

GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO PROGRAMA MANDALLA MAIS INFÂNCIA EM BARREIRA, CEARÁ.

FRANCISCO VIANA DA SILVA FILHO¹
VANDILBERTO PEREIRA PINTO²

RESUMO

O Brasil possui uma das maiores áreas irrigadas do mundo, justificado pelo elevado crescimento e desenvolvimento populacional do país. Essa crescente tem forte influência na diminuição da disponibilidade dos recursos naturais, principalmente, os recursos hídricos. Desta forma, compreender a gestão dos recursos hídricos é de fundamental importância para as mais variadas atividades agrícolas e industriais em exercício. Existe atualmente uma quantidade pequena de água disponível para o suprimento humano e doméstico, o que caracteriza a necessidade do seu uso consciente. Muitos estudos e pesquisas tem como foco o uso adequado da água, ou ainda, formas alternativas como o reúso agrícolas e as políticas públicas, como o projeto Mandalla. Neste cenário, objetiva-se com esse trabalho realizar a gestão dos recursos hídricos em propriedades rurais beneficiadas pelo projeto. Os dados foram obtidos por meio de um questionário semiestruturado aplicado aos agricultores familiares do município de Barreira – CE, e posteriormente, tabulados através do software Excel. Todos os beneficiados demonstraram interesse e consciência dos manejos adotados na condução do programa, possuindo como objetivo comum a promoção da sustentabilidade rural e preservação dos recursos do meio ambiente. Com isso, percebe-se a forte consciência e luta da agricultura familiar para a promoção de uma melhor qualidade de vida no meio rural.

Palavras-chave: Agricultura sustentável, Agroecologia e recursos naturais.

¹ Discente da Especialização em Gestão de Recursos Hídricos Ambientais e Energéticos, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), fviana@aluno.unilab.edu.br

² Docente da Especialização em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos. Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), vandilberto@unilab.edu.br

ABSTRACT

Brazil has one of the largest irrigated areas in the world, justified by the country's high population growth and development. This increase has a strong influence on the decrease in the availability of natural resources, mainly water resources. Therefore, understanding the management of water resources is of fundamental importance for the most varied agricultural and industrial activities in progress. There is currently a small amount of water available for human and domestic supply, which characterizes the need for its conscious use. Many studies and research focus on the appropriate use of water, or alternative forms such as agricultural reuse and public policies, such as the Mandalla project. In this scenario, the objective of this work is to manage water resources on rural properties benefiting from the project. The data were obtained through a semi-structured questionnaire applied to family farmers in the municipality of Barreira – CE, and subsequently tabulated using Excel software. All beneficiaries demonstrated interest and awareness of the management adopted in conducting the program, with the common objective of promoting rural sustainability and preserving environmental resources. With this, we can see the strong awareness and struggle of family farming to promote a better quality of life in rural areas.

Keywords: Sustainable agriculture, Agroecology and natural resources.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos dez países de maior área irrigada do mundo, de acordo com o Censo Agropecuário de 2017. Entre os anos de 1980 a 2017 ocorreu um crescimento exponencial de 1,9 milhões de hectares para 6,7 milhões, respectivamente (IBGE, 2017). A expansão das áreas irrigadas ocorreu juntamente com o crescimento populacional, o desenvolvimento tecnológico e a necessidade de aumentar a produção de alimentos e renda.

Alves et al., (2012) definem que com a crescente expansão das atividades agrícolas e industriais, o volume e quantidade de água disponível tem apresentado decréscimo acentuado, o que contribui diretamente para a degradação ambiental. Em regiões de clima semiárido, principalmente, a água exerce papel limitante para desenvolvimentos de muitos empreendimentos, sejam eles agrícolas ou urbanos.

A gestão dos recursos hídricos, segundo Tundisi (2013) é uma conjuntura essencial ao desenvolvimento econômico e territorial, caracterizando-se como uma temática significativa aos usos múltiplos e competitivos que exercem pressões sobre a quantidade e qualidade de água.

De acordo com o Conselho Nacional das Águas (2023) os corpos d'água cobrem cerca de 70% da superfície terrestre. Entretanto, a maior parte deste percentual não é adequada para o consumo, seja ele humano ou doméstico, ou ainda, para a prática de irrigação. Somente 2,5% do volume corresponde a água, com baixo índice de salinidade, todavia, 1,8% corresponde às geleiras dos países frios. Na figura 01, apresenta-se a água que será utilizada na criação de peixes, e conseqüentemente, aplicada para a irrigação.

Figura 01 - Água para o projeto.



Fonte: Autoral (2025).

Conforme a Agência Nacional de Água (Ana, 2017) no ano de 2015, com 79 projetos de irrigação em produção distribuídos no Brasil, 34 desses projetos apresentaram uma produção acima de mil hectares, o que representou um somatório de mais de 201 mil hectares produtivos. Esses resultados correspondem a 92% de toda a área total dos perímetros públicos irrigados. Esta política pública promove a produção de alimentos de qualidade, além de atuar na geração de empregos nas regiões onde estão inseridos.

Entende-se a nível mundial que a irrigação é a atividade que possui a maior demanda de água derivada de fontes como rios, lagos e aquíferos subterrâneos (DANTAS et al., 2014). Contudo, também pode ser abastecida por outras fontes, como as águas de chuvas armazenadas ou águas que advém de processos para reuso agrícola.

O clima semiárido do Nordeste é reconhecido pelos curtos períodos de chuva intercalados com secas extensas, o que gera um percentual mínimo de água disponível, em qualidade e quantidade. O território configura-se com uma má distribuição de água, elevada evaporação e baixa precipitação anual (ANDRADE et al., 2010).

Diante desse cenário, a irrigação tem como função o fornecimento de água para suprir as necessidades hídricas das plantas cultivadas, promovendo os rendimentos de produtos de qualidade, e ainda, de atuar como um aspecto de importância socioeconômica (DA SILVA SANTOS et al., 2020). Além do aumento significativo da produtividade, a irrigação dimensionada corretamente associada a uma gestão eficiente contribui para a conservação dos recursos hídricos e a sustentabilidade ambiental.

A Secretaria de Desenvolvimento Agrário do Ceará (SDA, 2022) define o projeto Mandalla com um sistema de irrigação de forma circular que auxilia a produção sustentável das mais variadas culturas agrícolas de forma integrada e especialmente sem a adição de agrotóxicos. Os agricultores beneficiados pelo projeto adquirem a consciência de educação ambiental por meio de cursos e capacitações que possuem como foco a adoção de técnicas de preservação dos recursos e que sejam de baixo custo.

