

Implementação de tecnologias sociais e educação ambiental em comunidades do Alto Pantanal Mato-grossense

Implementation of social technologies and environmental education in communities of the Upper Pantanal Mato Grosso

Implementación de tecnologías sociales y educación ambiental en comunidades del Alto Pantanal Mato Grosso

Recebido: 01/08/2024 | Revisado: 12/08/2024 | Aceitado: 13/08/2024 | Publicado: 18/08/2024

Solange Arrolho¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8038-1303>
Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
E-mail: solange.arrolho@unemat.br

Samir Curi²

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3775-7755>
INCRA – Superintendência Regional de Mato Grosso, Brasil
E-mail: samircuiaba@gmail.com

Wagner Smerman³

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7845-1624>
Consultor em Juína, Brasil
E-mail: wagnersmerman@gmail.com

Marciely Ferreira Alves⁴

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2348-3765>
Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
E-mail: eng.marciely@gmail.com

Ernandes Oliveira Junior⁵

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6953-6917>
Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
E-mail: ernandes@unemat.br

Solange Kimie Ikeda Castrillon⁵

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1862-4615>
Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
E-mail: solangeikeda@unemat.br

Resumo

Esta pesquisa tem como objetivo apresentar um relato de experiências sobre tecnologias sociais que podem ser replicadas em comunidades rurais de dezenas de municípios brasileiros, considerando o capital existente nas diversas localidades, como opção para a solução de problemas relativos ao meio ambiente, ao setor econômico, social, cadeia produtiva, geração de emprego e renda. O Projeto de Tecnologias Sociais do INCRA e parcerias buscou avaliar alternativas ambientalmente sustentáveis na região do Alto Pantanal em comunidades rurais/assentamentos. No período de 2011 a 2023 foram realizadas visitas técnicas e vistorias às propriedades, selecionadas onde foram implementadas tecnologias sociais sustentáveis: cisternas para consumo humano, barraginhas (plantando água da Embrapa), lago de uso múltiplo (projeto segunda água), cisternas para escolas do campo, recuperação de nascentes, entre outras. Hoje são abastecidas 162 famílias de pequenos agricultores e 420 estudantes de escolas do campo, totalizando cerca de 1.000 pessoas nos municípios de Cáceres, Nobres, Santo Antônio do Leverger, Várzea Grande e Chapada dos Guimarães-MT. A água de chuva captada do telhado, e na microbacia teve “custo zero” forma simples e de fácil replicação, possui boa qualidade para uso doméstico, atividades educativas e produtivas. O projeto “Plantando Água” prolongou a umidade do solo na microbacia, aumentou o nível de água nas cacimbas, além de redução de erosão nas estradas rurais. Houve melhoria na renda familiar, com geração de novos empregos no desenvolvimento de

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso. Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - PROFÁGUA, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil.

² INCRA – Superintendência Regional de Mato Grosso, Brasil.

³ Consultor em Juína, Doutorando Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Brasil

⁴ Engenheira Sanitarista. Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - PROFÁGUA, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil.

⁵ Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais. Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - PROFÁGUA, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil.

cadeias produtivas, como pecuária de leite, de produção de espécies nativas na região que vinha enfrentando êxodo rural devido a escassez hídrica.

Palavras-chave: Recursos hídricos; Áreas úmidas; Sustentabilidade; Agricultura familiar; Barraginhas.

Abstract

This research aims to present a report of experiences with social technologies that can be replicated in rural communities in dozens of Brazilian municipalities, considering the existing capital in the various locations, as an option for solving problems related to the environment, the economic and social sectors, the production chain, and the generation of employment and income. The Social Technologies Project of INCRA and its partners sought to evaluate environmentally sustainable alternatives in the Alto Pantanal region in rural communities/settlements. From 2011 to 2023, technical visits and inspections were carried out on selected properties where sustainable social technologies were implemented: cisterns for human consumption, small dams (planting Embrapa water), multiple-use lakes (second water project), cisterns for rural schools, recovery of springs, among others. Today, 162 families of small farmers and 420 students from rural schools are supplied with water, totaling around 1,000 people in the municipalities of Cáceres, Nobres, Santo Antônio do Leverger, Várzea Grande and Chapada dos Guimarães-MT. The rainwater collected from the roofs and in the micro-basin had “zero cost”, a simple and easy-to-replicate form, and is of good quality for domestic use, educational and productive activities. The “Planting Water” project prolonged soil moisture in the micro-basin, increased the water level in the wells, and reduced erosion on rural roads. There was an improvement in family income, with the generation of new jobs in the development of production chains, such as dairy farming, and the production of native species in the region that had been facing rural exodus due to water shortages.

Keywords: Water resources; Wetlands; Sustainability; Family farming; Dams.

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo presentar un informe de experiencias sobre tecnologías sociales que pueden ser replicadas en comunidades rurales de decenas de municipios brasileños, considerando el capital existente en diferentes localidades, como una opción para la solución de problemas relacionados con el medio ambiente, el sector económico, social, cadena productiva, generación de empleo y de ingresos. El Proyecto de Tecnologías Sociales del INCRA y las alianzas buscaron evaluar alternativas ambientalmente sostenibles en la región del Alto Pantanal en comunidades/asentamientos rurales. En el período de 2011 a 2023, se realizaron visitas técnicas e inspecciones a inmuebles seleccionados donde se implementaron tecnologías sociales sustentables: cisternas para consumo humano, represas (siembra de agua de Embrapa), lago de usos múltiples (segundo proyecto de agua), cisternas para escuelas en el campo, recuperación de primavera, entre otros. Hoy se abastecen 162 familias de pequeños agricultores y 420 alumnos de escuelas rurales, totalizando alrededor de 1.000 personas en los municipios de Cáceres, Nobres, Santo Antônio do Leverger, Várzea Grande y Chapada dos Guimarães-MT. El agua de lluvia recolectada del techo, y en la microcuenca tuvo “costo cero” en una forma simple y fácilmente replicable, tiene buena calidad para uso doméstico, educativo y actividades productivas. El proyecto “Plantando Agua” prolongó la humedad del suelo en la cuenca, aumentó el nivel del agua en los ojos de agua, además de reducir la erosión en los caminos rurales. Hubo una mejora en los ingresos familiares, con la generación de nuevos empleos en el desarrollo de cadenas productivas, como la ganadería lechera, producción de especies nativas en la región que venía enfrentando un éxodo rural por la escasez de agua.

