



CENTRO UNIVERSITÁRIO RITTER DOS REIS
JEFERSON SUTIL

BARRAGINHA
METODOLOGIAS DE CONSTRUÇÃO E SUA FUNCIONALIDADE

Gravataí
2023

JEFERSON SUTIL

BARRAGINHA
METODOLOGIAS DE CONSTRUÇÃO E SUA FUNCIONALIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de graduação em Engenharia Civil do Centro Universitário Ritter dos Reis como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Carlos Henrique Pereira Assunção Galdino, M.Sc

Gravataí

2023

JEFERSON SUTIL

BARRAGINHA
METODOLOGIAS DE CONSTRUÇÃO E SUA FUNCIONALIDADE

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Ritter dos Reis.

Gravataí, ____ de _____ de 2023.

Professor e orientador Carlos Henrique Pereira Assunção Galdino, M.Sc
Centro Universitário Ritter dos Reis

Cassiane Garcez Flores Sutil;
Bruno Flores Sutil;
Vicente Flores Sutil;
José Adenir Sutil;
Maria Ivete Sutil:

Dedico a vocês essa grande conquista!

AGRADECIMENTOS

As experiências que foram por mim vividas ao longo destes anos de estudo foram marcadas pela presença, participação e compreensão de muitas pessoas. A todos que direta ou indiretamente acompanharam essa jornada, a minha gratidão!

Em especial, primeiramente agradeço a **Deus** por ter me dado coragem para que eu conseguisse concluir esse ciclo sem desistir e força para que eu acreditasse que seria capaz de cumprir meus objetivos nesta jornada acadêmica.

A minha esposa, **Cassiane Garcez Flores Sutil**, por ter me acompanhado e me ajudado do começo ao final desta trajetória, sendo fundamental para a conclusão do curso. Agradeço por ela ter segurado minha mão, por ter cuidado da nossa família enquanto eu estava imerso no que diz respeito aos estudos, mas acima de tudo por ter sempre me incentivado a continuar! Tu foste parte fundamental nessa conquista que é tua também!

Aos meus filhos, **Bruno Flores Sutil e Vicente Flores Sutil**, por entenderem minha ausência neste período, por tornarem minha vida cheia de amor e por transformar meus dias através do sorriso e do abraço deles.

Aos meus pais, **José Adenir Sutil e Ivete Maria Sutil**, por todo apoio e incentivo que sempre me destinaram. Por terem me educado pra vida e por serem uma motivação para que eu concluísse esta etapa.

Meus irmãos, **Josiane Sutil Abella e Maico Sutil** por acreditarem no meu desenvolvimento acadêmico e apoiar-me durante toda esta caminhada, sempre me incentivando.

Ao **Diorges Correa** que sempre me incentivou a nunc desistir e por toda sua disponibilidade que teve para comigo durante esse tempo.

Ao **Alexandre da Rosa** que foi um parceiro de tantas disciplinas e que a cada aula me ajudava e incentivava.

Ao **Vinicius Vargas** que vinha até minha casa para que estudássemos juntos para as provas, sempre se mostrando muito paciente com minhas dúvidas e prestativo com o conhecimento que tinha.

Aos mestres que marcaram minha vida acadêmica como **Alexandre Knop, Danielle Clerman, Ricardo Bidone** e em especial ao **professor Carlos Henrique Pereira Assunção Galdino** por acreditar no tema que se propõe meu trabalho, por

ter me orientado e direcionado se mostrando de extrema importância nessa reta final como meu orientador de TCC 2.

A empresa **Sutil Transportes e Locações**, por ter sido o local onde pude colocar em prática tudo que aprendi na faculdade e por acreditar no meu desenvolvimento profissional!

Por fim, sou grato por tudo que vivi e aprendi durante estes anos de formação. A partir de agora é hora de multiplicar os conhecimentos e fazer valer a pena a profissão escolhida!