O sistema integrado Mandalla pode ser considerado uma estratégia sustentável para o desenvolvimento da agricultura de base familiar (MAGALHÃES et al., 2012). A promoção da sustentabilidade e preservação dos recursos ambientais são evidenciados por Mesiano & Dias (2008), ao minimizar a dependência de insumos externos e aumentar a diversidade agropecuária da propriedade.

Conceição (2023) aponta o Programa Mandalla Mais Infância como um exemplo de integração de práticas da permacultura, onde o foco é a qualidade de vida ligada à produtividade econômica e ao equilíbrio ambiental, responsabilidade social e exercício da cidadania,

proporcionando ações necessárias a uma melhor oportunidade de vida local. Desta forma, o projeto apresentar forte estímulo social, contribuindo para uma melhor qualidade de vida das famílias envolvidas

No município de Barreira-CE, o projeto Mandalla surge como uma alternativa para a geração de renda e desenvolvimento rural sustentável e familiar, a figura 02 ilustra uma família beneficiada pelo projeto. A utilização de práticas agrícolas, o manejo agroecológico e fornecimento próprio de insumos para as atividades da agropecuária contribuem para a conservação e preservação dos recursos naturais presentes na propriedade rural.

Figura 02 - Família beneficiada pelo projeto.



Fonte: Autoral (2025).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo geral analisar a gestão hídrica em propriedades beneficiadas pelo Programa Mandalla Mais Infância em Barreira, Ceará e como objetivos específicos: realizar a avaliação e comparação dos conhecimentos dos agricultores contemplados com o projeto; analisar questões interligadas a gestão dos recursos hídricos e sustentabilidade e evidenciar aspectos de mudança desde o início do empreendimento; analisar o potencial produtivo e sustentável do programa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Recursos hídricos

Segundo dados de Brito (2003) aponta-se que 13,8% da disponibilidade hídrica pertence

ao Brasil, configurando-o como um dos países mais ricos em quantidade de águas doces, representado por uma média per capita, em torno de 32.000 m³. Contudo, a forma e distribuição desses recursos é desigual, uma vez que, o país é extremamente heterogêneo, justificado pela amplitude territorial e condições climáticas únicas de cada região.

Para Rosa e Guarda (2019) a água é um recurso natural finito, e o seu ciclo hidrológico é o responsável por promover sua purificação, contudo, nem sempre é eficaz. Ainda segundo as autoras, a distribuição de recursos é extremamente variada entre os territórios, visto as condições climáticas e topográficas de cada local. Na figura 03 pode ser observada uma fonte de recurso hídrico superficial utilizada para atividades agrícolas.

Figura 03 - Fonte hídrica e motor para bombeamento.



Fonte: Autoral (2025).

Conforme dados da Fundação das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), o consumo de água no mundo está distribuído da seguinte forma: 70% é destinado para o uso na irrigação, 20% está relacionado para as atividades industriais e os 10% restantes para as atividades de usos urbanos. (ONU, 2014).

De acordo com Hespanhol (2002) as regiões de climas áridos e semiáridos apresentam uma problemática constante que é a sazonalidade dos recursos hídricos, uma vez que são abundantes em determinados períodos do ano, contudo, não são suficientes para atender todas as necessidades de consumo. Dessa forma, é necessário uma gestão e planejamento conscientes para administração dos recursos hídricos de forma sustentável.

Para USAID (2024) a gestão eficaz dos recursos hídricos compreende os fatores

inerentes às elevadas necessidades das atividades agrícolas e industriais, bem como, a vital importância de compartilhar as informações no que diz respeito sobre a flutuação do abastecimento de água.

Segundo Silva et al., (2017) o risco de escassez de água advém de muitos fatores. Os autores citam alguns deles, como a poluição, a ausência de saneamento adequado, o desmatamento, o grande crescimento populacional, e ainda, as pesquisas e projeções climáticas indicam um futuro crítico relacionado ao estresse hídrico.

Nesse sentido, é de extrema necessidade adotar práticas de uso eficiente da água. As tecnologias sociais podem ser definidas como um método ou instrumento capaz de solucionar algum tipo de problema social e que atenda aos quesitos de simplicidade, baixo custo, fácil aplicabilidade e geração de impacto social (JÚNIOR FILHO, 2023).

2.2 Programa Mandalla Mais Infância

O programa mandalla mais infância está distribuído em 128 municípios cearenses, contribuindo para o fortalecimento da agricultura familiar, o processo produtivo no cultivo de alimentos saudáveis e valorização da força de trabalho familiar. E ainda, a produção integrada que permite uma maior diversidade agrícola na propriedade (SDA, 2024). Iniciado em 2007, já foram instalados, aproximadamente, 1400 projetos em todo o território cearense.

A SDA (2022) define o programa como uma técnica de processamento tendo como foco o desenvolvimento holístico, sistêmico e ambiental da propriedade rural, onde ocorre a integração de práticas da permacultura para a promoção de uma melhor qualidade de vida, com produtividade econômica rural e preservação dos recursos, com o equilíbrio ambiental.

A SDA objetiva-se na reestruturação do campo e o revigoramento de políticas internas que favoreçam o fortalecimento da agricultura familiar. Com a finalidade de fortalecer e intensificar as alternativas de geração de renda na agricultura familiar, e ainda, o treinamento e capacitação para as famílias beneficiadas, o Programa Mandalla Mais Infância, conforme a figura 04, é uma das ações em destaque (LIMA, 2015).

Figura 04 - Mandalla formada por círculos concêntricos.



Fonte: Autorial (2025).

Ainda de acordo com estudos de Lima (2015) o modelo de produção aplicado na Mandalla representa um sistema que propicia a reestruturação econômica do campo, culminando no reaproveitamento racional de desperdícios do capital humano local. Para Magalhães et al., (2012) o modelo Mandalla é uma tecnologia adaptada à realidade de pequenas comunidades rurais, promovendo produção agrícola diversificada e inovadora. Ele melhora a alimentação, gera renda para as famílias e resgata a dignidade do homem do campo. A figura 05 trás um canteiro no sistema mandalla.

Figura 05 - Canteiros produtivos no sistema Mandalla.



Fonte: Autorial (2025).

