

Agroecologia e tecnologias sociais na convivência com o Semiárido: o relato de uma experiência cearense, sob a luz da Economia Ecológica

RESUMO – As tecnologias sociais para a convivência com o Semiárido são instrumentos essenciais para a permanência e produção camponesa em períodos de baixa estiagem no Semiárido cearense. Famílias camponesas utilizam-se dessas tecnologias visando à permanência e manutenção dos seus quintais produtivos, mesmo com a falta de água que assola o segundo semestre no referido estado. No bojo dessa discussão, destaca-se a abordagem teórica defendida pela Economia Ecológica e pela Agroecologia como epistemologias necessárias à discussão no que concerne à permanência do camponês no campo. Dessa forma, o objetivo central deste trabalho está em descrever e analisar as principais tecnologias sociais observadas em uma residência rural na comunidade de Santo Antônio dos Alves, no município de Tabuleiro do Norte, Ceará. A metodologia empregada foi a pesquisa de campo com observação, registro e análise das tecnologias presentes. Destarte, foi identificado que as principais tecnologias em uso pela família camponesa são: o minhocário, o bioágua, o biogás e a cisterna. Tais tecnologias possuem funções individuais, mas que, quando combinadas, funcionam como uma rede de assistência tecnológica que contribui para a permanência no campo para aqueles que vivem na terra e da terra.

Termos para indexação: agroecossistemas, resistência camponesa, soberania alimentar.

Agroecology and social technologies in coexistence with the Brazilian Semi-Arid Region: the report of an experience in state of Ceará in the light of Ecological Economics

ABSTRACT – The social technologies for coexistence with the Brazilian Semi-Arid Region are essential instruments for family farmers to stay in their area and remain producing in periods of low drought in the Semi-Arid Region of the state of Ceará, Brazil. Family farmers use these technologies aiming at the permanence and maintenance of their productive backyards, even with the lack of water that plagues that state in the second half of the year. Within this discussion, the theoretical approach defended by Ecological Economics and Agroecology stands out as epistemologies necessary for the debate regarding the family farmers' permanence in the countryside. Thus, the central objective of this work is to describe and analyze the main social technologies observed in a rural residence in the community of Santo Antônio dos Alves, in the municipality of Tabuleiro do Norte, state of Ceará, Brazil. The methodology employed was field research with observation, registration, and analysis of

Lunian Fernandes Moreira 
Universidade Federal do Ceará (UFC),
Fortaleza, CE, Brasil.
E-mail: lunianmoreira@gmail.com

Maria Miriam Barros dos Santos
Universidade Federal do Ceará (UFC),
Fortaleza, CE, Brasil.
E-mail: miriambarros.s@gmail.com

Vanessa Gomes Pedroza
Universidade Federal do Ceará (UFC),
Fortaleza, CE, Brasil.
E-mail: vaness.pedroza@hotmail.com

Maria Inês Escobar da Costa
Universidade Federal do Ceará (UFC),
Fortaleza, CE, Brasil.
E-mail: escobar@ufc.br

Francisco Casimiro Filho 
Universidade Federal do Ceará (UFC),
Fortaleza, CE, Brasil. E-mail: casimiro@ufc.br

Autor correspondente

Recebido em
30/10/2023

Aprovado em
17/12/2024

Publicado em
16/06/2025

Como citar

MOREIRA, L.F.; SANTOS, M.M.B. dos; PEDROZA, V.G.; COSTA, M.I.E. da; CASIMIRO FILHO, F. Agroecologia e tecnologias sociais na convivência com o Semiárido: o relato de uma experiência cearense, sob a luz da Economia Ecológica. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v.42, e27495, 2025. DOI: <https://doi.org/10.35977/0104-1096.cct2025.v42.27495>.

the technologies present. Therefore, it was identified that the main technologies used by family farmers are the worm farm, biowater, biogas, and the cistern. These technologies have individual functions, but when combined together, they function as a network for technological assistance that contributes to the permanence in the countryside for those who live on and off the land.

Index terms: agroecosystems, family farmers' resistance, food sovereignty.

INTRODUÇÃO

A Economia Ecológica (EE) é um campo epistemológico recente, construído e trabalhado no que concerne ao tripé que discute e inter-relaciona as esferas da natureza, da sociedade e da economia, sob uma ótica que rompe com a Economia Neoclássica, trazendo à tona os impactos socioambientais provocados pelas atividades econômicas tradicionais que não respeitam os limites biofísicos do planeta.

A Economia Ecológica, além de realizar a crítica ao sistema capitalista, também possui como propósito apresentar em que medida os recursos da natureza podem ser usados sob a perspectiva sustentável, assim, questionando por exemplo: quanto pode ser extraído e quanto pode ser devolvido ao meio ambiente por meio do processo econômico? Ou seja, qual é a escala da economia compatível com sua base ecológica? (Cavalcanti, 2010).

A EE defende e incentiva a colaboração entre diversas disciplinas e a verdadeira fertilização cruzada das ciências naturais, sociais e econômico-ecológicas como um pré-requisito importante para cuidarmos do meio ambiente, assim como dos seus recursos, como meio de enfrentar o agravamento das crises ecológicas e sociais do século XXI. Outrossim, entende que a economia deve ser construída com base em fundamentos biofísicos e valores normativos compartilhados que priorizam o bem comum ao invés de interesses individuais (Farley & Kish, 2021).

Respeitar esses limites também significa reconhecer que os recursos naturais são limitados e que as atividades antrópicas em prol

do crescimento econômico podem ter danos irreversíveis. Cechin & Veiga (2010) ressaltam que a humanidade depende dos recursos e serviços oferecidos pelos ecossistemas; portanto, discutir a sobrevivência dos seres humanos na Terra exige atenção ao caráter metabólico de seu processo de desenvolvimento, atenção essa que, cada vez mais, está sendo voltada para os sistemas agroalimentares, tendo em vista que o modelo de produção agrícola convencional imposto pela agricultura industrial, conseqüentemente, entendido como agronegócio, possui problemas em seu funcionamento.