RESUMO

Nas últimas décadas, o desmatamento desorganizado no Brasil vem resultando em danos irreparáveis ao meio ambiente, principalmente em relação à conservação da água e do solo. Nesta temática, este trabalho avaliou os benefícios da implementação de Barraginhas para solucionar problemas no solo e viabilizar o plantio para pequenos agricultores. A metodologia do trabalho buscou evidenciar os métodos construtivos e os custos necessários para a implantação das Barraginhas. Com os resultados da pesquisa, foi possível identificar que as Barraginhas são técnicas de baixo custo e com mão de obra não especializada que pode ser implementada por agricultores de baixa renda. Também foi realizado o dimensionamento de exemplo de Barraginha para avaliar os custos e o tempo de execução. Dessa forma, evidenciar que a falta de divulgação por parte dos órgãos financiadores e do poder público dificulta a ampliação desta técnica pelo território brasileiro. Além de ser uma técnica viável e sustentável, as Barraginhas podem vir a ser uma importante ferramenta de gestão dos recursos hídricos, para bacias com intenso uso agrícola.

Palavras-Chave: BARRAGINHA. SUSTENTABILIDADE. SOLO.

ABSTRACT

In recent decades, disorganized deforestation in Brazil has resulted in irreparable damage to the environment, especially in relation to water and soil conservation. In this theme, this study evaluated the benefits of implementing *barraginhas* (little dams) to solve problems in the soil and enable planting for small farmers. The methodology of this final degree work sought to highlight the construction methods and costs necessary for the implementation of *barraginhas*. It was possible to identify, with the results of the research, that the *barraginhas* are low-cost techniques with non-specialized labor that can be implemented by low-income farmers. It was also carried out in the dimensioning example of *barraginha* to evaluate the costs and the execution time. Thus, there is evidence that the lack of disclosure by the funding agencies and the government hinders the expansion of this technique in Brazilian territory. In addition to being a viable and sustainable technique, *barraginhas* can become an important water resource management tool for basins with intense agricultural use.

Keywords: *BARRAGINHA*. LITTLE DAM. DAM. SUSTAINABILITY. SOIL.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	10
1.2	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	11
1.3	OBJETIVOS DA PESQUISA	11
1.3.1	Objetivo geral	11
1.3.2	Objetivos específicos	11
1.4	JUSTIFICATIVA	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	CICLO HIDROLÓGICO	13
2.1.1	Escoamento superficial	16
2.1.2	Infiltração da água no solo	17
2.2	BACIA HIDROGRÁFICA	18
2.3	GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	21
2.4	BARRAGENS	23
2.4.1	Principais barragens no mundo	24
2.5	BARRAGINHA E SUAS CARACTERÍSTICAS	24
2.6	BENEFÍCIOS DE UMA BARRAGINHA	25
2.7	ASPECTOS ESPECÍFICOS PARA CONTRUÇÃO DE UMA BARRAGINHA	26
2.7.1	Topografia e solo	26
2.7.2	Época ideal para construção	27
2.7.3	Maquinários	27
2.7.4	Dimensões	30
2.7.5	Formato	31
2.8	AVANÇO DAS BARRAGINHAS	32
2.9	ABRANGÊNCIAS GEOGRÁFICAS DAS BARRAGINHAS	34
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	35
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	35
3.2	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DA COLETA DE DADOS	37
3.3	BARRAGINHAS	37

3.3.1	Abrangência geográfica nacional	38
3.4	ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS	38
3.4.1	Infiltração da água no solo	38
3.4.2	Controle da erosão da terra	38
3.5	ANÁLISE DO CORPO TÉCNICO	38
3.6	ANÁLISE DOS CUSTOS	39
3.7	EXEMPLOS DE APLICAÇÃO	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
4.1	BARRAGINHAS	40
4.1.1	Histórico	41
4.1.2	Análise para implementação	43
4.1.3	Abrangência geográfica nacional	45
4.2	ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS	46
4.2.1	Infiltração da água no solo	49
4.2.2	Controle da erosão da terra	51
4.3	PLANEJAMENTO PARA IMPLEMENTAÇÃO	52
4.4	ANÁLISE DO CORPO TÉCNICO	54
4.5	ANÁLISE DOS CUSTOS	56
5	CONCLUSÕES	60
	REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o desmatamento desorganizado no Brasil vem resultando em danos irreparáveis ao meio ambiente, principalmente em relação à conservação da água e do solo. Segundo Barros e Santos (2005), a consequência imediata foi a redução da taxa de infiltração da água no solo, iniciando o escoamento superficial da água de chuvas, provocando erosão que degrada e empobrece o solo. Nesta perspectiva, enquadra-se o tema escolhido para o desenvolvimento deste trabalho acadêmico: a importância da construção de Barraginhas para o controle de erosões, além de facilitar a infiltração das águas das chuvas. Trata-se de um estudo que visa destacar como se deu o início deste projeto, como ele funciona, quais suas características e quais são os resultados da sua aplicabilidade.