Para Conceição (2023) os principais objetivos do projeto são promover a segurança e a

soberania alimentar das crianças e sua família. Essas questões estão em constante discussão por órgãos de saúde, social e agricultura, para o suprimento das necessidades básicas de alimentação da população. A segurança alimentar refere-se à garantia de que a família tenha acesso contínuo a alimentos, assegurando o direito fundamental à alimentação. Por sua vez, a soberania alimentar está relacionada à capacidade da família de produzir os alimentos adequados à sua realidade, promovendo sua auto suficiência e fortalecendo a autonomia das famílias rurais.

O processo Mandalla de Desenvolvimento Holístico e Sistêmico Ambiental (DHSA) busca promover o Resgate da Dignidade Humana por meio da disponibilização do conhecimento e organização de ambientes coexistentes de forma holística e sistêmica, fazendo uso de ações práticas e funcionais (CUNHA et al., 2008).

Estruturalmente, Luiz Brandão (2016) descreve que no centro do sistema, simbolizando o sol, há um reservatório de água de formato circular em funil, cercado por nove círculos concêntricos, conforme ilustra a figura 06. Esse reservatório desempenha múltiplas funções: além de fornecer água, é utilizado para a criação de peixes e aves, cuja presença enriquece a qualidade da água de forma orgânica. O modelo é modular e de baixo custo, permitindo que a produção comece no primeiro círculo. Somente após esse estar plenamente produtivo, o processo é expandido gradualmente aos demais círculos, até alcançar o último.

Figura 06 - Reservatório de água no centro.



Fonte: Autoral (2025).

2.3 Irrigação para o semiárido

De acordo com Mendes (1985) o Nordeste Brasileiro corresponde a uma das cinco regiões do país, possuindo as seguintes coordenadas geográficas: os paralelos 1° 01 S' e 18° 20' 45 S" e os meridianos 34 ° 45' 55" e 48° 50' 15"O, compreendendo ainda, o nordeste da América

do Sul.

Para os estudos de Medeiros et al., (2003) o Nordeste do Brasil apresenta um problema contínuo com a escassez de recursos hídricos. Mesmo que o fenômeno ocorra em todo o território nacional, nas regiões de clima semiárido, que correspondem a 58% do país, a carência desses recursos ocorre de forma recorrente. Neste sentido, as águas de irrigação utilizadas são oriundas de fontes subterrâneas ou superficiais, e apresentam elevado teor de sais.

Segundo Da Silva et al., (2013) a irrigação é uma tecnologia fundamental para o desenvolvimento da agricultura nessas regiões onde a precipitação é inconsistente. Contudo, é imprescindível a utilização adequada dos recursos hídricos, haja vista que é notório o uso desigual de águas de qualidade superior para as atividades agrícolas, sendo necessário pesquisas e incentivos para a utilização de águas inferiores para a prática da irrigação.

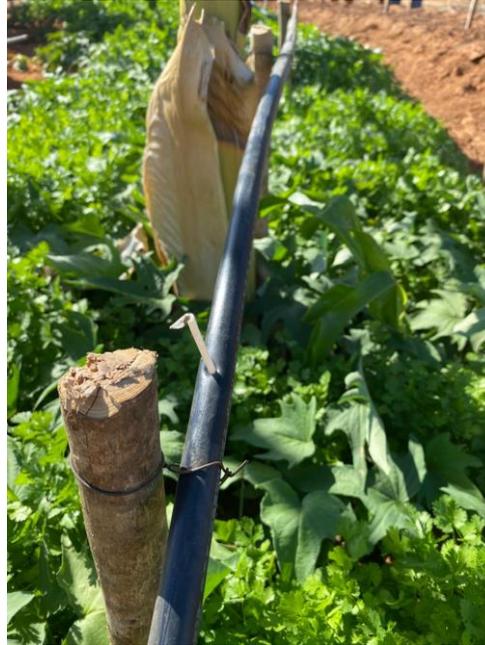
Em frente a essa problemática, Ferreira & Vieira Filho (2021) apontam algumas alternativas para o prosseguimento socioeconômico nas regiões carentes que apresentam aptidão para a agricultura, como os projetos públicos de irrigação. Uma vez que, são desenvolvidas pesquisas e políticas públicas que tem o objetivo de promover o uso consciente e sustentável dos recursos hídricos disponíveis para a produção agrícola.

Conforme os mesmos autores, o planejamento público com o desenvolvimento de perímetros irrigados atua como importante vertente de crescimento das atividades irrigadas no Brasil, principalmente, para o suporte em regiões de agricultores mais vulneráveis (FERREIRA & VIEIRA FILHO, 2021).

Araújo Filho (2006) apontam diversos problemas causados pela agricultura tradicional, fundamentada em monoculturas e sistemas de irrigação ineficientes que vem causado uma série de problemas ao meio ambiente, como a perda da biodiversidade da fauna e flora, sedimentação dos reservatórios e dos rios, erosão do solo, esses fatores afetam indiretamente a vida da população circundante.

Magalhães et al., (2012) discutem um novo modelo alternativo de cultivo, com o princípio da sustentabilidade da produção agrícola, através de tecnologias voltadas para a agricultura familiar e uso conscientes dos recursos naturais, como pode ser observado a irrigação de baixo custo, na figura 07. Concluindo que o sistema Mandalla tem fortalecido o âmbito de suprir o sustento dos pequenos produtores, promovendo o resgate da dignidade humana no campo.

Figura 07 - Irrigação de baixo custo.



Fonte: Autoral (2025).

Para Mesiano & Dias (2008) existe de maneira concisa uma nova forma de irrigação na construção do formato de sistema Mandalla. Nele, é instalado um reservatório no centro da área de cultivo - que são dispostos em círculos - para o melhor aproveitamento do espaço. A água do tanque de criação de peixes, enriquecida de matéria orgânica é utilizada para a irrigação dos plantios.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho utiliza a metodologia de natureza qualitativa, com caráter exploratório, onde o objeto de estudo foi realizar a avaliação e comparação dos conhecimentos dos agricultores contemplados com o projeto Mandalla Mais Infância, acerca de questões interligadas a gestão dos recursos hídricos e sustentabilidade de suas propriedades rurais, por meio de um questionário semi estruturado.

A construção do questionário seguiu a importância econômica, social e ambiental do entendimento de questões relacionadas à sustentabilidade das áreas agrícolas, gestão consciente dos recursos ambientais, principalmente, os hídricos. O material foi composto por cinco perguntas de múltiplas escolhas (A, B, C e D), baseado em trabalhos como o de De Almeida et al., (2015), estudando a pegada hídrica e a consciência ambiental em três escolas no Estado da Paraíba.

A seguir segue as questões elaboradas.