Os impactos destrutivos desse modelo, que está inserido dentro de uma lógica capitalista, atendendo ao modelo econômico convencional, envolvem: a degradação da terra, o uso indiscriminado de água, a degradação do solo, a poluição dos recursos naturais, a injustiça com os sujeitos do campo. Além disso, tal modelo tem como base extensas áreas produtoras de monoculturas com moderna mecanização e exagerado uso de insumos químicos.

Esses impactos são abordados por Gomes (2019), ao evidenciar que as implicações do avanço do agronegócio sobre os recursos naturais acarretam diversos impactos sobre a biodiversidade, bem como a disponibilidade dos recursos hídricos, qualidade do ar e solo e saúde humana, fazendo-se necessário o fortalecimento das discussões sobre como o agronegócio atua no Brasil e seus impactos socioambientais.

Dessa forma, revelando essa discussão que alerta a sociedade para os riscos do crescimento econômico, que é desenfreado e desligado da realidade acerca dos limites dos sistemas naturais, a EE também apresenta e estuda alternativas ambientalmente sustentáveis que auxiliam na manutenção, conservação e resiliência de sistemas agroalimentares, tais como a Agroecologia – esta entendida como ciência e como um conjunto de elementos tecnológicos, políticos e culturais, conformando uma produção agrícola capaz de promover

inclusão social, melhorar as condições econômicas dos agricultores e produzir alimentos isentos de contaminantes químicos (Caporal & Costabeber, 2002).

Outras alternativas aliadas à epistemologia econômico-ecológica e que, geralmente, caminham junto com a produção de base agroecológica são as tecnologias sociais (TS), capazes de fortalecer a permanência de homens e mulheres no campo. Segundo Sousa et al. (2017), as TS podem ser consideradas instrumentos ou métodos que conseguem solucionar problemas sociais, atendendo à simplicidade, baixo custo, fácil aplicabilidade e geração de impacto social; além de que os conhecimentos e as tecnologias podem ser úteis para a resolução de problemas, bem como para a otimização de processos específicos (Gamarra-Rojas et al., 2017).

Portanto, este estudo abrange a discussão que cerceia o campo da convivência com o Semiárido e das TS, já que essas tecnologias vêm sendo, cada vez mais, desenvolvidas e disseminadas por vários atores sociais, como sociedade civil organizada e movimentos sociais, em contraposição à proposta de combate à seca (Gualdani & Sales, 2016). Esta

pesquisa possui como questionamento central: qual a importância das tecnologias sociais para a convivência com o Semiárido, em relação a homens e mulheres camponeses de uma comunidade rural no interior do Ceará?

O objetivo principal deste estudo é identificar e descrever as principais tecnologias sociais para a convivência com o Semiárido, conectando-as aos princípios agroecológicos e econômico-ecológicos, que contribuem para a fixação e permanência de camponeses e camponesas da comunidade rural de Santo Antônio dos Alves, no município de Tabuleiro do Norte, no interior do estado do Ceará.

PERCURSO METODOLÓGICO

Esta pesquisa possui análise qualitativa, de cunho descritivo, com base na pesquisa em campo com observação e análise in loco do objeto de estudo ora investigado.

O locus desta investigação é a comunidade rural de Santo Antônio dos Alves, pertencente ao município de Tabuleiro do Norte, interior do estado do Ceará (ver mapa, a seguir, na Figura 1).

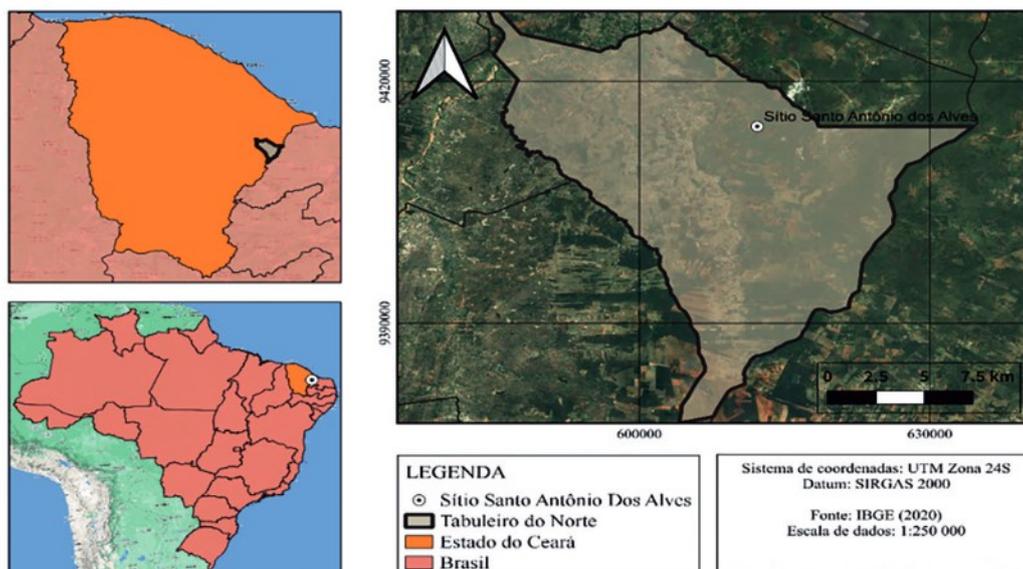


Figura 1. Mapa de localização do Sítio Santo Antônio dos Alves, município de Tabuleiro do Norte, CE.

Fonte: elaborado com dados de IBGE (2020).

Tabuleiro do Norte e, conseqüentemente, a comunidade supracitada, estão localizados na mesorregião do Vale do Jaguaribe, mais precisamente na microrregião do Baixo Jaguaribe, como pôde ser observado no mapa de localização que apresenta, sob a perspectiva especializada, o locus deste estudo.

Ressalta-se, também, que esta pesquisa nasceu da relação direta dos pesquisadores com o território ora investigado, aliada a visitas em campo ao curso superior de Bacharelado em Economia Ecológica, da Universidade Federal do Ceará (UFC). Realizaram-se visitas e estudos nos anos de 2023 e 2024, a agricultores camponeses e à comunidade acima citada.

