas de aproveitamento e de precaução alimentar para épocas de seca/verão.

Nesta prospecção, observou-se que todas as famílias selecionadas possuem Barragem subterrânea e Cisterna como tecnologias sociais de captação e armazenamento de água. Esse estudo de prospecção, se estenderá para a situação pós - instalação de outras tecnologias sociais, oferecidas pelo trabalho, e avaliação de seu impacto.

2 – Seleção de tecnologias sociais para instalação em todas as seis comunidades/famílias agricultoras. Optou-se a oferecer iguais tecnologias para todas as seis e priorizou-se as tecnologias de saneamento básico, como: Fossa Séptica Biodigestora com reuso de água; Jardim Filtrante com reuso de água e Clorador Embrapa. Em seguida, também foi possível instalar Energia solar para

todas as famílias e uma Barragem Subterrânea, em uma das comunidades, em parceria com a Prefeitura de Santana do Ipanema e com a ONG CACTOS.

3 – Capacitação de multiplicadores. Além dos agricultores e de toda a sua família envolvida, lideranças e formadores de opiniões locais foram inseridos neste trabalho. As Prefeituras, por exemplo, muito contribuíram com a logística de deslocamento dos participantes, além do apoio com retroescavadeiras para as construções/instalações das TS. Dessa forma, as instalações das tecnologias eram alvos simultâneos com as capacitações.

Como forma a garantir uma apropriação mais robusta, as ONGs foram nomeadas como guardiães das tecnologias instaladas. As mulheres rurais das famílias beneficiárias foram nomeadas como as guardiãs da tecnologia Jardim Filtrante.

Capacitação continuada, em ambiente de formação de pessoas como no curso de Agroecologia do Serviço de Tecnologia Alternativa - SERTA, foi inserido no trabalho como mais uma área de instalação das tecnologias, sendo o seu corpo técnico capacitado durante as instalações. Esta ação se torna mais um legado do trabalho. O SERTA é uma OSCIP também parceira, localizada no município de Ibimirim/PE e que atende também a região semiárida de Alagoas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A percepção antes da adoção das tecnologias mostrou, de forma unânime nas áreas trabalhadas, o retardo de desenvolvimento limitado por falta de água para outros fins ao uso doméstico. Limitação de plantio, apenas com palmas e as poucas fruteiras. Limitação na criação de animais, e ainda limitação no uso de energia, desligando todos os equipamentos eletrodomésticos e lâmpadas, para poder ter-se uma bomba ligada no manejo da área. Também foi possível registrar contaminações do ambiente/solo por vazamentos de fossas convencionais rurais e os desperdícios de água de lavagem de roupa, jogadas a céu aberto.

Analisando o antes, prospecção de registros da realidade de cada família, e analisando o pós instalação, de tecnologias sociais, seus impactos, sua integração e capacitações *in loco*; foi possível observar as seguintes mudanças:

1 - Mudanças, principalmente na qualidade de vida, otimização de ações agropecuária da propriedade; garantia de alimento e melhoria da renda familiar.

2 – Aproveitamento de água extra para irrigação de novos plantios de fruteiras e de palmas com a água de reuso da Fossa Séptica Biodigestora

3 – Novos plantios com materiais diversos (Cana-de-açúcar; Capim; Flores e Plantas medicinais) na superfície do Jardim Filtrante.

4 - A integração das tecnologias mostrou resultados crescentes a exemplo da Fossa Séptica Biodigestora com reuso de água e do Jardim Filtrante com reuso de água, que, juntos, a cada dia se tem um maior volume de água, chegando ao equilíbrio diário de volume para irrigar até $\frac{1}{4}$ ha de fruteiras.

5 – Incremento de produtividade e de vitalidade de bananeiras irrigadas pela Fossa Séptica Biodigestora, provavelmente pela fertilidade da água resultante, segundo Novaes *et al.*, (2002). Portanto, a água de reuso proveniente, ainda dispensa o uso de adubos.