- 01. Como o Programa Mandalla Mais Infância pode contribuir para uma melhor gestão hídrica na sua propriedade?**

- A. O programa não influenciou tais questões na minha propriedade;
 - B. Através dos manejos adotados pelo programa, eu pude fazer um uso mais consciente e eficiente da água na minha propriedade;
 - C. O manejo adotado no programa influencia no meu uso da água, mas não traz resultados positivos;
 - D. Por meio de tecnologias modernas da agricultura digital.
- 02. Quais práticas agrícolas adotadas no programa atuam para a conservação dos recursos hídricos adotados?**
- A. Uso de cobertura vegetal;
 - B. Curva de nível;
 - C. Consórcio de culturas;
 - D. Uso de irrigação por pivô central.
- 03. Qual o tipo de fonte de água você utiliza na sua propriedade?**
- A. Açude (superficial)
 - B. Poço profundo (subterrâneo);
 - C. Rio ou lago (subterrâneo);
 - D. Sistema de abastecimento comunitário (superficial e/ou subterrâneo)
- 04. Os recursos hídricos disponíveis são suficientes para atender a demanda de irrigação na sua propriedade?**
- A. Sim, diariamente;
 - B. Sim, uma vez por semana;
 - C. Sim, duas vezes por semana;
 - D. Sim, três vezes por semana;
- 05. Para você, como mandalleiro, qual a maior dificuldade para a produção agrícola de forma sustentável, respeitando os recursos hídricos e ambientais?**
- A. Carência em assistência técnica;
 - B. Falta de educação ambiental e capacitação;
 - C. Pressão do mercado consumidor;
 - D. Gestão eficiente dos recursos.

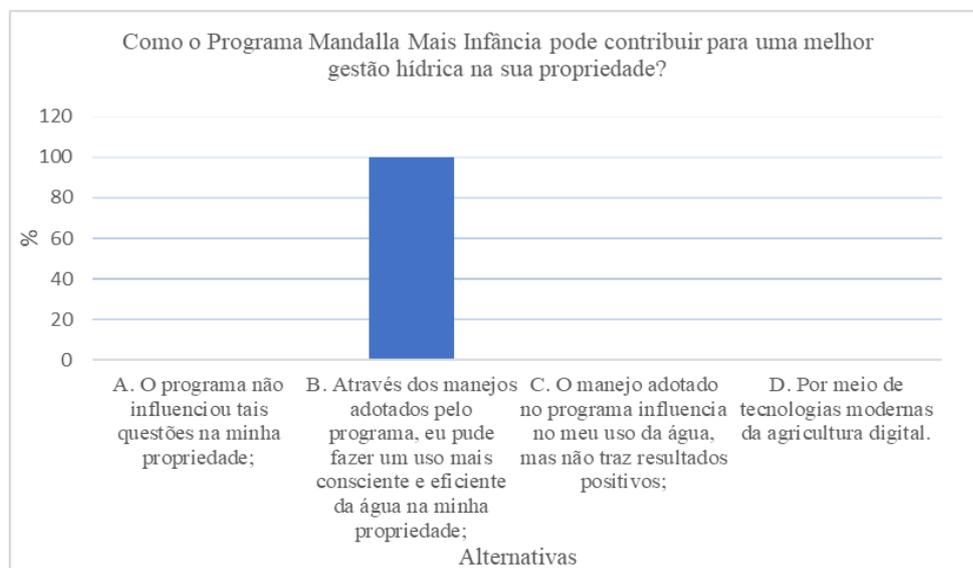
Para a coleta de dados através do questionário semi estruturado foi utilizado o aplicativo de mensagens, WhatsApp (META, 2025), onde o material foi encaminhado para cada família beneficiada pelo projeto no município de Barreira, Ceará, no período entre os dias 2 e 3 de janeiro de 2025.

A cidade de Barreira, Ceará conta com cinco famílias de agricultores familiares beneficiadas pelo programa estudado. Todas elas contribuíram com a realização do questionário, obtendo 100% das respostas, ou seja, o resultado total do público-alvo. A elaboração dos gráficos foi realizada a partir da utilização do software Microsoft Excel (MICROSOFT, 2025).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme pode ser observado, na figura 08, referente à primeira pergunta do questionário, 100% das respostas indicaram contribuições positivas a partir dos manejos adotados no sistema Mandalla, para a melhor gestão, preservação e conservação dos recursos hídricos dentro de suas atividades agrícolas. Este indicativo demonstra o interesse dos envolvidos em assumir as técnicas e manejos que preconizam os princípios da sustentabilidade.

Figura 08 - Gráfico acerca da primeira questão aplicada.



Fonte: Autoral (2025).

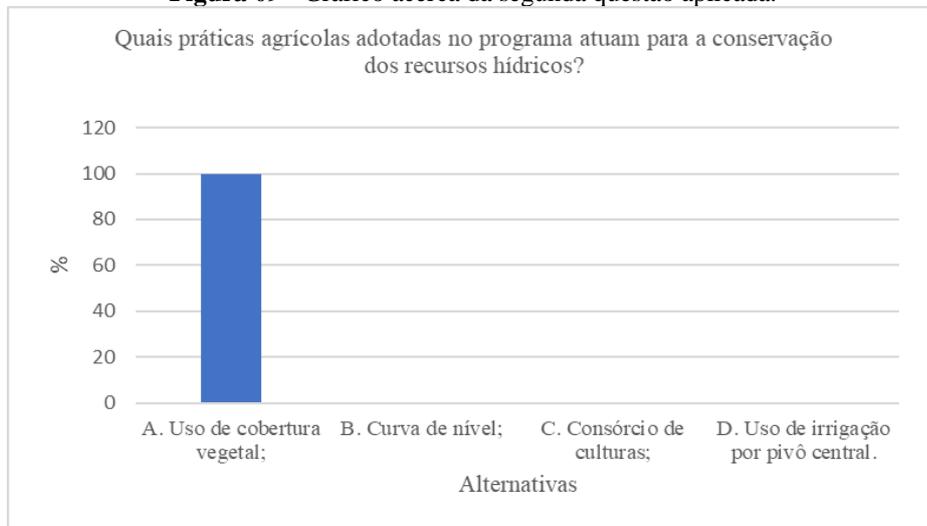
De acordo com De Almeida (2021) a discussão em torno de uma gestão hídrica eficiente é fundamental para que se desenvolva um empreendimento sustentável no semiárido brasileiro. As condições edafoclimáticas fazem com o que a irrigação seja indispensável para a produção agrícola comercial. Desta forma, é necessário que seja realizado um planejamento e gerenciamento eficiente dos recursos hídricos (MACEDO, 2015).