Palabras clave: Recursos hídricos; Humedales; Sostenibilidad; Agricultura familiar; Barraginhas.

1. Introdução

A humanidade depende da natureza e dos recursos naturais existentes para sobreviver. Assim, as questões ambientais estão cada vez mais sendo influenciadas pelas práticas de vida adotadas pelas pessoas em sociedade. O meio ambiente sofre diariamente transformações que afetam a vida dos seres vivos do planeta (Kolcenti et al., 2020). De acordo com o Ferreira et al. (2023), em levantamento feito pelo MapBiomias, todos os biomas brasileiros perderam superfície de água entre 1985 e 2022, com destaque para o Pantanal. Nas últimas três décadas, mais de dois terços (70%) dos municípios brasileiros tiveram redução de superfície de água, com destaque para os municípios de Corumbá e Aquidauana no Mato Grosso do Sul e Cáceres, Poconé e Vila Bela da Santíssima Trindade no Mato Grosso, que apresentaram os maiores percentuais de redução. A perda é tão acentuada, que mesmo o ano de 2022, ano em que foram registrados ganhos de superfícies de água na maioria dos estados, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Paraíba acumularam perdas que chegam a 48%, 23% e 12% respectivamente (Ferreira et al., 2023).

As questões ambientais, especialmente relacionadas à qualidade e quantidade de água estão entre os inúmeros problemas que preocupam extensionistas, cientistas e sua disponibilidade entre a população em geral. Desta forma, este recurso assume papel de destaque, seja por sua importância para a sobrevivência da vida no planeta, seja por sua já visível escassez (Polli & Kuhnen, 2013). Ao trabalhar com coleta de água de chuva em áreas rurais, Gnadlinger (2000) cita que ao menos durante três milênios, pessoas pelo mundo inteiro captam água de chuva para diversos fins, com destaque para o uso doméstico, dessedentação animal e mesmo para a agricultura. Com o advento de grandes e centralizados sistemas de fornecimento de água, a captação de água de chuva começou a ser negligenciada, apesar do uso intensivo de energia não renovável e de sérios problemas ambientais.

Exemplos de resolução de problemas de escassez e garantia da segurança hídrica têm se originado por meio da integração de experiências de instituições públicas, com enfoque em metodologias diferenciadas e tecnologias para o uso sustentável dos recursos hídricos no mundo todo (Dias, 2011) e no Brasil (De Melo et al., 2016; Santana & Rahl, 2020), com destaque para o semiárido (Lima et al., 2013), e a Amazônia (LOBO et al., 2013; Batista, et al., 2021), mas com atenção especial no Mato Grosso (Martins et al., 2021; Silva et al., 2021), onde se destacam áreas de extrema importância ambiental, o Pantanal, que mesmo se apresentando como área de elevado volume de água, apresenta áreas onde este precioso bem se mostra escasso. Complementares a estes estudos, trabalhos que visam a educação ambiental (Andrade et al., 2020), a extensão (Anjos et al., 2018) e o saneamento básico (Santos & Santana, 2020), são pontos importantes na discussão. Entre os pontos anteriormente citados, a educação ambiental voltada às tecnologias sociais merece total atenção (Nachtigall et al., 2020).

Estima-se que existam cerca de 108.000 famílias na atividade de agricultura familiar no estado de Mato Grosso. Destas, a grande maioria não possui acesso a água de qualidade nem a preservação ambiental dos recursos hídricos, principalmente nos períodos de estiagem, entre maio e outubro, quando o volume e a qualidade deste precioso bem tendem a ser ainda menores. Soma-se a estas as cerca de 144 escolas do campo de nível fundamental e médio das diferentes redes que também passam por esta dificuldade de acesso à água para atividades básicas (EMPAER, 2024).

O Pantanal Mato-grossense é conhecido pela fartura de água e a imagem que o simboliza mostra rios, lagos e lagoas. Quem não conhece o lugar imagina que água não é problema em todo o bioma. Na região denominada Alto Pantanal, porém, a realidade é outra, já que ocorre escassez hídrica. Neste sentido o Projeto de Tecnologias Sociais do Instituto Nacional de Colonização e reforma Agrária-INCRA e parcerias buscou avaliar alternativas ambientalmente sustentáveis na região do Alto Pantanal em comunidades rurais/assentamentos. Esta pesquisa tem como objetivo apresentar um relato de experiências sobre tecnologias sociais que podem ser replicadas em comunidades rurais de dezenas de municípios brasileiros, considerando o capital existente nas diversas localidades, como opção para a solução de problemas relativos ao meio ambiente, ao setor econômico, social, cadeia produtiva, geração de emprego e renda.

2. Metodologia

A metodologia para elaboração deste artigo baseia-se na proposta metodológica de Gaia e Gaia (2018), onde consideram o relato um estudo de caráter descritivo, qualitativo do tipo relato *de* experiência, desta forma as etapas para a avaliação e implantação das tecnologias sociais são descritas desde o início das atividades em diferentes períodos.

Em 2008, momento da primeira visita da equipe técnica do INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária à região do Alto Pantanal, verificou-se que no município de Cáceres, na região da fronteira com a Bolívia, existiam sete assentamentos da reforma agrária, onde cerca de 360 famílias e três escolas do campo (cerca de 500 alunos), passaram 20 anos em constante insegurança hídrica, dificultando seu desenvolvimento intelectual, familiar e financeiro, demonstrando assim a necessidade latente de que algo precisava ser realizado e melhorado na vida destes cidadãos, principalmente para os períodos em que a estiagem faz com que estas necessidades sejam ainda maiores.