Além disso, a metodologia utilizada para a coleta do material analisado consistiu na observação, registro fotográfico e diálogo com os camponeses moradores da referida comunidade, com catalogação das tecnologias sociais presentes em uma das residências visitadas.

Segundo Brandão (2007), o trabalho de campo e a pesquisa antropológica caracterizam o estabelecimento de uma relação capaz de produzir conhecimento significativo. Portanto, vivenciar empiricamente e investigar os conflitos e as diferentes formas de resistência camponesa no território em questão foram elementos indispensáveis para construção desta pesquisa.

Ainda, guiado pela linha de raciocínio explanada por Brandão (2007), e entendendo que a pesquisa de campo está diretamente atrelada às vivências pessoais e profissionais dos pesquisadores, este trabalho foi construído por pessoas que acreditam e defendem a necessidade de políticas públicas que contribuam para a manutenção e permanência do homem e da mulher no campo e no Semiárido brasileiro.

ACHADOS DE CAMPO

De acordo com Sousa et al. (2017), o Semiárido brasileiro apresenta longos

períodos de seca e irregularidade das chuvas, com deficiências hídricas significativas e ecossistemas xerófilos. O Semiárido localiza-se na região intertropical, caracterizando-se por possuir clima quente, umidade relativa do ar elevada, distribuição irregular da pluviometria, tanto temporal quanto espacial, e alternância entre anos secos e chuvosos, além de taxa de evaporação bastante elevada.

Ainda de acordo com Calixto Junior & Silva (2016), a seca atinge o Nordeste brasileiro há décadas, apresentando conseqüências desastrosas, ocasionando migração, fome e desemprego. Conseqüentemente, isso resulta em vulnerabilidade social e alimentar. Os mesmos autores destacam que a problemática da seca não deve ser atribuída apenas às limitações ambientais, já que não se trata exclusivamente da falta de água. Deve-se, sobretudo, levar também em consideração a natureza política e a distribuição desse recurso.

Sob essa perspectiva, a região Nordeste, especialmente o estado do Ceará, é vista como uma terra com subjetividades, principalmente no que se refere aos fenômenos naturais. Reitera-se que, apesar das diversidades, os solos cearenses são férteis. Em meados de 1990, por meio da Política Nacional de Irrigação, o estado do Ceará apresentou-se como potencial campo para a implantação dos Perímetros Públicos Irrigados, que tinham a função de promover a prática agrícola em áreas delimitadas pelo próprio Estado, inclusive na região Semiárida (Freitas, 2018).

É na área agrícola do Vale do Jaguaribe, no Baixo Jaguaribe – e, especificamente, na Chapada do Apodi, composta pelos municípios Limoeiro do Norte, Quixeré e Tabuleiro do Norte – que se encontra o Perímetro Irrigado Jaguaribe Apodi (PIJA), responsável por receber grandes empresas nacionais e multinacionais da fruticultura irrigada (Freitas, 2018).

Inicialmente, na década de 1990, as empresas produtoras de commodities para a

exportação instalaram-se nos municípios de Limoeiro do Norte e Quixeré. Posteriormente, mais precisamente no ano de 2020, o território ocupado por essas empresas estendeu-se pela Chapada do Apodi, tendo chegado ao município de Tabuleiro do Norte, composto por comunidades rurais, entre elas a comunidade de Santo Antônio dos Alves, que faz fronteira direta com as plantações de algodão, via agronegócio.

O agronegócio instalou-se na Chapada do Apodi munido do discurso desenvolvimentista, aliado à geração de empregos. Contudo, foi a partir da chegada das empresas produtoras de monocultivos para a exportação, irrigados com água por aspersão e banhados por agrotóxicos, via pulverização aérea, que as problemáticas socioambientais passaram a ser observadas e relatadas na literatura nacional por pesquisadores do Estado.

Há décadas as práticas agrícolas das referidas empresas geram conflitos entre os moradores e os produtores de base familiar do território, em um prélio que perpassa as dimensões sociais, técnicas, econômicas, ambientais, entre outras, nas quais o camponês, sobretudo, vem apresentando significativas perdas, com constante resistência.

O adoecimento de pessoas e os impactos sobre o meio ambiente fizeram surgir movimentos sociais em prol da saúde, do meio ambiente, dos direitos humanos e da vida na região em questão. Entre tais movimentos, destaca-se a frente produtiva agroecológica promovida por homens e mulheres camponeses que, além de contribuírem com a luta contra os impactos das atividades do agronegócio, auxiliam os sujeitos do campo por meio de pesquisas, formações e amparo técnico em experiências que facilitam a convivência com o Semiárido, como é o caso das tecnologias sociais.

Em meio a toda essa problemática da hegemonia do agronegócio no referido território, ressalta-se, ainda, a subjetividade dos períodos de estiagem no estado do Ceará. O período

em que chove bastante no referido estado é denominado de quadra chuvosa, geralmente compreendido entre fevereiro e maio de cada ano, enquanto, no segundo período do ano, há falta de chuvas e de água de nascentes que, em determinados casos, não chega às casas de famílias camponesas. É sob essas condições que os camponeses se reinventam na tentativa de permanecerem produzindo em meio a condições climáticas extremas, com uso de tecnologias sociais para a convivência com o Semiárido.

Dessa forma, é na referida comunidade de Santo Antônio dos Alves, nas casas dos moradores engajados com a produção de base familiar e agroecológica, que se encontra a maior concentração das tecnologias sociais, isto é, aquelas que são aliadas indispensáveis para a produção diversificada de alimentos destinados tanto para o consumo próprio quanto para a comercialização. Tal prática reafirma o compromisso social com a produção de alimentos saudáveis, caminhando contrariamente ao modelo agrícola exportador do agronegócio.

Segundo Silva & Barros (2016, p.72):

As TS emergiram no Brasil nos idos de 1980, face aos graves problemas sociais e ambientais dessa década, entre os quais se destacam as dificuldades para o desenvolvimento do semiárido brasileiro.

Ademais, essas tecnologias fazem parte de um processo de inovação que resulta do conhecimento construído pelo coletivo, pelas pessoas interessadas na sua aplicabilidade.