É de fundamental importância para a manutenção dos recursos ao longo dos anos do projeto, que as famílias beneficiadas adotem técnicas que possuem como objetivo o prolongamento do solo e da água, principalmente, para o desenvolvimento da cadeia produtiva local, seja para a produção agrícola, bem como, a pecuária.

Faggion et al., (2009) o emprego de conhecimentos adequados conciliado a utilização de novas estratégias permite um uso eficiente da água, o que contribui diretamente para elevar sua disponibilidade, minimizando problemas relacionados à escassez de recursos, tendo em vista a elevada demanda da sociedade e indústrias, em relação às condições ambientais. Ainda segundo os mesmos autores, existem diversas possibilidades que proporcionam um aumento na produção agrícola com sustentabilidade do recurso água.

Tratando a relação das práticas agrícolas adotadas no programa que atuam na conservação dos recursos hídricos, na figura 09, de forma unânime, os agricultores acreditam que o uso de cobertura vegetal é a estratégia mais eficaz na propriedade. O elevado percentual de respostas revela a preocupação das famílias em adotar práticas sustentáveis que maximizem a eficiência dos recursos hídricos aplicados.

Figura 09 - Gráfico acerca da segunda questão aplicada.



Fonte: Autoral (2025).

A utilização de cobertura vegetal possui diversos benefícios, como minimizar os efeitos da erosão, lixiviação de nutrientes, além de melhorar as condições físicas e químicas do solo (Zonta et al., 2012). Estudos de Dantas et al. (2011) apontam em diversas culturas agrícolas a utilização de cobertura vegetal do solo, para diminuir a quantidade de água aplicada na irrigação, o que proporciona um aumento na disponibilidade hídrica.

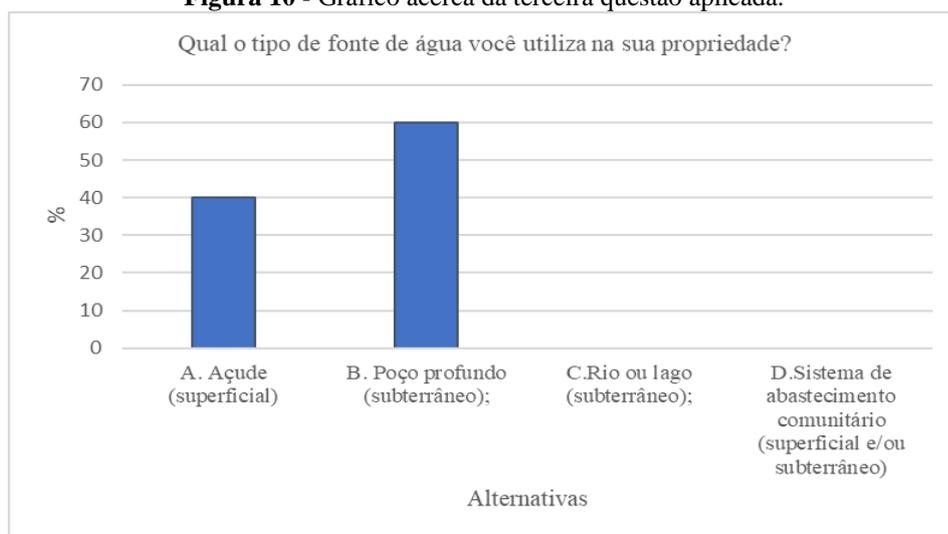
Os conhecimentos expostos pelos agricultores corroboram com os resultados encontrados na literatura, citados acima, onde apontam a significância de práticas como a utilização de cobertura vegetal do solo para minimizar os efeitos adversos, como a erosão e lixiviação de nutrientes.

Pinheiro et al., (2018) ao analisarem a eficiência da cobertura vegetal na redução das perdas de água e solo no município de Iguatu - CE, concluíram a importância de sua utilização,

uma vez que, a área com cobertura de pastagem ocasionou menores perdas da água e solo em relação a solos expostos. Já Costa et al., (2015) concluíram que a parcela com densa cobertura de espécies arbustivas mostrou valores significativos no escoamento superficial, porém, com baixa perda de solo, quando comparada com outras características de cobertura vegetal.

A terceira pergunta do questionário abordou a origem da fonte hídrica de cada propriedade rural. Conforme a figura 10, observa-se que 60% dos beneficiários utilizam a água a partir da captação de poços profundos (águas subterrâneas), enquanto que os 40% restantes fazem uso de águas superficiais, de açudes. O que configura a diversidade de fontes de água utilizadas no município de Barreira, Ceará.

Figura 10 - Gráfico acerca da terceira questão aplicada.



Fonte: Autoral (2025).

Conforme evidenciado por Soldera & Oliveira (2017) os recursos hídricos de origem subterrânea carecem de uma atenção específica dos órgãos de competência, como os ambientais e ainda, dos gestores públicos, uma vez que, são os grandes reservatórios naturais de água do planeta e grande parte dos recursos hídricos superficiais são daí provenientes. A água subterrânea apresenta grande relevância para o equilíbrio da dinâmica da infiltração e escoamento da água, servindo também como reservatórios para futuras demandas e implicações por uma iminente falta de água (DE OLIVEIRA FRANCO et al., 2018).

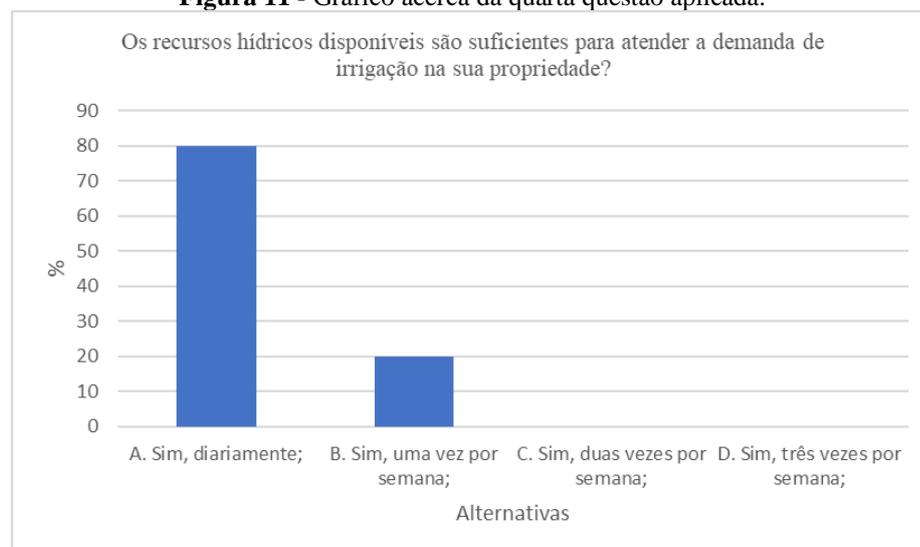
As águas de poços profundos são as mais utilizadas para o abastecimento e execução das atividades produtivas no projeto Mandalla. É de comum entendimento a importância que esses recursos apresentam, e ainda, a necessidade crescente de maior apoio e regularização ambiental para o uso eficiente.