Com média histórica de precipitação de 945 milímetros (mm) anuais, o período de estiagem na região corresponde a seis meses, entre abril e outubro, enquanto que nos demais meses, entre outubro e abril, estejam concentradas as chuvas na região. As fontes de água superficiais, com destaque ao rio Jaurú, estão distantes cerca de 30 quilômetros destes locais, enquanto as águas dos corixos (também denominadas vazantes), que segundo Carvalho (1986), na sua concepção hidrológica, é uma linha de drenagem com uma seção transversal bem definida que tem a função de escoar a água de área de lagoas aos canais dos rios principais, se apresentem contaminadas, embora Rondon (1972) e De Oliveira et al. (2020), afirmem que estes corixos são utilizados a séculos por comunidades pantaneiras para diferentes atividades cotidianas. Quanto a água subterrânea nesta região, devido a fatores geológicos com destaque para as rochas calcárias, elas se apresentam em áreas com difícil captação, baixa qualidade e altos custos de captação, principalmente para as famílias de baixa renda que habitam a região, dificultando ou mesmo impossibilitando o seu uso.

De acordo com Barros (2010), em seu estudo sobre a disponibilidade de recursos hídricos nos projetos de assentamento de reforma agrária na região do Pantanal do Corixo Grande, Cáceres-MT, a distribuição de recursos hídricos nestes assentamentos não é uniforme e em muitos casos se mostra desprovida de águas superficiais, apresentando regiões com graves cenários de escassez tanto em quantidade (assentamentos Jatobá, Nova Esperança, Bom Sucesso e Sapiquá) e em quantidade e qualidade (Katira, Corixo e Rancho da Saudade).

Diante de um quadro tão complexo de falta de opções na região e do impacto profundo que esta situação causava na vida das pessoas (sem água há condições de se viver na área), os técnicos do INCRA e parcerias tomaram a decisão de buscar soluções viáveis para resolver esta questão, com destaque para as regiões que apresentam características parecidas pelo Brasil e pelo mundo. Assim, foram avaliadas algumas experiências, e as que demonstraram melhor viabilidade, foram então adotadas como boas práticas a serem implantadas, as tecnologias sociais implantadas são descritas por: Arrolho et al. (2024), Iocca et al. (2024) e Curi et al. (2024).

3. Resultados e Discussão

3.1 Diagnóstico de Escassez Hídrica

Durante as visitas técnicas e reuniões com as comunidades rurais a falta de água na época seca foi registrada pela primeira vez pelos técnicos do INCRA em 2008, verificou-se que eram combatidas anteriormente com soluções tradicionais, com destaque para as inúmeras tentativas que envolveram desde o bombeamento de água de rios/córregos distantes (alguns a mais de 15 km), a perfurações de poços tubulares profundos (poços artesianos), perfurados em dadas regiões, com sua água distribuída por tubulações para áreas distantes, além de outras alternativas diversas, mas nenhuma conseguindo resolver este grave problema de escassez hídrica. Segundo apurado, esta falha está ligada a três causas principais: 1 - O alto custo da energia para bombeamento de água; 2 - Falta de mão de obra qualificada para administração, operação e manutenção adequada da rede adutora/motobomba; e 3 - A grande demanda de água na área rural é para consumo animal. Assim, a maioria dos projetos implantados, no início dos assentamentos, foram abandonados ou subutilizados, as tubulações (adutoras com ramais) tinham grandes extensões e condições rudimentares, sem hidrômetros, com vazamentos, gatos, falta de gerenciamento técnico e financeiro, sendo inviável economicamente a sua operação.

A demanda para a realização deste trabalho de busca de alternativas viáveis para o combate a escassez hídrica veio da busca pela melhoria de vida a ser ofertada para a população atingida, a qual sistematicamente apresentou os problemas existentes tanto para o INCRA como para o Ministério Público. Ao serem ouvidos por estes agentes, buscando atender esta demanda, foi formada uma equipe técnica que está em constante modificação e crescimento, composta de pesquisadores e profissionais com experiência no desenvolvimento dessas tecnologias com respectiva aplicabilidade na região.

As propostas, após apresentadas e explicadas, contaram com total aceitação das famílias que ali vivem e, assim, possibilitou uma interação extremamente positiva e inovadora para a resolução de demandas sociais, produzindo impacto social nas comunidades com a efetiva articulação pelos setores populares e acadêmicos.

Ficou claro pelos estudos, que na busca do aumento da qualidade e quantidade da água, as principais formas de combate a serem implantadas na região passavam tanto pela construção de bacias de captação de águas pluviais, quanto pela construção de terraços e cercamento das nascentes, que se apresentavam como as principais formas de se atingir a rápida recuperação dos recursos hídricos. Desde o princípio foi possível constatar que, independentemente da forma com que este problema fosse combatido, o seu êxito só seria possível através de uma ampla mobilização e motivação entre os moradores, técnicos, políticos e outras pessoas públicas, tendo como base o que foi realizado na região do Norte de Minas. Na região, através da adoção de estações piloto de tecnologias sociais que buscavam gerar inovação, levar conhecimento, ciência e tecnologia, além de educar sobre o desenvolvimento de forma sustentável econômica, social e ecologicamente viável, os trabalhos enfatizavam a cidadania e as metodologias participativas dos processos de trabalho, de forma que no momento de sua realização, as mesmas pudessem ser visualizadas e “apropriadas” pela comunidade rural e escolar, de forma que este público pudesse ganhar autonomia e, assim, provocar a sua disseminação e a transformação social desejada em suas comunidades.

De forma geral, estas ações tinham como objetivos específicos:

- a. Implantação de projetos pilotos de nove tecnologias sociais de acesso à água de chuva para consumo humano, para melhoria do rendimento escolar e ampliação de renda das atividades produtivas na agricultura familiar;
- b. criação de uma rede de informações e pesquisas com as entidades parceiras, escolas do campo e agricultores familiares, para avaliação e desenvolvimento das tecnologias sociais, com publicação dos resultados e gestão dos recursos hídricos; e
- c. análise da contribuição dos resultados na melhoria na renda familiar, em especial da mulher rural e filhos na produção de espécies nativas do cerrado.