Gualdani & Sales (2016, p.88), ao destacarem a importância das TS como formas estratégicas de convivência com o Semiárido, frisaram três TS importantes para melhorar a qualidade de vida, a geração de renda e a cidadania das famílias agricultoras. São elas: a captação de água da chuva, a produção de alimentos e o manejo de fontes de energia renováveis.

Segundo Barretto & Piazzalunga (2012), em contextos de vulnerabilidade socioeconômica, é possível identificar tecnologias que se apresentam

como alternativas capazes de solucionar alguns problemas existentes em determinados territórios. Tal conceito recebeu algumas nomenclaturas no decorrer dos anos. Contudo, em 2005, o Brasil adotou o termo “tecnologias sociais” para se referir a metodologias que sejam efetivamente executáveis e transformadoras para as comunidades.

Portanto, a convivência com o Semiárido ampara-se na ideia de

[...] uma percepção holística sobre as realidades complexas dos ecossistemas e na valorização de conhecimentos locais, valores e práticas apropriadas ao meio ambiente, objetivando a melhoria da qualidade de vida de populações (Silva & Barros, 2016, p.72).

Dessa forma, afirma-se que a Agroecologia e as tecnologias sociais possuem papéis significativos dentro da realidade do Semiárido cearense. Tal realidade é particularmente susceptível a períodos prolongados de seca, além de apresentar os piores indicadores sociais do País (Praciano et al., 2022).

Assim, inter-relacionar a Economia Ecológica, a Agroecologia e as tecnologias sociais, em prol da discussão que protagoniza a sociedade e o meio ambiente natural, tem se tornado tarefa diária para pesquisadores, com perspectiva interdisciplinar, que objetivam romper com as amarras do sistema econômico tradicional, concomitantemente promovendo estudos que abordem o respeito aos limites da natureza.

Ademais, reafirma-se que esses cientistas, juntamente com aqueles que vivenciam cotidianamente a hegemonia agrícola tradicional, vêm contribuindo para o fortalecimento e manutenção dessas práticas e campos do conhecimento no interior do Ceará, em áreas de hegemonia do agronegócio, mas, também, de resistência por meio da produção camponesa.

Segundo Oliveira et al. (2015), a grande importância das TS está em promover a saúde

das comunidades vulneráveis, nos seus aspectos sociais, políticos e econômicos. Os autores destacam que as tecnologias sociais motivam a articulação dos indivíduos a favor de um bem comum, além de conservarem os saberes tradicionais.

Dessa forma, para Cavalcanti (2011), a ideia de estabelecer uma convivência com o Semiárido representa um caráter propositivo que pode ajudar no enfrentamento das questões e problemas econômicos, sociais e ambientais. Essa convivência precisa ser harmoniosa, mesmo considerando as limitações e especificidades de cada contexto. Contudo, para tanto, necessita-se de políticas públicas e meios essenciais para essa promoção.

Assim, é sob essas condições que os camponeses se reinventam na tentativa de permanecerem e produzirem em meio a condições climáticas extremas, assegurados pelo uso das tecnologias sociais para a convivência com o Semiárido. Tais tecnologias são também necessárias à construção de uma identidade camponesa. Para Silva & Barros (2016), as TS fortalecem e auxiliam a participação comunitária e o equilíbrio social, ajudando a superar as limitações ambientais, sociais e econômicas.

Ademais, as TS promovem a melhoria da

[...] qualidade de vida, além de possibilitar a sustentabilidade, oferecendo a oportunidade de uma convivência saudável com o semiárido, respeitando suas características fisiográficas e se adaptando às necessidades dos que ali vivem (Silva & Barros, 2016, p.75).

Além disso, as tecnologias sociais, especialmente as que envolvem captação e reúso da água, são fundamentais na promoção da soberania alimentar no campo porque ajudam não somente na produção de alimentos, mas também na diversidade de produção, contribuindo, assim, para o fortalecimento da soberania e segurança alimentar.

As águas provenientes de cisternas, por exemplo, são muitas vezes destinadas

principalmente para o preparo da alimentação das famílias. O estudo de Almeida et al. (2021) mostra que a gestão familiar de algumas cisternas (como cisternas calçadão e cisternas enxurrada) destina uma grande parcela da água para a produção de alimentos, com 62% da água proveniente da cisterna enxurrada sendo destinada para essa produção.

Isso mostra o quão importante é essa tecnologia, principalmente em um cenário em que muitas famílias enfrentam dificuldades financeiras para comprar água de carro pipa. Além disso, as famílias que têm acesso à água provinda de cisternas também ajudam as famílias vizinhas que precisam de água para cozinhar. Ainda segundo os mesmos autores, essas tecnologias sociais também possibilitam uma base alimentar familiar nutritiva e diversa, pautada pelo cultivo de verduras e hortaliças.

Essas tecnologias sociais também podem apresentar papel econômico importante para as famílias camponesas no que se relaciona à possibilidade de geração de renda com a venda do excedente produtivo. Santos (2017) apresenta, em seu estudo, a diversidade produtiva de famílias camponesas após a implementação de tecnologias sociais, em que as rendas de 70% dessas famílias foram complementadas pela comercialização dos excedentes produtivos, e 35% dessas famílias conseguiram garantir pelo menos um salário mínimo com essa comercialização.

Dessa maneira, em seguida, serão apresentadas as principais tecnologias sociais observadas na comunidade rural de Santo Antônio dos Alves, localizada no município de Tabuleiro do Norte. Tais tecnologias são: o minhocário, o bioágua, o biodigestor/biogás, o sistema de aquaponia e a cisterna.

Parte das tecnologias sociais observadas chegaram via diálogos e momentos de formação com a Cáritas Diocesana, pertencente ao município de Limoeiro do Norte, que faz um trabalho de assistência com as famílias

camponesas na região da Chapada do Apodi¹, incluindo as comunidades rurais do município de Tabuleiro do Norte. Uma exceção foi a tecnologia social “cisterna”, que chegou por meio de uma política pública da Articulação do Semiárido (ASA), com posterior apoio do governo federal da época.