6 - Essas tecnologias sociais também interagem eliminando os impactos negativos de matéria prima/rejeitos no meio ambiente e ainda podem vir a alimentar, por gravidade a Barragem Subterrânea posicionadas em declividade a jusante e que tem por natureza, a captação e armazenamento de água.

7 - A energia solar complementou e ampliou a integração, pelas possibilidades de uso de bombas e de motores no manejo do roçado e na captação, armazenamento e uso da água com sustentabilidade e econômica para o agricultor.

8 - O Clorador Embrapa, colocado na caixa de entrada de água da residência, fez o primeiro papel de integração, oferecendo água com mais qualidade para todos os usos, inclusive para a Fossa Séptica Biodigestora e Jardim Filtrante, além de minimizar riscos à saúde.

9 – O modelo de integração das TS, indicado, considerando a instalação de mais de quatro tecnologias sociais por parte deste trabalho e, associando as duas tecnologias pré-existentes, todas as propriedades alcançaram como resultado, o Modelo Avançado – 3 com mais de cinco tecnologias integradas. Este fato traduz para cada uma das famílias agricultoras, a segurança na produção de alimentos o ano inteiro, melhorias de renda e maior qualidade de vida, além da garantia de sustentabilidade. Fato este também observado por Varanda, e Freitas *et al.* (2013); e Andreola *et al.* (2023).

Nesta ótica, segundo Melo, *et al.* (2019), quando o produto/resultado de um processo de uma tecnologia serve de insumo para outra tecnologia, pode-se afirmar que este trabalho apresentou eficiência na integração das TS implantadas nas áreas da agricultura familiar beneficiadas. Considerando a redução de custos, duas tecnologias (Fossa Séptica Biodigestora com reuso de água e Jardim Filtrante) somam suas funções para aumenta a performance na irrigação; podendo ser utilizadas em rodízio visando o salvamento e a produção contínua de culturas alimentares. Além da energia solar suplementando toda a necessidade de manejo sustentável das áreas trabalhadas, assegurando sucesso do desenvolvimento rural e da qualidade de vida de famílias vulneráveis.

Segundo o Portal Solar, e CNA Brasil (2022), a energia solar rural permite que os agricultores se tornem mais autossuficientes em termos energéticos, gerando eletricidade suficiente para alimentar suas operações agrícolas. A energia solar é uma das alternativas energéticas mais promissoras para o futuro e muito importante na preservação do meio ambiente. Nesse contexto, a região Nordeste, o norte de Minas Gerais e Espírito Santo, apresentam um alto potencial competitivo no setor agropecuário. A crescente preocupação com as questões ambientais tem estimulado o desenvolvimento de novas fontes de energia limpa e renovável, tais como a biomassa, a solar e a eólica. Estas duas últimas são as modalidades de energia que mais crescem no mundo, encontrando no Brasil, no meio rural, e, sobretudo na Região Nordeste, condições altamente favoráveis para a sua disseminação (SEBRAE, 2019).

Ainda se teve como resultado, a interação do fator humano ao ecossistema de forma sustentável fortalecendo a apropriação e a valorização da agricultura familiar, somado pelas mulheres rurais assumindo como guardiãs do monitoramento e do uso das tecnologias instaladas em suas propriedades, principalmente do Jardim Filtrante com reuso de água. Segundo – Sucesso no Campo (2024), o campo tem sido um espaço de transformação e protagonismo feminino. Ao longo dos anos, a presença feminina no agronegócio cresceu substancialmente, impulsionando mudanças significativas na gestão e na inovação no campo.

Técnicos das três instituições parceiras, CACTUS, CDECMA E SERTA, juntos com os seis agricultores e famílias das áreas beneficiárias, se consagraram como multiplicadores das tecnologias trabalhadas, instalando as mesmas tecnologias em outras áreas da região.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que;

1 - O Modelo de integração avançado 3 – com mais de cinco TS, apresenta uma integração que oferece estabilidade anual de oferta de alimento, melhorias de renda e de qualidade de vida na agricultura familiar, podendo este ser extrapolado para adoção no semiárido brasileiro.