3.2 Os parceiros de Jornada

Como a maioria das famílias são de baixa renda, os recursos financeiros para desenvolvimento das atividades foram obtidos principalmente junto a Justiça Estadual de Mato Grosso, por meio do Juizado Volante Ambiental de Cuiabá - JUVAM, com apoio do Ministério Público Estadual - MPMT. Este último, por sua vez, classificou estes projetos como de educação ambiental, preocupando-se com a rápida degradação ambiental das nascentes, córregos e rios, além da contaminação e esgotamento do lençol freático. Houve ainda doação de materiais e equipamentos por parte de empresas e aporte de recursos provenientes da Justiça Federal de Cáceres/MT.

As instituições parceiras contribuíram conforme suas competências e possibilidades, variando desde o desenvolvimento e geração de tecnologias, como na realização de pesquisas, com aporte financeiro (financiamento), ou mesmo no auxílio na execução dos pilotos e/ou na divulgação, os resultados só puderam ser visíveis graças a participação de todos. Destacam-se as seguintes parcerias: INCRA/MT; JUVAM - Juizado Volante Ambiental de Cuiabá; Justiça Federal de Cáceres; Justiça Estadual de Cáceres; *World Wildlife Fund* (WWF); Consórcio Nascentes do Pantanal (com sede em São José dos Quatro Marcos); EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; EMPAER - Empresa Matogrossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural; UNEMAT - Universidade do Estado de Mato Grosso; UFMT - Universidade Federal do Estado de Mato Grosso; Prefeitura Municipal de Cáceres; SEDUC-MT - Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso; MPMT - Ministério Público do Estado de Mato Grosso; IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; MPF - Ministério Público Federal; e AGU - Advocacia Geral da União, entre outras.

3.3 As Alternativas de tecnologias Sociais

Existem diferentes alternativas para tomada de decisões quanto a quais tecnologias sociais são estratégicas para a região do Alto Pantanal. Um dos exemplos que pesou na escolha destas alternativas foi um documento produzido pelo Ministério Público de Minas Gerais, por meio da Promotoria de São Francisco, com consultoria do ambientalista Werneck, H. E. F., servindo de referência na região do Norte de Minas para tomada de decisões das entidades, em conjunto com a população participante, objetivando o aumento da qualidade e quantidade da água.

Desde o início das ações, todas as tecnologias sociais possíveis de se aplicar na região do Pantanal foram discutidas com a comunidade, com os professores e servidores das escolas do campo e, quando aprovadas, foram acompanhadas em sua execução. Também houve aprimoramento para adequação à realidade local, o que é de fundamental importância para o bom funcionamento de uma tecnologia em dada região. Dentre todas as alternativas adotadas, o mais complexo foram as barraginhas, afinal os beneficiários não entendiam o movimento de água no interior do solo, pois a prática local era todo ano aprofundar os poços caipiras (poços tubulares rasos) em um metro, achando que isto aumentaria o volume de água. Foi então explicado que a água precisava ser captada em vários pontos da microbacia para alimentar os reservatórios subterrâneos, de forma que estes pudessem abastecer estes poços. Em 2011 o autor do projeto da EMBRAPA, o sr. Luciano Cordoval de Barros, foi convidado para ir a Cáceres e fazer o lançamento do projeto “Plantando Água”. Foi somente a partir do momento em que a comunidade entendeu e aprovou a sua instalação que a vida dos componentes das diversas comunidades começou a mudar graças a oferta de maior volume de água para o consumo familiar e de seus animais.

Uma das principais estratégias utilizadas para este tipo de tecnologia é a disseminação do conhecimento entre os participantes beneficiários. Na implantação das tecnologias sociais, quando os agricultores familiares participaram diretamente na execução seja de qual técnica estiver sendo tratada, ou mesmo conversando e acompanhando os técnicos a campo, os mesmos acabam por conhecer o funcionamento das tecnologias e passam a ser disseminadores de ideias, defendendo as que funcionam e apontando adequações para as que podem ser ainda melhoradas, tornando-se com isso parte importante da funcionabilidade desta engrenagem toda voltada para a resolução deste problema, tanto que muitos destes produtores passaram a ampliar as tecnologias sociais em suas áreas, bem como nas propriedades vizinhas.

Inclusive esta foi uma das orientações realizadas pela Embrapa, a qual afirma que é fundamental que o produtor rural seja o condutor do processo, vendo o seu funcionamento e possibilitando que o processo seja visto na prática, servindo assim de base para sua adoção em novas propriedades.

3.4 Histórico das ações

Existe uma série histórica de ações adotadas na região que demonstra o “caminhar” da implantação das tecnologias sociais, bem como dos processos de participação da comunidade. A sequência foi:

a. Cisternas para consumo humano - Implantação de projetos-piloto de cisternas para consumo humano, um total de 16, com capacidade de 8.000 litro, instaladas nos Assentamentos Federais Coqueiral-Quebó (em Nobres/MT), Santana do Taquaral (em Santo Antônio do Leverger/MT), Nossa Senhora Aparecida (em Várzea Grande/MT), e Lote 8 do Projeto de Assentamento – PA, denominado Katira (em Cáceres/MT), entre os anos de 2009 a 2017. Confeccionada de vinil atóxico e montadas facilmente em cerca de um dia, é uma boa alternativa para o abastecimento familiar.

b. Lago de Múltiplo uso da Embrapa – A Implantação projeto-piloto de Lago de Múltiplo uso da Embrapa, que apresenta capacidades de 160.000 litros, foi realizado no lote 08 do PA Katira de Cáceres/MT, no ano de 2010, buscando o aproveitamento da água de chuva a ser utilizada para cultivo de hortaliças e criação de pequenos animais e peixes, ao mesmo

tempo que servia de modelo para a sua adoção em outras propriedades que vissem a dotar esta tecnologia. Consiste em um lago de múltiplo uso comum, escavado no solo de forma circular, impermeabilizado por meio de uma lona comum de silagem de 0,2 mm e sobre esta base, adiciona-se uma camada de 25 centímetros de terra em cima da lona dupla face de 200 micras para proteção contra os raios solares.