A agricultura é a responsável pela maior demanda de água superficial do mundo (Paz et al., 2000). As águas de grandes reservatórios construídos são destinadas para os projetos de

irrigação, onde o objetivo principal é a produção agrícola em quantidade e qualidade suficiente para a sociedade. Contudo, o aumento dessa atividade de forma acelerada é preocupante, quando consideramos a degradação dos recursos naturais, sendo necessário a adoção de medidas preventivas de controle (SILVA, 2020).

Quando abordados sobre a quarta questão, a figura 11, acerca da disponibilidade hídrica para atender as demandas das propriedades agrícolas, 80% dos agricultores responderam que a oferta de água é contínua diariamente, enquanto que, 20% destacaram que os seus recursos hídricos estão disponíveis apenas uma vez por semana. Tendo em vista essa realidade, se faz necessário estratégias para captação e armazenamento de água para suprir as necessidades agrícolas.

Figura 11 - Gráfico acerca da quarta questão aplicada.



Fonte: Autoral (2025).

Para Griffin (2006), a curva de demanda de água é uma iniciativa para formar o comportamento daquele usuário da água para os mais variados cenários de disponibilidade e preço, tornando-se fundamental para a análise econômica e elemento chave para os modelos hidroeconômicos.

De acordo com Coelho et al., (2012) para aumentar a eficiência de uso da água e alcançar a segurança alimentar e nutricional, é imprescindível modificações no atual cenário desperdício dos padrões de produção da agricultura irrigada. Ainda segundo os autores, para a cultura da bananeira, uma diminuição de 25 a 50% da água disponível (AD) pode não trazer malefícios à cultura, considerando o tipo de solo, condições meteorológicas locais, e ainda da cultivar utilizada.

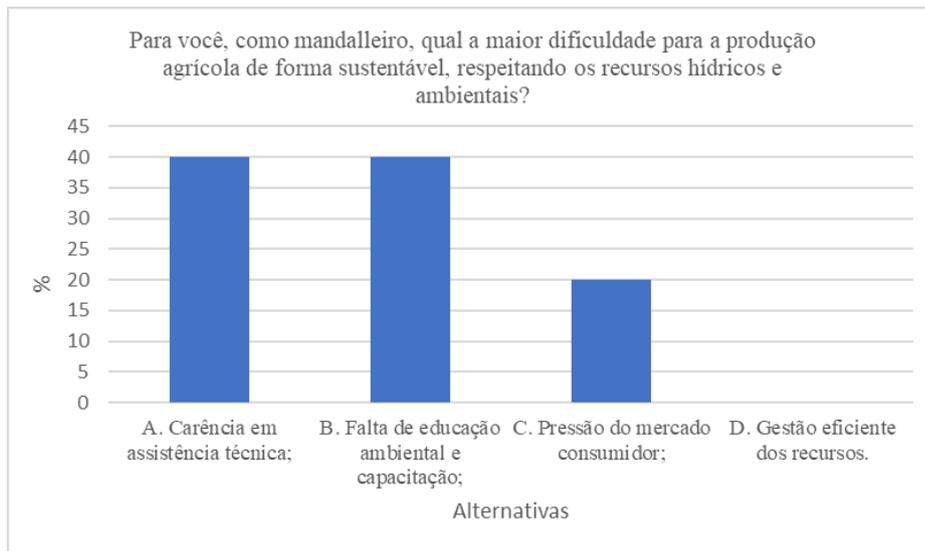
O abastecimento de água de forma efetiva diariamente é essencial para o desenvolvimento fisiológico e reprodutivo das plantas cultivadas. Os agricultores estudados

utilizam tecnologias de convivência com o semiárido, como as cisternas para o armazenamento de água para uso no tange de criação e posterior irrigação.

O crescimento da agricultura irrigada provoca preocupação acerca do uso eficiente da água, caso não seja manejada adequadamente pode gerar a escassez de recursos hídricos de qualidade, o que contribui para aumentar a competição nos diversos setores da economia e mercado (MAROUELLI et al., 2011). Ainda para os mesmos autores, a aplicação de critérios técnicos adequados deve ocorrer tanto na fase de dimensionamento quanto durante a operação dos sistemas de irrigação.

Os resultados da última questão, sobre a maior dificuldade enfrentada pelos mandalleiros para a produção agrícola sustentável respeitando os recursos hídricos e ambientais é apresentado na figura 12. Observa-se empatados no primeiro lugar com 40% dos votos, a carência em assistência técnica e a falta de educação ambiental e capacitação, respectivamente. Já em segundo lugar, com 20% foi evidenciada a dificuldade resultante pela pressão exercida pelo mercado consumidor.

Figura 12 - Gráfico acerca da quinta questão aplicada.



Fonte: Autoral (2025).

O Serviço de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) exerce função primordial para o desenvolvimento rural brasileiro, principalmente, no fortalecimento da agricultura familiar, e de demais elos da cadeia produtiva, mercadológica e institucional, com o acesso às políticas públicas, na organização social, gestão, empreendimentos, comercialização e certificação dos produtos, entre outras necessidades (DE VARGAS et al., 2022).

Corroborando com os resultados evidenciado pelos autores, os agricultores estudados demonstram a carência na prestação de ATER, entendendo que a mesma desenvolve papel

fundamental para o desenvolvimento e crescimento do meio rural. Quando conseguem acessar a essas metodologias, os mesmos adquirem conhecimentos de muitas temáticas rurais, como a educação ambiental.

A educação ambiental possui caráter fundamental para o homem do campo, que adota os conhecimentos técnicos para obter resultados na produção rural (Silva et al., 2021). Neste sentido, a participação social é peça fundamental da política de proteção do meio ambiente e ambiental (GOMES et al., 2020). Com isso, a conservação e preservação dos recursos naturais e ambientais leva em consideração o grau de compreensão dos agricultores em relação à sua importância (ZAKRZEVSKI et al., 2020).