2 – As tecnologias de reuso de água oferecem um incremento na agricultura e na integração do fator humano familiar no ecossistema e também a apropriação pelas TS instaladas de forma participativa e se destaca no envolvimento de mulheres rurais.

3 - A percepção das instalações e uso das tecnologias instaladas nas seis propriedades do semiárido alagoano foi de impacto positivo e rápido.

4 – Conhecer as metas ODS de maior alinhamento (5.5, 6.a, 11.b, 13.3, 17.7), traduz o entendimento do alcance do trabalho realizado além de amplificar o seu alcance intelectual utilizando uma linguagem universal.

REFERÊNCIAS

ANA. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: **Informe 2014. Encarte especial sobre a crise hídrica. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos – SPR. Agência Nacional das Águas. Brasília – DF.** 2015, 30 p. <https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/crisehidrica2014.pdf>.

ANDREOLA, J. F.; SOUZA, J.C.P; MOTA, F.F.; NUNES,N.A. Pesquisa teórica sobre tecnologia social: um olhar sobre a produção científica no Brasil. **Revista de Gestão e Secretariado** v.14, n.12, 2023. DOI: <https://doi.org/10.7769/gesec.v14i12.3164>. [https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/3164#:~:text=ai/blog/tecnologia%2Dsocial.&text=Prado%2C%20K.%20C.%20P.%20P.%2C%20Gonzaga%2C%20C.%20A.%20M.,\(N%C2%BA%2006\)%20A%C3%B1o%202015.&text=Sachuk%2C%20M.%20I.,%20Bonilha%2C%20M.%20C.,\(N%C2%BA%207\)%20A%C3%B1o%202014.&text=social_alternativa_reorienta%C3%A7%C3%A3o_economia.,.br/p5054.aspx](https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/3164#:~:text=ai/blog/tecnologia%2Dsocial.&text=Prado%2C%20K.%20C.%20P.%20P.%2C%20Gonzaga%2C%20C.%20A.%20M.,(N%C2%BA%2006)%20A%C3%B1o%202015.&text=Sachuk%2C%20M.%20I.,%20Bonilha%2C%20M.%20C.,(N%C2%BA%207)%20A%C3%B1o%202014.&text=social_alternativa_reorienta%C3%A7%C3%A3o_economia.,.br/p5054.aspx)

BRITO, L. T. L., CAVALCANTI, N. B., PEREIRA, L. A., GNADLINGER, J., SILVA, A. S. Água de chuva armazenada em cisterna para produção de frutas e hortaliças. **Petrolina: Embrapa Semiárido- Série Documentos 230,** 2010. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/879623>

COELHO, E.F.; SILVA, A.J.P.; PARIZOTTO, I; SILVA, T.S.M. Sistemas e manejo de irrigação de baixo custo para agricultura familiar. Brasília, DF – **Cartilha - Embrapa Mandioca e Fruticultura.** 2017. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1070445>

CNA Brasil. Energia solar: alternativa viável para o produtor rural. Por: **Comunicação Social – Sistema FAEP/SENAR-PR.** 22 de abril 2021. <https://www.cnabrasil.org.br/noticias/energia-solar-alternativa-viavel-para-o-produtor-rural>

FLORENCIO, L.; BASTOS, R. K. X.; AISSE, M. M. Reuso das águas de esgoto sanitário inclusive desenvolvimento de tecnologias de tratamento para esse fim. **Rio**

de Janeiro: **ABES**, 2006. 427 p. http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Esgoto-Prosab_-_final.pdf .