c. Projeto Cisternas para múltiplos usos – A implantação projeto-piloto de 2 água foi implantado em 5 famílias nos Assentamentos Federais Coqueiral-Quebó, em Nobres/MT; Santana do Taquaral, em Santo Antônio do Leverger/MT; Nossa Senhora Aparecida em Várzea Grande/MT; e Parque Nacional de Chapada dos Guimarães/MT, no município de mesmo nome. Consistiu na instalação de cisternas que variaram de 8.000 a 70.000 litros por localidade, confeccionados através da vedação do solo por intermédio da instalação de geomembrana de PVC, que reveste totalmente a escavação realizada no solo, coberto com laminado de PVC reforçado ou lona de PVC, sendo a mesma de material atóxico. A cobertura é feita de com sistema armado com cabo de aço galvanizado apoiado em mourão para sustentação de cobertura, evitando assim perder a água por evaporação, além de proteger as laterais e evitar acidentes domésticos. Foi também utilizado o tanque circular para piscicultura, com impermeabilização em PVC com tela galvanizada com 1 m de altura, entre os anos de 2014 e 2017.

d. Plantando Água (barraginhas) – A implantação do projeto-piloto Plantando Água (barraginhas), foi realizado em duas etapas, beneficiando quarenta e duas famílias do PA Rancho da Saudade, em Cáceres/MT. O sistema consiste na captação água com movimentos pluviais superficiais (enxurradas), por meio de pequenas bacias de contenção, em locais em que a compactação do solo, o volume pluviométrico e a declividade, além da porosidade de falta de cobertura do solo possibilitem em conjunto a ocorrência de processos erosivos e o carreamento de partículas para as áreas mais baixas do terreno, prejudicando os leitos de água. No total foram construídas 128 barraginhas e 23 “quebra-molas”, distribuídos em 42 lotes do PA Rancho da Saudade. No processo foram gastas 146 horas de Pá Carregadeira de Rodas Caterpillar 938G em 2011, bem como 250,4 h/m de Escavadeira Hidráulica 130G LC, John Deere, PC no ano de 2023. Desde então diversas outras barraginhas foram implantadas pelos proprietários em diversas áreas e com diversas funções (com recursos próprios), demonstrando assim a versatilidade e a viabilidade do sistema para a região.

e. Recuperação de represinhas – A recuperação parcial de represinhas já instaladas, principalmente no que tange ao dimensionamento correto do “ladrão”, evitando assim que ocorra o rompimento de sua estrutura e a perda de volume de água para o meio. Foram vinte e seis ações de recuperação ou intervenção em açudes, onde foram gastas cerca de 52 horas de Pá Carregadeira de Rodas Caterpillar 938G.

f. Implantação de reservatórios para piscicultura – A implantação de reservatório de piscicultura consiste em uma boa maneira de possibilitar a reserva de água e a melhoria da qualidade de vida dos moradores beneficiados pelo sistema. No total foram implantados 5 reservatórios para piscicultura e outros usos, abastecidos com água pluvial (de chuva), com capacidade média de 50.000 litros. Os mesmos foram instalados no PA Jatobá e outros projetos, no ano de 2012, no município de Cáceres/MT. Na confecção foi utilizando geomembrana de PVC - PEAD (Polietileno de alta densidade), com espessura de 500 micras ou 0,5 mm, evitando a perda da água por infiltração.

g. Cisternas em escolas de campo – Implantação de quatro cisternas em escolas do campo, sendo a primeira na escola estadual no PA Nova Esperança, com capacidade de 125.000 litros e duas cisternas na escola municipal no PA Sapiquá, com capacidade de 100.000 litros cada. Estas cisternas foram montadas no ano de 2014, no município de Cáceres/MT, sendo nestas

unidades a água captada utilizada tanto para a manutenção da horta quanto para a limpeza. Foi também montada no município de Santo Antônio do Leverger/MT, uma cisterna de 100.000 litros na Escola Estadual do Pontal do Glória fornecendo água de qualidade e em quantidade para os mesmos usos anteriormente citados.

h. Projeto Consórcio de Pequi-Pastagem – No ano de 2015 ocorreu também o lançamento do Projeto Consórcio Pequi - Pastagem, que visa aumentar os ganhos da propriedade rural, ao mesmo tempo que possibilita o chamado bem-estar animal. O lançamento ocorreu no lote 8 da PA Katira em Cáceres/MT, afinal no mesmo existem hoje cerca de 500 pés de pequi nativos, consorciados com pastagens. Inclusive a Secretaria de Estado de Agricultura de Mato Grosso, lançou uma diretriz técnica na qual recomenda oficialmente esta prática de consórcio, beneficiando as duas culturas ao mesmo tempo (pecuária e extração de fruto, sendo esta última geralmente direcionada a mulher rural e seus filhos).

i. Projeto Biofossa – Como em muitas áreas rurais a contaminação do solo e dos reservatórios de água para consumo acabam sendo contaminados pelo material provenientes de fossas-sumidouros normalmente instaladas, no ano de 2016 optou-se pelo lançamento do projeto-piloto de saneamento rural chamado Biofossa, instalado no lote 16 do PA Rancho da Saudade, no município de Cáceres/MT. As Fossas Sépticas Biodigestoras desenvolvidas podem contribuir para o desenvolvimento local, afinal o sistema biodigestor tem tripla função: previne contra doenças, protege o lençol freático (água do poço) e produz adubo orgânico de qualidade, podendo ser facilmente adotado pelos demais moradores quando observam a sua instalação e o seu funcionamento.

j. Projeto Adote uma Nascente – O ano de 2018 foi marcado pelo lançamento do Projeto Adote Uma Nascente, executado no lote 16 d PA Rancho da Saudade, em Cáceres/MT. Poucas são as nascentes encontradas em todo o assentamento, sendo esta inclusive intermitente, com interrupção nos meses de seca intensa. Ela está localizada no lote 16 da referida PA, onde se encontram cinco “poços caipiras” (poços tubulares rasos), que são utilizados para abastecimento de cerca de 150 famílias e duas escolas do campo, localizadas tanto neste Projeto de Assentamento como em PAs vizinhos, sendo tanto o gerenciamento do sistema de distribuição de água, quanto a ampliação para outras propriedades, realizadas pelos moradores locais, por sua própria iniciativa.