A escolha deste tema se deu porque pensar sobre questões relacionadas ao meio ambiente, o quanto este projeto é sustentável, além de que para haver a construção de uma Barraginha envolve conhecimento técnico do local e utilização de máquinas para a sua edificação, me fez despertar o interesse em aprofundar mais o conhecimento sobre tal temática, pois é de grande valia e importância o resultado das captações de águas da chuva para que se evite erosão no solo e consequentemente desmatamentos como vem acontecendo.

A sustentabilidade serve como uma alternativa de garantia a sobrevivência dos recursos naturais do planeta, ao mesmo tempo que permite que os humanos e a sociedade como um todo, encontrem soluções ecológicas de desenvolvimento. Logo, o principal objetivo deste trabalho é evidenciar os benefícios ambientais sociais e econômicos a cerca desta tecnologia social de baixo custo. Além disso, apresentam-se os seguintes objetivos específicos:

- Analisar o sistema de construção de uma Barraginha;
- Estudar como é feito o planejamento de uma Barraginha;
- Relatar quais equipamentos necessários e tempo médio de construção de uma Barraginha;
- Evidenciar os benefícios ambientais, sociais e econômicos do sistema em questão;

- Identificar a abrangência geográfica de Barraginhas no Brasil, segundo Barros e Ribeiro (2009).

O sistema Barraginhas é importante porque consiste em reter água da enxurrada, evitando erosões e assoreamentos, amenizando enchentes. Ajuda ainda a aproveitar de forma eficiente, a água das chuvas irregulares e intensa, pois ao reter a água de uma chuva intensa, a Barraginha dará tempo para que essa água se infiltre no solo, recarregando o lençol freático. Quanto mais rápida esta água se infiltrar no solo, mais eficiente será a Barraginha, estando assim, apta a colher próxima chuva e sucessivamente todas as chuvas que ocorrerem.

Assim, inicio o trabalho com um breve histórico sobre o que são Barragens e para que servem as mesmas, uma vez que Barraginhas foram pensadas e desenvolvidas a partir deste projeto inicial, a fim de deixar explícita a relação de derivação que uma esteve partindo da outra. Em seguida, começa-se a listar quais são as principais barragens no mundo, onde estão localizadas e quais as suas principais características e funcionalidades. Logo, inicia-se o estudo específico sobre as Barraginhas, suas características, seus benefícios e os aspectos específicos para a construção de uma como a topografia e solo, época ideal para construção, maquinários necessários, dimensões e formatos.

Depois de explanada esta parte, irá se falar sobre o avanço das Barraginhas. Sobre como vem se expandindo este projeto e de que como ele se dá em fases, para que sua execução de dê de maneira assertiva e consistente. E para finalizar, irá ser abordado as abrangências geográficas das Barraginhas de acordo com os documentos da Landau et al. (2013), que visará ilustrar onde nos últimos anos foram implantadas estes sistema.

Os caminhos metodológicos serão apontados no capítulo três. Inicia-se com uma reflexão sobre a importância da pesquisa e a caracterização da metodologia escolhida para este trabalho, contendo também a definição de técnicas e instrumentos das coletas de dados e definição operacional das variáveis.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Barraginha tem como função principal, conforme Barros e Ribeiro (2009) captar enxurradas, controlar erosões e facilitar a infiltração da água da chuva no terreno. Dessa forma, o mesmo autor acima citado, informa que ela contribui para a

preservação do solo, promove a recarga dos lençóis freáticos que abastecem nascentes, córregos e rios.