Algumas dessas tecnologias possuem como objetivo contribuir para a reposição da fertilidade natural dos solos, como, por exemplo, o minhocário, que funciona como um reciclador de lixo orgânico, que, ao passar pelo processo de decomposição, é utilizado como adubo para as diferentes culturas produzidas nos quintais agroecológicos, podendo ser observado na Figura 2.

Lima & Teixeira (2017) ressaltam a necessidade de um método de reaproveitamento do lixo orgânico que reduza o seu impacto no meio ambiente, reciclando-o por meio da vermicompostagem, na qual, geralmente, usam-se minhocas, as quais dão o nome popular de “minhocário”. Ainda, destaca-se que:

[...] este é um processo biotecnológico muito simples, no qual as minhocas são usadas em uma composteira para acelerar a conversão da matéria orgânica e gerar dois biofertilizantes de qualidade: um sólido (húmus) e um líquido (chorume) (Silva et al., 2016, p.387-388).

Adiante, observando as demais tecnologias presentes no quintal agroecológico analisado, pode ser identificado um bioágua (Figura 3). Esse bioágua é uma tecnologia que capta a água descartada após utilização em tarefas domésticas e banho, filtrando e destinando essa mesma água para a reutilização nas plantações do agricultor, ou seja, refere-se ao tratamento de água cinza (Lando et al., 2017). Ainda segundo Lando et al. (2017), a problemática da falta de água no Semiárido brasileiro seria resolvida com tecnologias baratas e que motivassem o consumo consciente da água,

¹⁰ A Chapada do Apodi está localizada, mais precisamente, entre os municípios de Limoeiro do Norte e Quixeré – municípios esses que fazem divisa com o estado do Rio Grande do Norte –, mas se estende, também, até o município de Tabuleiro do Norte.

Foto: Lunian Fernandes Moreira



Figura 2. Minhocário na comunidade Sítio Santo Antônio dos Alves – município de Tabuleiro do Norte, CE.

Foto: Lunian Fernandes Moreira



Figura 3. Bioágua na Comunidade Sítio Santo Antônio dos Alves – município de Tabuleiro do Norte, CE.

além de serem utilizadas para a agricultura sem prejudicar e causar danos ambientais.

Apoiando-se no mesmo pensamento, autores como Santos et al. (2016, p.109) destacam que “a proposta do Bioágua Familiar se apresenta como uma oportunidade ímpar para o alcance da sustentabilidade local” e, ainda, destaca-se que:

[...] a reutilização de águas residuárias está sendo uma alternativa diante dos impactos sobre a produção agrícola e distribuição de alimentos, com uso da irrigação através do projeto bioágua (Souza et al., 2016, p.9).

Nessa mesma perspectiva e com o mesmo entendimento no que concerne à funcionalidade do bioágua, Souza et al. (2016, p.8) destacam que:

Esse sistema constitui-se em tanques de tratamento e reuso de água gerada nas residências rurais, com exceção do vaso sanitário, denominada de água cinza, onde essa água por meio de uma rede hidráulica é convergida e filtrada por mecanismos biológicos e físicos. O tanque de tratamento é

formado por camadas sobrepostas, de baixo para cima, com a utilização de seixos, cascalhos, areia lavada, serragem, húmus e minhocas.

Além disso, entre as demais tecnologias observadas, tem-se os biodigestores ou biogás (Figura 4). Conforme Colatto & Langer (2011), os biodigestores são fontes de energia que ajudam no controle das emissões de gases do efeito estufa e contribuem para a destinação correta dos dejetos de animais, diminuição de esterqueiras e, principalmente, para a geração de energia de forma correta e consciente.

Para Zanette (2009, p.8), “os processos de digestão anaeróbica podem ser utilizados para o tratamento de qualquer material de origem orgânica”. Ainda, segundo o autor, atualmente, a principal aplicação de tratamento, que permite o aproveitamento de biogás, se dá com o tratamento dos resíduos urbanos, agropecuários e efluentes domésticos e industriais.



Foto: Lunian Fernandes Moreira

Figura 4. Biogás na Comunidade Sítio Santo Antônio dos Alves – município de Tabuleiro do Norte, CE.

Sobre a digestão anaeróbica, de acordo com Oliveira & Higarashi (2006, p.14),

[...] a digestão anaeróbia é um processo de tratamento de materiais orgânicos que se desenvolve na ausência de oxigênio e, simultaneamente, uma opção energética, com reconhecidas vantagens ambientais.

Os autores ora mencionados destacam a importância da tecnologia observada para a convivência com o Semiárido, pois essa tecnologia é capaz de promover ações consideradas ambientalmente sustentáveis, ressaltando que ela recebe os dejetos de porcos que são criados em espaços privados. Tais dejetos são coletados em um recipiente próprio que, após o processo de fermentação anaeróbia, produz um gás, nesse caso denominado de biogás, que é utilizado para os preparos domésticos, além de que os

biodigestores são tecnologias que conseguem reduzir gases de efeito estufa oriundos dos dejetos animais (Ventura et al., 2012).

Por último, este estudo destaca a tecnologia chamada cisterna (Figura 5). Passador & Passador (2010, p.73) a descrevem como “a captação de águas de chuva em sistemas individuais de abastecimento de água”. Esta tem sido uma prática usual há muitos anos. A cisterna é capaz de coletar e armazenar água das chuvas para utilização doméstica e na agricultura, em períodos de estiagem. Souza et al. (2016) relatam que as cisternas são alternativas para a captação e armazenamento de águas da chuva em áreas rurais de regiões semiáridas. Além disso, “a cisterna é uma tecnologia simples, de baixo custo e adaptável a qualquer região” (Ribeiro & Oliveira, 2019, p.362).

Foto: Lunian Fernandes Moreira



Figura 5. Cisterna na Comunidade Sítio Santo Antônio dos Alves – município de Tabuleiro do Norte, CE.

Segundo Lando et al. (2017, p.42), as cisternas formam um sistema baseado

[...] praticamente de uma superfície de captação da água da chuva, que pode ser o telhado da residência onde a água é transportada por uma calha até a cisterna, ou o calçadão construído próximo a residência.