Ao analisar todos os trabalhos realizados, a equipe avalia que a maior parte dos projetos instalados apresentaram extremo grau de dificuldade, principalmente dada a distância até a capital Cuiabá (cerca de 300 Km), e da sede do município (80 Km de Cáceres), local onde não existe mão de obra qualificada nem maquinários apropriados para a maioria das atividades realizadas.

Com avaliação positiva, os resultados e impactos observados chamaram a atenção da comunidade acadêmica, tendo sido publicados trabalhos sobre diversos temas, com destaque para as barraginhas (Silva et al., 2021; Landau et al., 2013; Curi, S/D; Arrolho et al., 2024; Curi et al., 2024), captação da água da chuva (Martins et al., 2021; IOCCA et al., 2024), de relações multidimensionais no campo (Castrillon Junior, 2022; Silva et al., 2021).

Diversos ainda são os municípios, por meio de suas secretarias de agricultura e meio ambiente, que tem nas ações realizadas nos assentamentos em Cáceres e nos municípios anteriormente citados, uma base sólida para a adoção e implantação das tecnologias sociais em suas respectivas áreas, o que vem a demonstrar a importância destas ações no combate a degradação ambiental e a desigualdade social.

Ao discutir sobre o papel destas tecnologias sociais, Santana e Rahl (2020) é primordial a implementação de tecnologias sociais, sendo essas intervenções simples e de baixo custo, adaptadas a contextos de vulnerabilidade social e ambiental, pois promove o acesso à água para consumo humano e produção de alimentos às famílias pobres e escolas públicas

no meio rural, atingidas por seca ou falta regular de água, bem como apoia, busca e oferece soluções efetivas para que famílias e comunidades isoladas possam acessar água de qualidade e em quantidade adequada.

As ações desenvolvidas para garantia da segurança hídrica das diversas populações de agricultores familiares da região, aportam inovações com a aplicação de novas tecnologias sociais. Entre elas estão:

- a) Substituição de bombeamento de poços artesianos/córregos/rios e adutoras por utilização de cisternas, lago de múltiplo uso, barraginhas, etc., que captam água de chuva nos telhados das casas, escolas e na microbacia com um todo;
- b) substituição do modelo de saneamento urbano com rede coletiva por sistema individualizado e descentralizado de saneamento rural;
- c) incentivo à produção de espécies nativas do cerrado, em vez de plantas exóticas como soja; e
- d) em vez de comprar alimentos de outras regiões, houve o incentivo a agroindústria existente na área com produtos das espécies nativas (como pequi e cumbaru) para fornecer no atendimento da merenda escolar pelo Programa de Aquisição de Alimentos da CONAB.

Os resultados mais expressivos alcançados através da adoção destas práticas foram a melhoria da qualidade do ensino, afinal não ocorrerem mais tantas interrupções no calendário escolar, além de melhorar a qualidade da alimentação ofertada pela merenda escolar, o que também auxilia na melhoria do aprendizado dada a oferta da mesma em qualidade e em quantidade. Estas escolas passaram a ser exemplos para todo o Estado de Mato Grosso no que tange a projetos ambientais, tornando-se locais que abrigam diversos eventos, como cursos e Encontros da Juventude Rural.

Com o decorrer dos anos, o projeto de implantação de barraginhas passou a ser classificado como Projeto de Conservação de Solo e Água, sendo certificado pela Fundação Banco do Brasil nas áreas de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, desde 2003. Também passou a ser utilizado como bacias de contenção de enxurradas, além de suas ações se basearem em fundamentos semelhantes ao Produtor de Água da ANA, que visam à implementação das práticas conservacionistas, tornando a atividade, além de ambientalmente sustentável, economicamente atrativa e financeiramente exequível.

Com padrões climáticos cada vez mais imprevisíveis, a tecnologia de captação de água de chuva ajuda as comunidades a se adaptarem às mudanças, e a enfrentarem períodos de baixa precipitação e chuvas intensas em espaços de tempo relativamente curtos, com mais segurança. Como o projeto usa as chamadas tecnologias sociais para garantir o desenvolvimento sustentável das comunidades e os processos educativos formais e informais, o resultado foi a solução de problemas relativos ao meio ambiente, a ampliação da economia local, a redução das desigualdades sociais, o aumento da cadeia produtiva e a geração de emprego e renda.

É explícito nas duas legislações que, para o cumprimento da função social da terra, seus proprietários ou posseiros devem respeitar e preservar o meio ambiente (e aqui se insere, evidentemente, a riqueza hídrica, as águas). Assim, o projeto de tecnologias sociais aplicado pelo INCRA, se configura neste contexto, como uma ferramenta que traz legalidade para proprietários ou posseiros das áreas que ocupam/trabalham, pois restabeleceu a conservação e ampliação dos recursos hídricos. Outro fato paralelo que o projeto trouxe na preservação ambiental relacionada a essas águas, foi o maior desenvolvimento de árvores (além de outras coberturas vegetais), ampliando também a diversidade da fauna, pois com frutíferas produzindo, pássaros, roedores, répteis, mamíferos diversos podem se estabelecer ou frequentar as áreas em busca de alimentação, ampliando a cadeia animal/alimentar.

Assim, as pesquisas materializadas e aqui citadas, apontam que o projeto de tecnologias sociais, se mostrou essencial para o cumprimento da função social da terra nas áreas onde foi aplicado. Porque, ao se fazer o manejo apropriado da água, utilizou-se adequadamente os recursos naturais disponíveis, contribuiu para a conservação do meio ambiente, ampliou a flora e

fauna na área de atuação e suas proximidades. Portanto, se favoreceu o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores com a melhoria da qualidade de vida, da produção excedente e da renda relacionada a suas ações.