Em vista do acima exposto, este Trabalho se propõe a buscar por respostas para a seguinte questão de pesquisa: Quais são os benefícios ambientais, sociais e econômicos que se têm com a construção de uma Barraginha?

1.2 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa está concentrada em ressaltar a importância da construção de Barraginhas para controle de erosões além de facilitar a infiltração da água de chuva. Têm como objeto de estudo, agricultores que buscam tal tecnologia para preservação e maior armazenamento de água. Vão ser analisadas as Barraginhas construídas no Brasil, tendo maior incidência no estado de Minas Gerais, conforme dados da Embrapa.

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos do presente trabalho foram divididos em objetivo geral e objetivos específicos, os quais são apresentados a seguir.

1.3.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral evidenciar os benefícios ambientais, sociais e econômicos da implantação de Barraginhas em zonas rurais para pequenos agricultores.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analisar o sistema de construção de uma Barraginha;
- Estudar como é feito o planejamento de uma Barraginha;
- Relatar quais equipamentos necessários e tempo médio de construção de uma Barraginha;
- Evidenciar os benefícios ambientais, sociais e econômicos do sistema em questão;

- Identificar a abrangência geográfica de Barraginhas no Brasil.

1.4 JUSTIFICATIVA

Nas últimas décadas foram sendo feitas lavouras e pastagens sem os devidos cuidados de conservação de solo e sem a preocupação com a reposição de nutrientes no mesmo, além de também um aumento considerável de desmatamento em nosso país. À medida que as lavouras cresciam, os produtores adotavam maior densidade de gado por área, o que acaba acelerando a compactação do solo, reduzindo taxas de infiltração das águas da chuva provocando enxurradas. Desta forma, junto da enxurrada se perdia terra e nutrientes através da erosão, acelerando a degradação do solo e afetando a sustentabilidade agrícola.

Para reverter esse quadro, a Embrapa Milho e Sorgo desenvolveu o projeto Barraginhas, que nada mais é que um sistema de mini açudes, que tem como principal função conter as águas das chuvas através de represamento. Por isso a importância deste trabalho explicar os benefícios da construção e utilização de Barraginhas, pois este sistema ajuda a aproveitar de forma eficiente as águas da chuva. Com esta retenção da água da chuva, as Barraginhas oferecem um tempo maior para que a água se infiltre no solo, recarregando o lençol freático, que por sua vez abastecerá os mananciais que mantém as nascentes, umedecendo também o entorno de cada Barraginha.

Ao umedecer as baixadas, serão criadas condições para uma agricultura de qualidade e sem riscos, produção de alimentos e melhorias no sustento das famílias além de geração de renda (local e regional). Essas vantagens também são refletidas nas feiras, no comércio, na saúde, e na satisfação às populações beneficiadas (BARROS; RIBEIRO, 2009, p. 12).

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, irá discorrer sobre a relevância da aplicação das Barraginhas, abordadas nos capítulos que seguem, e como determinados problemas e cenários sugerem a sua utilização.

As Barraginhas, também conhecidas como pequenas barragens de contenção, são estruturas simples construídas em áreas rurais para captar e armazenar água da chuva. Essas estruturas têm se mostrado cada vez mais eficazes na conservação de recurso hídrico, no combate a erosão e na promoção do desenvolvimento sustentável em regiões afetadas pela escassez de água. A aplicabilidade da utilização de uma Barraginha varia dependendo de cenários específicos da região onde ela se encontra. Pode-se citar como exemplo regiões com longo período de estiagem e baixa disponibilidade de água, as Barraginhas tornam-se uma solução eficiente para captação e armazenamento de água da chuva, possibilitando o uso de água armazenada para irrigação, consumo humano e animal e outras atividades essenciais. Além disso, em áreas com problemas de erosão e perda de nutrientes, as Barraginhas podem ajudar a reduzir o escoamento superficial da água da chuva, permitindo que a água seja absorvida pelo solo, melhorando sua fertilidade e diminuindo a degradação do terreno.