A preocupação com o esgotamento dos recursos naturais do planeta é um problema recorrente em todos os âmbitos, o que gera uma maior discussão sobre os problemas ambientais (Da Silva et al., 2015). Para atender às nossas demandas e proporcionar um futuro sustentável é preciso promover, entre os indivíduos e a coletividade, a consciência da importância do meio ambiente. E uma maneira de as pessoas adquirirem esse sentimento de consciência, conhecimentos e habilidades necessárias à melhoria de sua qualidade de vida é por meio da educação ambiental (UNESCO, 2013).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constata-se por meios dos resultados obtidos que o programa Mandalla Mais Infância apresentou forte influência para o melhoramento da gestão dos recursos hídricos na cidade de estudo. As práticas de manejo adotadas contribuíram diretamente para o melhor aproveitamento dos recursos nas atividades agrícolas integradas do projeto.

Os empreendimentos familiares demonstraram aptidão para elevar o seu potencial produtivo através de práticas de agricultura sustentável, ressalta-se ainda, o comprometimento dos agricultores para as capacitações e promoção das políticas públicas e das tecnologias sociais de convivência com o semiárido.

6 REFERÊNCIAS

Alves, R. C., Ferreira Neto, M., Nascimento, M. L., Oliveira, M. K. T., Linhares, P. S. F., Cavalcante, J. S. J. & Oliveira, F. A. (2012) Reutilização de água residuária na produção de mudas de tomate. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos – PB, 8(4), 77-81.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Brasília, 2017. 85p.

ANDRADE, E. M.; AQUINO, D. N.; CRISOSTOMO, L. A.; RODRIGUES, J. O.; CHAVES,

L. C. G. Similaridade da composição hidroquímica das águas freáticas do perímetro irrigado do Baixo Acaraú, Ceará, Brasil. **Revista Agro@mbiente On-line**, v.4, n.1, p.11-19, 2010.

ARAUJO FILHO, João Ambrósio de. O Bioma da Caatinga. In: SOBRINHO, José Falcão; FALCÃO, Cleire Lima da Costa. **Semi-Árido: diversidades, fragilidades e potencialidades**. Sobral: Sobral, 2006. p 49.

BRITO, Luiza Teixeira de Lima et al. **Avaliação de impactos das atividades antrópicas sobre os recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Salitre-Bahia e classificação das fontes hídricas**. 2003.

COELHO, Eugênio Ferreira et al. **Manejo da água de irrigação**. 2012.

CONCEIÇÃO, Caroline Alves Oliveira. **Análise socioeconômica do Projeto Mandalla Mais Infância no município de Paraipaba-Ceará**. 2023.

Conselho Nacional das Águas – CNA. Disponível em: [https://conselhonacionaldaagua.weebly.com/aacutegua-no-planetaterra.html#:~:text=%E2%80%8BA%20%C3%A1gua%20cobre%20cerca,c%C3%BAAbicos%20\(%5B1%5D\)](https://conselhonacionaldaagua.weebly.com/aacutegua-no-planetaterra.html#:~:text=%E2%80%8BA%20%C3%A1gua%20cobre%20cerca,c%C3%BAAbicos%20(%5B1%5D).). Acesso em: 04/ de novembro de 2024.

COSTA, Yasmmmin Tadeu et al. Relação entre cobertura vegetal e erosão em parcelas representativas de Cerrado. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 9, n. 2, p. 61-75, 2015.

CUNHA, Lize de Moraes Vieira. et al. PROJETO MANDALLA –sustentabilidade da Agricultura Familiar. In: **IX Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**. 2008: Salvador-BA. Disponível em: <http://www.coloquiointernacional.unimontes.br/2008/arquivos/48lizedemoraesvieiradacunha.pdf>. Acessado em: 21 de novembro de 2024.

DANTAS, D. D. C.; MEDEIROS, J. F.; FREIRE, A. G. Produção e qualidade do meloeiro cultivado com filmes plásticos em respostas à lâmina de irrigação. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 3, p. 652-661, 2011.

DANTAS, I. L. A.; FACCIOLI, G. G.; MENDONÇA, L. C.; NUNES, T. P.; VIEGAS, P. R.A.; DA SILVA SANTOS, Adriana et al. Importância do reuso de água para irrigação no Semiárido. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 2, n. 3, 2020.

DA SILVA, Saulo Soares et al. Alocação de fitomassa pela mamoneira sob estresse salino e doses de nitrogênio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 30, 2013.

DA SILVA, Adriano Monteiro et al. Comportamentos ambientalmente responsáveis e sua relação com a educação ambiental. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 4, n. 1, p. 1-16, 2015.

DE ALMEIDA, Ricardo Ricelli Pereira et al. A pegada hídrica e o nível da consciência ambiental de três escolas do ensino médio do município de Pombal-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 3, p. 27, 2015.

DE ALMEIDA, Alana Hellen Batista; DE ALMEIDA, Heithor Syro Anacleto; DE OLIVEIRA, Mychelle Karla Teixeira. Perspectivas da gestão hídrica no semiárido brasileiro para a irrigação.

Disciplinarum Scientia| Naturais e Tecnológicas, v. 22, n. 2, p. 119-132, 2021.

DE OLIVEIRA FRANCO, Alexsande; ARCOS, Frank Oliveira; DA SILVA PEREIRA, Jessiane. Uso do solo e a qualidade da água subterrânea: estudo de caso do aquífero Rio Branco, Acre, Brasil. **Águas Subterrâneas**, v. 32, n. 3, 2018.

DE VARGAS, Daiane Loreto; DE AQUINO, Joacir Rufino; DE CARVALHO, Cynthia Xavier. Assistência técnica, extensão rural e agricultura familiar no Nordeste: panorama, desempenho recente e desafios. **Emancipação**, n. 22, p. 1, 2022.

FAGGION, Francisco; OLIVEIRA, Carlos Alberto da Silva; CHRISTOFIDIS, Demétrios. Uso eficiente da água: uma contribuição para o desenvolvimento sustentável da agropecuária. 2009.

FERREIRA, Zenaide Rodrigues; VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. Irrigação pública e fruticultura no semiárido. **Revista de Política Agrícola**, v. 30, n. 1, p. 34, 2021.