Os resultados positivos obtidos ao longo dos anos, com o desenvolvimento de ações para implantação de tecnologias sociais no Brasil, são reportados por Barros (2013), Pimentel et al. (2013), Batista et al. (2021), Lima et al. (2021) e Batista et al. (2021). Já para as comunidades rurais do Alto Pantanal, Martins et al. (2021) analisam os impactos para a educação no campo, enquanto Silva et al. (2021) demonstram como as tecnologias sociais podem ser uma solução aos problemas relativos ao meio ambiente, ao setor econômico, social, cadeia produtiva, geração de emprego e renda.

4. Conclusão

Até 2024 foram implantados mais de 65 projetos dentro do estado de Mato Grosso, em um período de 15 anos, tanto para consumo humano como para atividades domésticas, escolares e produtivas para agricultura familiar. Os mesmos beneficiaram diretamente cerca de 162 famílias de pequenos agricultores e 420 estudantes de escolas do campo, totalizando cerca de 1.000 pessoas nos municípios de Cáceres, Nobres, Santo Antônio do Leverger, Várzea Grande, e Chapada dos Guimarães, todos no Mato Grosso.

A adoção de cisternas, com captação de primeira e segunda água, é crucial para enfrentar os desafios de escassez hídrica com períodos secos prolongados, situação esta comum na região do alto pantanal. Estas tecnologias sociais promovem a sustentabilidade e a autossuficiência, assegurando a continuidade das atividades econômicas pela melhoria da qualidade de vida das populações rurais.

O projeto “Plantando Água” prolongou a umidade do solo na microbacia, aumentando o nível de água nas cacimbas que abastecem 150 famílias e duas escolas do campo, além de promover a redução de erosão nas estradas rurais, a melhoria na renda familiar, pela geração de novos empregos no desenvolvimento de cadeias produtivas, com destaque para a pecuária de leite, a produção de espécies nativas (pequi, jatobá, entre outros) na região, combatendo assim o êxodo rural.

É imprescindível que políticas públicas e investimentos continuem a apoiar a disseminação e a implementação dessas soluções inovadoras e sustentáveis, buscando fontes de financiamento, doações de materiais e contrapartida dos agricultores familiares, etc.

A questão ambiental necessita de inúmeras soluções integradas, por isso as nove tecnologias sociais sustentáveis empregadas no presente estudo, podem ser consideradas fundamentais para a agricultura familiar e meio ambiente da região do Alto Pantanal, cada uma contribuindo para uma determinada solução. A garantia do acesso a diversos projetos ambientais integrados e, principalmente, com foco em “produção de água” por parte de propriedades familiares, será fundamental para a sobrevivência do homem em regiões com características hídricas semelhantes ao Alto Pantanal.

No que se refere à função social da terra, conclui-se que o projeto de tecnologias sociais se mostrou essencial para o cumprimento do aspecto legal e social nas áreas onde foi aplicado, possibilitando o manejo apropriado da água, a utilização adequada dos recursos naturais disponíveis, aliado à conservação do meio ambiente, além de favorecer o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores com a melhora da qualidade de vida, da produção excedente e da renda relacionada a suas ações.

Referências

Alves, M. F., Marchetto, M., Curi, S., Pimentel, G., & Rodrigues, R. V. (2016). Avaliação de sistema de cisternas para captação de água de chuva instalados em comunidades rurais de Mato Grosso–Brasil. *E&S Engineering and Science*, 5(1), 40-48.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. (2024). Avaliação da proposta de situação crítica de escassez quantitativa dos recursos hídricos na Região Hidrográfica do Paraguai. Brasília. Nota Técnica Conjunta nº3/2024/SRE/SOE/SHE/SGH/SFI/. Documento nº 02500.023156/2024-39.