FREITAS, C. C. G.; KUHL, M. R.; SEGATTO, A. P. e BALBINOT, Z. Tecnologia social e a sustentabilidade - Evidências da relação. **Interciencia**, v.38, n. 3 mar/2013. <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/12/229-1%C2%BA-e-FREITAS-8.pdf>

GUALDANI, C.; SALES, M. – Tecnologias sociais e convivência com o semiárido alagoano. **Área Temática: Espacios rurales, agricultura y seguridad alimentaria**. 2015.<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal15/Geografiasocioeconomica/Geografiarural/34.pdf>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios: PNAD**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012 atualizado 2021. <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/28326-quatro-em-cada-dez-municipios-nao-tem-servico-de-esgoto-no-pais>

LUSA, M.G.; **O rural no semiárido e a formação sócio histórica de Alagoas**. In: ALMEIDA, Luiz Sávio de; LIMA, José Carlos da Silva; OLIVEIRA, Josival dos Santos. Terra em Alagoas. Maceió: UFAL, 2013. <https://mst.org.br/2013/10/30/livro-que-discute-problema-da-terra-em-alagoas-sera-lancado-na-bienal/>

MELO, R. F.; CRUZ, L. C.; ANJOS, J. B.; BRITO, L. T. L.; PEREIRA, L. A. Uso de irrigação de salvação em barragem subterrânea para agricultura familiar. In: **Simpósio de mudanças climáticas e desertificação no semiárido brasileiro**, 3, 2011, Juazeiro. Experiências para mitigação e adaptação. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. 1 CD-ROM. (Embrapa Semiárido. Documentos, 239). <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/911563/uso-de-irrigacao-de-salvacao-em-barragem-subterranea-para-agricultura-familiar>

MELO, R.F.; PURIFICAÇÃO, I.A.; BIANCHINI, P.C.; OLIVEIRA, A.R.; SANTANA, I.O.; ANJOS, J.B. Integração de tecnologia hídrica com irrigação suplementar de frutíferas em barragem subterrânea. In: **XI Congresso brasileiro de agroecologia**. Desertificação, Água e Resiliência Socioecológica à Mudanças Climáticas e Outros Estresses, 2019. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1126392> e

NOVAES, A.P.; SIMÕES, M.L.; MARTIN, L.N; CRUVINEL, P.E.; SANTANA, A.; et al.; Utilização de uma Fossa Séptica Biodigestora para Melhoria do Saneamento Rural e Desenvolvimento da Agricultura Orgânica. **Comunicado Técnico nº 46. Embrapa Instrumentação**. São Carlos, SP. 2002. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/28989/utilizacao-de-uma-fossa-septica-biodigestora-para-melhoria-do-saneamento-rural-e-desenvolvimento-da-agricultura-organica>

PANTALEÃO, E; BRITO, L. T. L.; CAVALCANTI, N. B.; ROLIM NETO, F. C. Cisternas de produção para melhoria da qualidade de vida no Semiárido do estado de Pernambuco. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Pombal - PB, Vol. 10., nº 4, p. 13 - 19, out-dez, 2015. <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/3613>

PORTAL SOLAR – Energia solar fotovoltaica rural: Vantagens e desvantagens - formas de utilização da energia rural para zona rural. **Portal Rural**. <https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-para-zona-rural-vantagens>

SANTOS, M. L. S.; MELO, R. F.; ANJOS, J. B.; PEREIRA, L. A. Irrigação suplementar de salvação na produção de frutíferas em barragem subterrânea. In: **Jornada de iniciação científica da Embrapa semiárido, 10, 2015, Petrolina. Anais**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015. p. 69-74. 1 CD-ROM. (Embrapa Semiárido. Documentos, 264). <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1032060>

SEBRAE. Energia Solar para o produtor Rural. Dezembro de 2019 <https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RN/Anexos/gestao-e-comercializacao-energia-solar-para-o-produtor-rural.pdf>.

SILVA, M. S. L.; FERREIRA, G. B.; LUCENA, A. M. A.; OLIVEIRA NETO, M. B. ; PARAHYBA, R.B. V.; et al.; O solo e a produção de bioenergia: perspectivas e desafios. In: **Congresso brasileiro de ciência do solo, 32., 2009, Fortaleza. [Viçosa, MG]: SBCS; Fortaleza: UFC, 2009.** <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA-2009-09/41155/1/OPB2417.pdf>.