GOMES, Kever Bruno Paradelo; MARTINS, Rosana de Carvalho Cristo. Educação e sustentabilidade no ambiente rural: um estudo de caso sobre a percepção de agricultores familiares. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e507974429-e507974429, 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**: resultados definitivos. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censoagropecuario/censoagropecuario-2017> Acesso em: 08 de setembro de 2024.

JÚNIOR FILHO, Samuel et al. **Tecnologia social: construção de sistema de irrigação utilizando canteiros inteligentes para a agricultura familiar no Vale Açu/RN**. 2023.

LIMA, Lívia Karine Maia de Freitas. Escolas de ensino médio do campo no estado do Ceará: **Mandalla como experiência de integração**. 2015.

LUIZ BRANDÃO, Anderson; VIEIRA BARBOSA, Diogo. **MANDALA X AGROFLORESTA: ESTUDO CONCEITUAL PARA OS AGRICULTORES FAMILIARES DE MAMBAÍ-GO**. 2016.

MACEDO, M. F. S. Técnicas de irrigação, o desenvolvimento da agricultura e do agronegócio: uma análise à luz da proteção humana e da cidadania frente à crise hídrica nacional. **Campo Jurídico**, v. 3, n. 2, p. 39-54, 2015.

MAGALHÃES, L. C. M. et.al. O SISTEMA MANDALA COMO ALTERNATIVA PARA UMA MELHOR CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO, IMPLANTA DO NO ASSENTAMENTO SÃO JOÃO NO MUNICÍPIO DE SOBRAL-CE, **Revista Homem, Espaço e Tempo**, v. 1, p. 12-24, 2012.

MARQUELLI, Waldir Aparecido et al. **Manejo da água de irrigação**. 2011.

Medeiros, J. F.; Lisboa, R. A.; Oliveira, M. Silva Júnior, M. J.; Alves, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, p.469-472, 2003.

MENDES, Benedito Vasconcelos. ALTERNATIVA TECNOLÓGICAS PARA A AGROPECUÁRIA DO SEMIÁRIDO. SÃO PAULO: NOBEL; (RIO DE JANEIRO): **REDE**

GLOBO, PROJETO NORDESTINO, 1985. P 35

MESIANO, Ângela; DIAS, Rafael. A Tecnologia Social como estratégia para o desenvolvimento sustentável: o caso da Mandalla. In: **VII ESOCITE Jornadas Latino-Americanas de Estudos Sociais das Ciências e das Tecnologias**. Rio de Janeiro, 2008.

Meta Platforms. (2025). *WhatsApp* (versão 2.23.2) [**Aplicativo móvel**]. Disponível em <https://www.whatsapp.com>. Acesso em 28 de janeiro de 2025.

MICROSOFT CORPORATION. *Microsoft Excel* [programa de computador]. Versão 365. Redmond, WA: Microsoft, 2025. Disponível em: <https://www.microsoft.com>. Acesso em: 28 janeiro de 2025.

Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) (2013). **Educação Ambiental no Brasil**. Retrieved from: <<http://www.unesco.org/new/pt/brasilia/special-themes/education-for-sustainabledevelopment/environmentaleducation/>>. Acesso em: 03 de janeiro de 2024.

Organização das Nações Unidas - ONU. **A ONU e a Água**. Disponível em: <<http://onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-e-a-agua/>>. Acesso em: 01 de dezembro de 2024.

PAZ, V.P.S.; TEODORO, R.E. F; MENDONÇA, F.C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 4, n. 3, p.465-473, 2000.

PINHEIRO, Antonio Gebson et al. Eficiência da cobertura vegetal na redução das perdas de água e solo no município de Iguatu. **Irriga**, v. 23, n. 1, p. 133-142, 2018.

ROSA, Alexsandra Matilde Resende; DE MIRANDA GUARDA, Vera Lúcia. Gestão de recursos hídricos no Brasil: um histórico. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, v. 9, n. 2, 2019.

SANTANA, L. O. G. Viabilidade do uso de água residuária tratada na irrigação da cultura do rabanete (*Raphanus sativus* L.). **Revista Ambiente & Água**, v. 9, n. 1, 2014. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1220>.

Secretaria de Desenvolvimento Agrário (SDA). Disponível em: <https://www.sda.ce.gov.br/2022/06/22/sda-realiza-capacitacao-para-implantacao-da-mandalla-mais-infancia/#:~:text=O%20Projeto%20de%20Produ%C3%A7%C3%A3o%20Integrada,econ%C3%B4mica%20e%20ao%20equil%C3%ADbrio%20ambiental>. Acesso em 21 de janeiro de 2025.

Secretaria de Desenvolvimento Agrário (SDA). Disponível em: <https://www.sda.ce.gov.br/2024/10/16/projeto-mandallas-incentiva-diversidade-produtiva-e-incremento-na-renda-da-agricultura-familiar/>. Acesso em 28 de janeiro de 2025.

SOLDERA, Bruna Camargo; DE OLIVEIRA, Everton. Água sustentável (as): um novo método para a governança da água. **Águas Subterrâneas**, v. 31, n. 2, p. 30-43, 2017.

SILVA, Mayane Bento; HERREROS, Mário Miguel Amin Garcia; BORGES, Fabricio

Quadros. Gestão integrada dos recursos hídricos como política de gerenciamento das águas no Brasil. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, v. 10, n. 1, p. 101-115, 2017.3

SILVA, Ana Rafaela Luz et al. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO AÇUDE ENGENHEIRO CAMACHO PARA FINS DE IRRIGAÇÃO. **Jornada de Iniciação Científica e Extensão**, v. 15, n. 1, p. 33, 2020.

SILVA, Walber Santos Baptista; DE ARAÚJO GOMES, Jarbas. Educação ambiental e assistência técnica rural: um estudo sobre os agricultores de mandioca em Vitória de Santo Antão/PE. In: **SENAC. Disponível em <http://www.pe.senac.br/congresso/anais/2015/arquivos/pdf/comunicacao-oral/>**. Acesso em 03 de janeiro de 2024.

USAID - United States Agency for International Development. **Water & Conflict. 2014.** Disponível em: <http://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1866/WaterConflictToolkit.pdf>. Acesso em: 16/12/2024.

ZAKRZEWSKI, Sônia Beatris Balvedi; VARGAS, Cleusa Vicente; DECIAN, Vanderlei Secretti. Percepções de agricultores do Norte do Rio Grande do Sul sobre os serviços ecossistêmicos prestados pelas florestas. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, p. e157952944-e157952944, 2020.

ZONTA, João Henrique et al. **Práticas de conservação de solo e água.** 2012.