- Andrade, A. L. M., Lima, E. R., & Gomes, A. C. A. (2019). A importância do desenvolvimento de projetos e tecnologias sociais na promoção da educação ambiental na Comunidade Requenguela, Icapuí- CE. *Cadernos De Ensino, Ciências & Amp. Tecnologia*, 1(3), 2019. 318–331. <https://revistas.uece.br/index.php/CCiT/article/view/2073>
- Anjos, L. R. A. D., Maia, T. D. C., Queiroz, P. H. D. S., Senna, F. S. D., Campos, R. A., Cardoso, T. F., & Sousa, W. L. D. (2018). Origem e histórico da "Rede Nós de Água": pesquisa, ensino e extensão participativa em conservação de recursos hídricos sob a perspectiva agroecológica. *Revista ELO–Diálogos em Extensão*, 7(1).
- Arrolho, S. Da Silva; Curi, Samir; Lázaro, W. Lopes; Smerman, Wagner; Silva, & Marcos C.A. (2024). Uso De Barraginhas (Bacias De Captação De Enxurrada) No Alto Pantanal Como Ferramenta De Garantia De Segurança Hídrica A Populações Rurais: Estudo De Caso Do Projeto Plantando Água Da Embrapa. NOTA TÉCNICA CONJUNTA UNEMAT e INCRA N° 01/2024.
- Barros, Célia R. S. T. (2010). Estudo da Disponibilidade de Recursos Hídricos nos Projetos de Assentamento da Reforma Agrária na Região do Pantanal do Corixo Grande, Cáceres-MT. Dissertação em recursos hídricos, UFMT. 189 p.
- Barros, L. C. de. (2013). Integração entre barraginhas e Lagos de Múltiplo Uso: O Aproveitamento Eficiente da Água de Chuva para o Desenvolvimento Rural. Sete Lagoas: (Embrapa Milho e Sorgo, circular técnica, 177). 11 p.
- Batista, V. A.; Bichara, C. N. C.; Carneiro, C. R. O.; Furtado, L. G.; Botelho, M. G. L.; Silva, D. F.; & Pontes, A. N. (2021). Tecnologias sociais voltadas para o saneamento básico de comunidades ribeirinhas na Amazônia. *Rev. Bras. Gest. Amb. Sustent.* [online]. 8(19), 909-920. ISSN 2359-1412. DOI: 10.21438/rbgas(2021)081918
- Carvalho, N. D. O. (1986). Hidrologia da Bacia do Alto Paraguai. In: Simpósio Sobre Recursos Naturais e Socio-Economicos Do Pantanal, 1. 1984, Corumbá. Anais. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. (EMBRAPA-CPAP. Documentos, 05).
- Castrillon Junior, D A C. (2022). As relações multidimensionais na gestão territorial em assentamentos da agricultura familiar: estudo multicase no município de Cáceres-MT.
- Curi, S. (s.d.). S/D. Tecnologias sociais para acesso a água na agricultura familiar. Proposta de texto referencial selecionada para o 11º Congresso Nacional dos Profissionais do Sistema CONFEA/CREA.
- Curi, S; Arrolho, S; Smerman, W; & Castrillon, S I. (2024). Implementação De Tecnologias Sociais e Educação Ambiental em Comunidades do Alto Pantanal Mato-Grossense: Estudo De Caso Da Interação De Nove Tecnologias Sociais. NOTA TÉCNICA CONJUNTA UNEMAT e INCRA N° 03/2024.
- De Melo Souza, N. G., Da Silva, J. A., Maia, J. M., Silva, J. B., Júnior, E. D. S. N., & Meneses, C. H. S. G. (2016). Tecnologias sociais voltadas para o desenvolvimento do semiárido brasileiro. *Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management*. 12(3).
- De Oliveira, J E. & Milheira, R G. (2020). Etnoarqueologia de dois aterros Guató no Pantanal: dinâmica construtiva e história. *Mana*, 26(3), 1-39.
- Dias, R. De B. (2011). Tecnologias sociais e políticas públicas: lições de experiências internacionais ligadas à água. *Inclusão Social*. 4(2). <http://revista.ibict.br/inclusao/article/view/1656>
- EMPAER - Empresa Matogrossense de Pesquisa Assistência e Extensão Rural. (2021). Diretrizes Técnicas para o Cultivo do pequi. 29 p.
- EMPAER – Empresa Matogrossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural. (2024). Empaer atualiza sistema com maior segurança e agilidade para armazenar dados da agricultura familiar. <https://www.empaer.mt.gov.br/-empaer-atualiza-sistema-com-maior-seguran%C3%A7a-e-agilidade-para-armazenar-dados-da-agricultura-familiar>
- Gaia, A. C. A. & Gaia, A. R. (2018). Relato de experiência: roteiros para elaboração de trabalhos de conclusão de cursos de licenciatura. Curitiba. Ed. CVR.
- Gnadlinger, J. (2000). Colheita em Água da Chuva em Áreas Rurais. Associação Internacional de Sistemas de Captação de Água de Chuva. 2º Fórum Mundial da Água, Holanda. <https://irpaa.org/colheita/indexb.htm>
- Gnadlinger, J. (2004). Relatório da Oficina Internacional sobre Captação e Manejo de Água de Chuva, Landzou, China, 16 de julho a 31 de agosto de 2004.
- Iocca, F A. S.; Curi, S; Alves, M F.; Arrolho, S. S; & Morimoto, D. (2024). Captação De Água De Chuva Em Comunidades Rurais Na Região Do Alto Pantanal Como Ferramenta De Segurança Hídrica: Estudo De Caso Do Projeto Cisternas. NOTA TÉCNICA CONJUNTA UNEMAT e INCRA N° 02/2024.
- Kolcenti, S. G. R.; Médici, M. S.; & Leão, M. F. (2020). Educação Ambiental em escolas públicas de Mato Grosso. *Revista Científica ANAP Brasil*. ISSN 1984-3240 – 13(29).
- Landau, E. C.; Barros, L. C. De; Ribeiro, P. E. De A.; & Barros, I. De R. (2013). Abrangência geográfica do Projeto Barraginhas no Brasil. Série Folhetos, EMBRAPA. Documento 159. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/980938/abrangencia-geografica-do-projeto-barraginhas-no-brasil>
- Lima, A E F; Da Silva, D R; & Sampaio, J. L. F. (2011). As tecnologias sociais como estratégia de convivência com a escassez de água no Semiárido Cearense. *Conexões-Ciência e Tecnologia*, 5(3).
- Lima, P. C. V.; & Lessa, S. N. (2008). O Ministério Público e sua contribuição para o Desenvolvimento no Norte de Minas. In: Colóquio Internacional, 2008, Montes Claros. Desenvolvimento contra a pobreza. MONTES CLAROS: UNIMONTES, 2008. v. 1, 79-80.
- Maitelli, T. G. (2005). Hidrografia no Contexto Regional. In: Moreno, G.; Higa, T. C. Souza (Org). Geografia de Mato Grosso: Território, Sociedade e ambiente. Cuiabá: Entrelinhas, 2005.
- Marchetto, M, et al. (2016). Plano Municipal de Saneamento Básico do município de Cáceres, Relatório Final, DESA/UFMT.
- Martins, L. C. A; Costa, R. A. S.; & Arrolho Silva, S. A. (2021). Alternativa social sustentável de captação da água da chuva em escola do campo na região da bacia hidrográfica do rio Jauru – MT. *Research, Society and Development*, 10(9), e50810918257.

Nachtigall, Y. D. L., Viola, M. D. S., Gonçalves, G. E., & Oliveira, S. D. (2020). Estratégias em promoção aos objetivos de desenvolvimento sustentável: Experiências com a reprodução tecnologias sociais no Brasil. *Economia e desenvolvimento*, 32(8), 2020. 01-10.

Pimentel Gabriel Gomes, Curi, S, & Marchetto, M. (2013). Suprimento com Uso de Água de Chuva em um Assentamento Rural em Mato Grosso. Trabalho de Conclusão de curso, Departamento de Engenharia Sanitária UFMT, 2013. 10 p.

Silva, M. A.; Oliveira Júnior, E S; & Muniz, C. C. (2021). Impactos das barraginhas: Uma tecnologia social no cotidiano de famílias do assentamento Rancho da Saudade, no município de Cáceres-MT. 2021. Editora UNEMAT. 74p.
<http://portal.unemat.br/media/files/Editora/Marcos%20Cesar%20Arruda%20da%20Silva.pdf>.