Em se tratando da tecnologia observada e relatada neste trabalho, a tecnologia retratada aqui é a “cisterna calçadão”, que capta a água das chuvas, armazenando-a em seu reservatório construído de alvenaria. De acordo com Silva & Barros (2016, p.74):

As TSs representam muito para o sertanejo, pois muitas delas contribuem para minimizar os impactos da semiaridez, possibilitando a permanência do homem no campo, ao mesmo tempo em que se tornam instrumentos de políticas públicas voltados para a convivência com a seca. Devido à dificuldade de acesso à água no semiárido, a ASA vem, desde os anos 2000, desenvolvendo

alternativas estratégicas para garantir esse acesso para suas populações, sendo muitas dessas alternativas construídas por elas.

Como reforçado por Gualdani & Sales (2016, p.90),

[...] as cisternas de captação de água de chuva, bem como um conjunto de tecnologias de produção de alimentos, foram adotadas como políticas públicas, e estas vinculadas à garantia do acesso à água potável em regiões ainda sem acesso a esse recurso.

Além disso,

[...] a instalação das cisternas de placas estabelece um conjunto de mudanças que, gradativamente, assegura melhoria na saúde e, também, no que diz respeito às formas de acesso (Souza et al., 2016, p.6).

Ademais, tem-se a tecnologia social chamada sistema de aquaponia (Figura 6), que, de acordo com Belintano et al. (2020, p.7),



Foto: Lunian Fernandes Moreira

Figura 6. Sistema de aquaponia na Comunidade Sítio Santo Antônio dos Alves – município de Tabuleiro do Norte, CE.

[...] apesar do sistema ainda estar em expansão no Brasil, a modalidade tende a crescer muito nos próximos anos, tendo em vista que a aquaponia é um sistema extremamente útil e uma possível solução para os problemas hídricos e a falta de solos férteis. O sistema se torna uma alternativa viável e vantajosa para uma produção de larga escala.

Para Martins (2017, p.102), a aquaponia consiste em

[...] uma atividade que conjuga a aquacultura (criação de animais aquáticos) com a hidroponia (cultivo de plantas sem solo). Geralmente, consiste na criação em circuito fechado de peixes e de plantas, sendo ambos destinados à alimentação humana.

Além disso,

[...] existem diversas formas e tamanhos de sistemas aquapônicos, porém, a maioria deles tem o mesmo princípio de funcionamento dividido em três partes básicas: tanque de peixes, tanques de hidroponia e sistemas de filtragem (Paula, 2020, p.2).

De acordo com Corrêa (2018, p.34), o sistema aquapônico é constituído da seguinte forma:

[...] a aquaponia envolve três organismos muito distintos (peixes, bactérias e plantas) num mesmo corpo de água, e que é de extrema importância conhecer as necessidades de cada um deles para que a faixa de pH possa atender satisfatoriamente a todos.

Neste exemplo, os peixes utilizados no processo são as tilápias (*Oreochromis niloticus*), que, após alimentação com ração própria à sua espécie, excretam amoníaco na água. Este, por sua vez, entra em contato com bactérias que realizam o processo de nitrificação, que se dá por meio da transformação de nitritos em nitratos e de nitratos em nitritos na água, que, conseqüentemente, ao entrarem, em contato com as plantas, são absorvidos por estas; assim, os dejetos são aproveitados no próprio sistema, evitando o descarte nos corpos d'água naturais (Martins, 2017; Sátiro et al., 2018).

Um fator importante ressaltado por Sátiro et al. (2018, p.34) diz respeito à utilização de agrotóxicos. Afirmam que

[...] a restrição do uso de agrotóxicos no controle de pragas dos vegetais se faz necessária, devido ao comprometimento da saúde dos peixes. Sendo assim, os produtos oriundos do sistema têm apelo humanitário, zelando pela saúde dos consumidores.

Assim como nas outras tecnologias sociais supracitadas, o contexto produtivo das famílias rurais está relacionado à soberania alimentar e convivência com o Semiárido, em um processo cíclico em que as águas e resíduos gerados pela atividade humana são reutilizados em prol do próprio reabastecimento produtivo alimentício dos quintais produtivos, sem a utilização de contaminantes químicos que configurem um processo de adoecimento socioambiental.

Dando prosseguimento à discussão, Oliveira et al. (2015) afirmam a importância da implantação das tecnologias sociais para os sujeitos em vulnerabilidade social. Destacam que essas tecnologias contribuem de forma positiva, beneficiando a vida das pessoas na comunidade, direta ou indiretamente, envolvidas. Nota-se, também, que essas ações impulsionam melhores condições de vida e bem-estar, uma vez que geram incentivo à criatividade, exercício de cidadania e processos democráticos, além de unirem conhecimento tradicional e científico.

Apesar da constante ameaça de expropriação que a Comunidade Santo Antônio dos Alves e outras comunidades circunvizinhas vêm sofrendo em virtude do avanço do agronegócio no campo, forças contra-hegemônicas resistem por, entre outros fatores, praticarem a Agroecologia e possuírem diferentes tecnologias sociais para a convivência com o Semiárido, nas residências de agricultores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise das tecnologias aqui apresentadas, identificou-se a necessidade de expansão desse processo de permanência na terra para outras residências e famílias camponesas, bem como a sua capacidade de

promover a resistência e convivência camponesa com o Semiárido no interior do Ceará.

A contribuição deste estudo consiste no ato de apresentar as ideias e ações de dois campos do conhecimento, que são a Economia Ecológica e a Agroecologia, inter-relacionando-as, com a discussão da implementação de tecnologias sociais para convivência com o Semiárido em comunidades rurais pelo País, o que possibilita uma ampla discussão no que concerne aos impactos ocasionados pelo modelo econômico tradicional, bem como a devolutiva positiva que tais tecnologias ofertam àqueles que delas fazem uso.