SILVA, W. T. L. Sistemas biológicos simplificados aplicados ao Saneamento Básico Rural. In: Naime, J.M.; Mattoso, L.H.C.; da Silva, W.T.L.; Cruvinel, P.E.; Martin-Neto, L.; Crestana, S. (Org.). **Conceitos e aplicações da instrumentação para o avanço da agricultura**. 1ed. Brasília: Embrapa, v. 1, p. 177-210. 2014. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/135404/1/cap-6.pdf>

SILVA, M. R. B.; SANTOS, M. L. S.; GUIMARÃES, M. J. M.; MELO, R. F. Consumo de água e avaliação da produção de frutíferas submetidas à irrigação suplementar em barragem subterrânea. In: **Jornada de iniciação científica da Embrapa semiárido, 12, 2017, Petrolina. Anais**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2017. p. 287-292. (Embrapa Semiárido. Documentos, 279). <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1073362/1/Artigo.38.pdf>

SILVA, M. S. L.; FERREIRA, G. F.; RIBEIRO, F. N. O uso da metodologia MESMIS na avaliação de agroecossistemas com barragem subterrânea. In: **Congresso internacional interdisciplinar em extensão rural e desenvolvimento, 1., 2017, Juazeiro. Desafios do desenvolvimento rural: resistências, modos de vidas e sustentabilidades: anais. Juazeiro: Univasf, 2017.** <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/171025/1/2017-109.pdf>

SILVA, M. S. L. ; MARQUES, F. A.; NASCIMENTO, A. F. ; LIMA, A. O.; RIBEIRO, C. A.; et al.; Barragem subterrânea: acesso e usos múltiplos da água no Semiárido brasileiro. Brasília, DF: **Folheto. Embrapa, 2021.** 45p. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229733/1/Barragem-subterranea-acesso-e-usos-multiplos-da-agua-2021.pdf>

SUCESSO NO CAMPO. Mulheres rurais que inspiram: Liderança feminina e a integração de soluções tecnológicas no Agro. **Notícias, Sucesso no Campo**, 15 de outubro de 2024. <https://sucessonocampo.com.br/mulheres-rurais-que-inspiram-lideranca-feminina-e-a-integracao-de-solucoes-tecnologicas-no-agro/>.

SUDENE. **Resolução nº 107/2017**. Estabelece critérios técnicos e científicos para delimitação do Semiárido Brasileiro e procedimentos para revisão de sua abrangência. Superintendência do desenvolvimento do Nordeste - Conselho Deliberativo.

<http://sudene.gov.br/images/arquivos/conselhodeliberativo/documentos/notatecnica232017-sudene-semiarido.pdf> .

TAVARES, S. C. C. H; HAMMES, A.V.; SÁ, T.; OLIVEIRA, Y. FERNANDES, R. A rede ODS como estratégia de internalização da Agenda 2030 no macroprocesso de inovação da Embrapa, (Capítulo 1), in: **Um caminho para institucionalização da Agenda 2030: Instituições em rede**; 25 de Abril de 2022. E-book publicado pela EDUENF (Editora da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro).

TRATA BRASIL. Falta de saneamento básico prejudica potencial de uso das águas subterrâneas do país; recurso indispensável à segurança hídrica das cidades. **Estudo do Centro de Pesquisa de Águas Subterrâneas da USP e Instituto Trata Brasil aponta potencial das águas subterrâneas, recurso fundamental no controle de crises hídricas e para abastecimento das cidades brasileiras**. Acessado em 07/08/2022. https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/RELEASE_-_Estudo_-_A%CC%81guas_Subterra%CC%82neas_-_versa%CC%83o_FINAL.pdf

VARANDA, A.P. Tecnologias Sociais possibilitam modelos alternativos de desenvolvimento. **Entrevista realizada ao sítio eletrônico Rede Mobilizadores**. 2013. <https://revistas.ufg.br/pat/submission/wizard/2?submissionId=79474#step-2>