Afirma-se, também, que os pequenos agricultores familiares em comunidades rurais, nesse caso os agricultores da comunidade Santo Antônio dos Alves, vêm se dedicando a desenvolver práticas agrícolas alternativas combinadas com as tecnologias sociais para a convivência com o Semiárido. São ações que se alinham à proposta de uma sociedade socioambientalmente sustentável. E isso ocorre por meio do embasamento teórico-prático e científico da Agroecologia, ao ser produzida uma diversidade de alimentos via tecnologias sociais, caminhando contrariamente ao modelo agrícola produtivo das multinacionais instaladas no território em questão.

Dessa maneira, o elo entre Economia Ecológica e Agroecologia, atrelado à utilização e discussão da importância das tecnologias sociais para os sujeitos do campo, representa um importante passo no processo educativo-pedagógico de resistência camponesa que identifica no modelo capitalista agrícola a exploração dos agroecossistemas, enquanto contribui para a emancipação humana daqueles que utilizam a terra respeitando seus limites.

Assim, científica e empiricamente, tais epistemologias exprimem o melhor caminho para a produção de alimentos saudáveis, ao passo que respeitam os recursos da natureza, os princípios

ecológicos e os sujeitos envolvidos nos processos produtivos, valorizando o saber tradicional de comunidades que historicamente lidam diretamente com a terra; além disso, incentivam a ética nas relações comerciais e não fazem uso de insumos químicos como agrotóxicos, fortalecendo a soberania alimentar local.

Por fim, é indispensável afirmar que as tecnologias sociais contribuem para a fixação de homens e mulheres no território da Chapada do Apodi, na comunidade de Santo Antônio dos Alves, por possibilitarem o desenvolvimento produtivo de alimentos, amparado nos princípios agroecológicos e econômico-ecológicos. São, portanto, indispensáveis para a convivência e sobrevivência de camponeses no Semiárido.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo apoio financeiro. Aos agricultores e agricultoras das comunidades rurais de Tabuleiro do Norte, CE.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E.P. de; CORRÊA, M.M.; ANDRADE, L.P. de. Tecnologias Sociais e produção de alimentos em municípios do Sudoeste Baiano: conquistas e desafios na garantia da soberania alimentar camponesa. **Geopauta**, v.5, e9638, 2021. DOI: <https://doi.org/10.22481/rg.v5i4.e2021.e9638>.
- BARRETTO, S.F.A.; PIAZZALUNGA, R. Tecnologias sociais. **Ciência e Cultura**, v.64, p.4-5, 2012. DOI: <https://doi.org/10.22481/rg.v5i4.e2021.e9638>.
- BELINTANO, A.L. de O.; KREUTZ, F.I.; MESSIAS, E.A.; IBANHEZ, J.R.; FERREIRA, M.W.; GUILHERME, D. de O. Sistema de aquaponia em escada: estudo de caso. **PUBVET Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.14, p.1-9, 2020. DOI: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v14n1a500.1-9>.
- BRANDÃO, C.R. Reflexões sobre como fazer trabalho de campo. **Sociedade e Cultura**, v.10, p.11-27, 2007. DOI: <https://doi.org/10.5216/sec.v10i1.1719>.
- CALIXTO JUNIOR, F.; SILVA, A.C. da. Sustentabilidade e políticas públicas de convivência com o semiárido: um

- olhar sobre as tecnologias sociais no campo. **Revista Casa da Geografia de Sobral**, v.18, p.44-62, 2016. Disponível em: <<https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/285/279>>. Acesso em: 28 set. 2023.
- CAPORAL, F.R.; COSTABEBER, J.A. Agroecologia: enfoque científico e estratégico. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.3, p.13-16, 2002. Disponível em: <https://www.agraer.ms.gov.br/wp-content/uploads/2015/05/Enfoque_Cientifico_e_Estrategido_ADRS.pdf>. Acesso em: 27 set. 2023.
- CAVALCANTI, C. Concepções da economia ecológica: suas relações com a economia dominante e a economia ambiental. **Estudos Avançados**, v.24, p.53-67, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142010000100007>.
- CAVALCANTI, E.R. Educação ambiental e educação contextualizada com base na convivência com semiárido. In: LIMA, R. da C.C.; CAVALCANTE, A. de M.B.; PEREZ MARIN, A.M. (Ed.). **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Campina Grande: Insa, 2011. p.79-88.
- CECHIN, A.; VEIGA, J.E. da. O fundamento central da Economia Ecológica. In: MAY, P.H. (Org.). **Economia do Meio Ambiente: teoria e prática**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier: Campus, 2010. p.33-48. Disponível em: <https://www.google.com.br/books/edition/Economia_do_meio_ambiente/zgj43XNhYugC?hl=pt-BR&gbpv=1&dq=%22Economia+do+Meio+Ambiente:+teoria+e+pr%C3%A1tica%22+%2B+2010&printsec=frontcover>. Acesso em: 2 jun. 2023.
- COLATTO, L.; LANGER, M. Biodigestor: resíduo sólido pecuário para produção de energia. **Unoesc & Ciência**, v.2, p.119-128, 2011. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/acet/article/view/738/pdf_203>. Acesso em: 5 jul. 2023.
- CORRÊA, B.R.S. **Aquaponia rural**. 2018. 70p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/32828>>. Acesso em: 25 out. 2023.
- FARLEY, J.; KISH, K. Ecological economics: the next 30 years. **Ecological Economics**, v.190, art.107211, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107211>.
- FREITAS, B.M.C. **Campepinato, uso de agrotóxicos e sujeição da renda da terra ao capital no contexto da expansão da Política Nacional de Irrigação no Ceará**. 2018. 325p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-12072018-163926/publico/2018_BernadeteMariaCoelhoFreitas_VCorr.pdf>. Acesso em: 30 maio 2023.
- GAMARRA-ROJAS, G.; SILVA, N.C.G. da; VIDAL, M.S.C. Contexto, (agri)cultura e interação no agroecossistema familiar do caju no semiárido brasileiro. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.34, p.315-338, 2017. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/26382>>. Acesso em: 19 ago. 2023.
- GOMES, C.S. Impactos da expansão do agronegócio brasileiro na conservação dos recursos naturais. **Cadernos do Leste**, v.19, p.63-78, 2019. DOI: <https://doi.org/10.29327/248949.19.19-4>.
- GUALDANI, C.; SALES, M. Tecnologias sociais de convivência com o semiárido e a racionalidade camponesa. **Sustentabilidade em Debate**, v.7, p.86-99, 2016. Edição especial. DOI: <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v7n0.2016.18646>.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha municipal 2020**. 2020. Disponível em: <https://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/>. Acesso em: 14 set. 2023.
- LANDO, G.A.; QUEIROZ, A.P.F. de; MARTINS, T.L.C. Direito fundamental à água: o consumo e a agricultura sustentável pelo uso dos sistemas de cisterna e bioágua familiar nas regiões do semiárido brasileiro. **Campo Jurídico**, v.5, p.35-64, 2017. DOI: <https://doi.org/10.37497/sdgs.v5i1.105>.
- LIMA, D.A. de A.; TEIXEIRA, C. Minhocário como prática de educação ambiental. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.12, p.129-140, 2017. Disponível em: <https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID427/v12_n7_a2017.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2023.
- MARTINS, P. Aquaponia, uma novidade na educação ambiental. **Ambientalmente Sustentável**, v.1, p.101-106, 2017. DOI: <https://doi.org/10.17979/ams.2017.23-24.1.3369>.
- OLIVEIRA, E.F. de; JESUS, V.S. de; SIQUEIRA, S.M.C.; ALVES, T. de A.; SANTOS, I.M. dos; CAMARGO, C.L. de. Promovendo saúde em comunidades vulneráveis: tecnologias sociais na redução da pobreza e desenvolvimento sustentável. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, v.36, p.200-206, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2015.esp.56705>.
- OLIVEIRA, P.A.V. de; HIGARASHI, M.M. **Geração e utilização de biogás em unidades de produção de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 115). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/856124/1/doc115.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2023.
- PASSADOR, C.S.; PASSADOR, J.L. Apontamentos sobre as políticas públicas de combate à seca no Brasil: cisternas e cidadania? **Cadernos Gestão Pública e Cidadania**, v.15, p.65-86, 2010. DOI: <https://doi.org/10.12660/cgpc.v15n56.3203>.
- PAULA, C. da S. **Aquaponia: uma ferramenta didática de ensino no IFPA – Santárem, Brasil**. 2020. 75p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Castanhal. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/13158/1/Dissertacao_

[AquaponiaFerramentaDidatica.pdf](#)>. Acesso em: 30 out. 2023.

PRACIANO, A.C.; GORAYEB, A.; MONTEIRO, L. de A. Avaliação do impacto do uso de agrotóxico na qualidade da água para o abastecimento público do município de Foquilha-Ceará. **Revista OKARA: Geografia em Debate**, v.16, p.268-281, 2022. DOI: <https://doi.org/10.22478/ufpb.1982-3878.2022v16n2.65410>.

RIBEIRO, C.S.; OLIVEIRA, G.G. A questão hídrica no semiárido baiano: conflitos pelo uso da água e as tecnologias sociais de aproveitamento de água de chuva. **Revista del CESLA. International Latin American Studies Review**, n.23, p.355-381, 2019. Disponível em: <<https://www.revistadelcesla.com/index.php/revistadelcesla/article/view/578/481>>. Acesso em: 4 out. 2023.

SANTOS, C.F. dos; MAIA, Z.M.G.; SIQUEIRA, E.S.; ROZENDO, C. A contribuição da Bioágua para a segurança alimentar e sustentabilidade no Semiárido Potiguar brasileiro. **Sustentabilidade em Debate**, v.7, p.100-113, 2016. DOI: <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v7n0.2016.18347>.

SANTOS, K.F. da S. O Programa “Uma Terra e Duas Águas – P1+2” como instrumento político- pedagógico e social na promoção da segurança alimentar e nutricional. **Revista Macambira**, v.1, p.84-101, 2017. DOI: <https://doi.org/10.35642/rm.v1i1.107>.

SÁTIRO, T.M.; RAMOS NETO, K.X.C.R.; DELPRETE, S.E. Aquaponia: sistema que integra produção de peixes com produção de vegetais de forma sustentável. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v.11, p.38-54, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18817/repesca.v11i1.1513>.

SILVA, K.L. da; COSTA, N. da S.; GARCIA, P.L.M. e; MUSSEL, M.C.; FERREIRA, M.; VIANNA, C.R. Minhocário de baixo custo: uma alternativa viável para o reaproveitamento de

resíduos orgânicos domésticos. **META**, v.1, p.386-392, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.cefetmg.br/index.php/revistadameta/article/viewFile/879/724>>. Acesso em: 9 jun. 2023.

SILVA, V.P. da; BARROS, E.C.N. de. Tecnologias sociais no Rio Grande do Norte: algumas discussões sobre a convivência com o Semiárido. **Sustentabilidade em Debate**, v.7, p.69-85, 2016. DOI: <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v7n0.2016.18760>.

SOUSA, A.B. de; COSTA, C.T.F. da; FIRMINO, P.R.A.; BATISTA, V. de S. Tecnologias sociais de convivência com o Semiárido na região do Cariri Cearense. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.34, p.197-220, 2017. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/173912/1/Tecnologias-sociais-de-convivencia-com-o-semiarido.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

SOUZA, N.G. de M.; SILVA, J.A. da; MAIA, J.M.; SILVA, J.B.; NUNES JÚNIOR, E. da S.; MENESES, C.H.S.G. Tecnologias sociais voltadas para o desenvolvimento do semiárido brasileiro. **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v.12, p.1-12, 2016. Disponível em: <<https://revista.uepb.edu.br/BIOFARM/article/view/2059/1662>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

VENTURA, A.C.; GARCÍA, L.F.; ANDRADE, J.C.S. Tecnologias sociais: as organizações não governamentais no enfrentamento das mudanças climáticas e na promoção do desenvolvimento humano. **Cadernos EBAPE.BR**, v.10, p.605-629, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1679-39512012000300009>.

ZANETTE, A.L. **Potencial de aproveitamento energético de biogás no Brasil**. 2009. 105p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://www.osti.gov/etdeweb/servlets/purl/21429297>>. Acesso em: 14 jul. 2023.