Este capítulo apresentara uma revisão bibliográfica do contexto científico relacionado ao tema abordado nesta pesquisa. A fundamentação teórica do estudo fornecerá uma visão geral de outras pesquisas relacionadas e de conhecimentos existentes sobre o assunto. Explorando uma gama de fontes acadêmicas como artigos, livros e teses, esta revisão busca identificar principais teorias, conceitos e metodologias e lacunas de pesquisa relacionadas ao tema em questão.

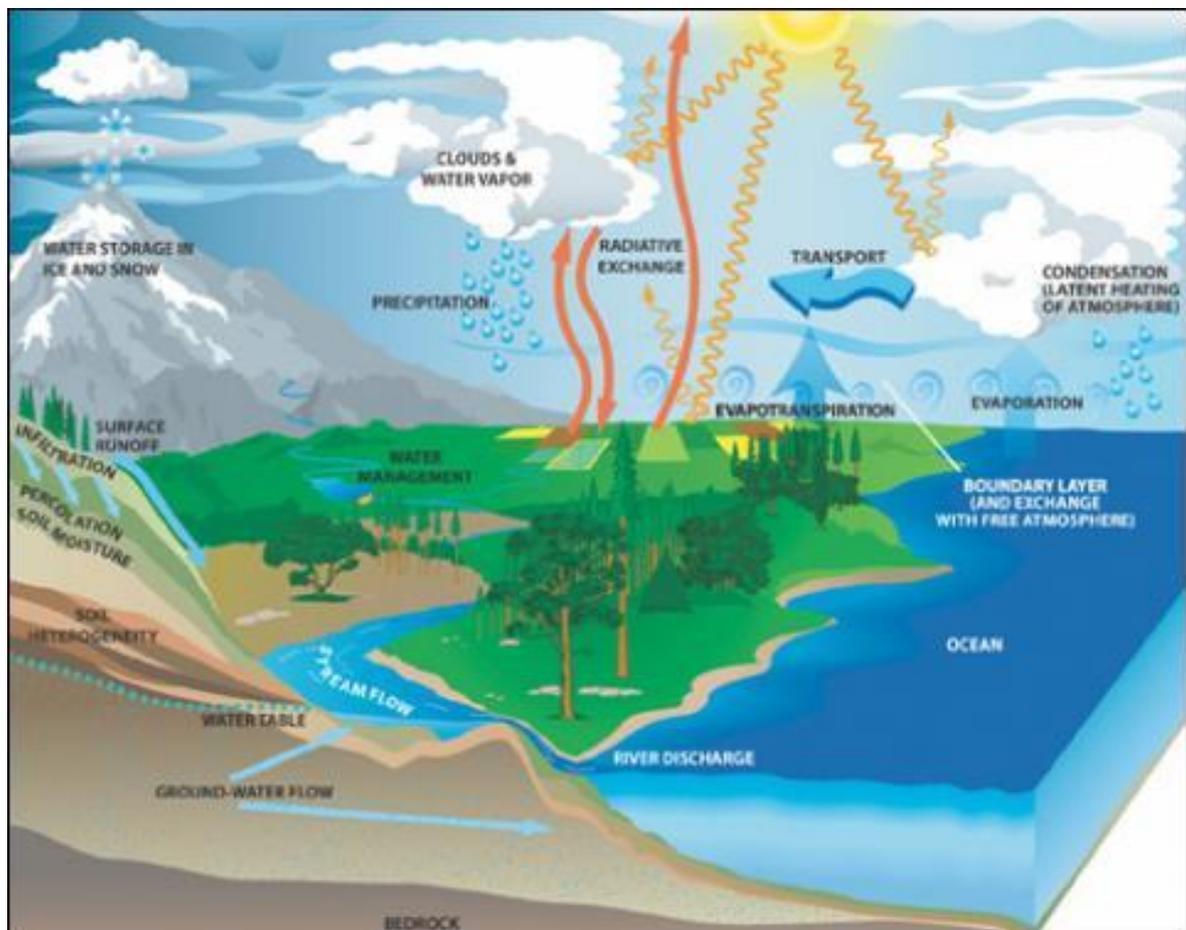
2.1 CICLO HIDROLÓGICO

A água é um recurso natural essencial para a sobrevivência e funcionamento dos ecossistemas. Ela desempenha um papel importante e fundamental na dinâmica do planeta Terra, impulsionando todos os ciclos naturais e sustentando a vida em todas as suas formas. Ciclo hidrológico é o nome que se dá a movimentação constante da água na Terra e na atmosfera. Hidrologia é a ciência que estuda água e sobre isso temos a seguinte definição “hidrologia é a ciência que trata da água na

Terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas e sua relação com o meio ambiente, incluindo sua relação com as formas vivas” (CHOW, 1959 apud TUCCI, 2000).

O ciclo hidrológico (Figura 1) é um ciclo dinâmico no qual a água passa por diferentes processos. É um fenômeno global no qual a água circula em sistema fechado entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionada pela energia solar, associada à gravidade e à rotação da terra (SILVEIRA, 2001).

Figura 1 – Ciclo hidrológico



Fonte: Nasa Science, n.d.

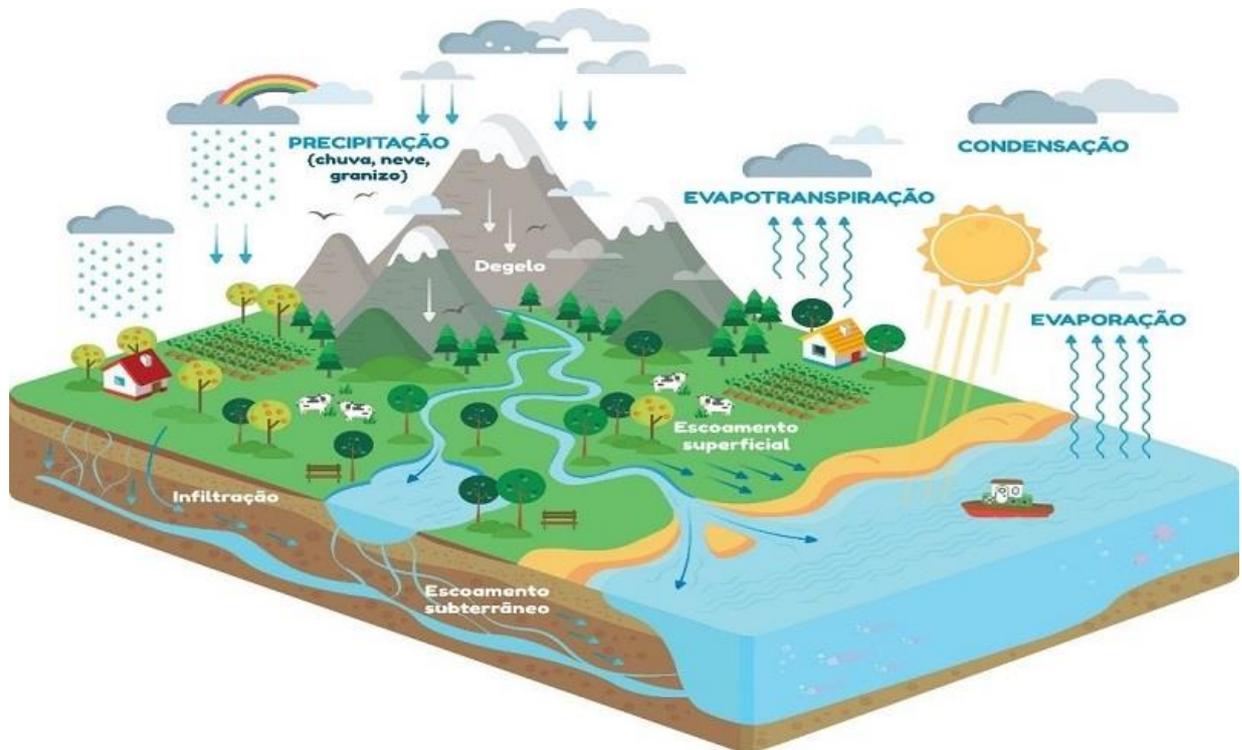
O ciclo da água é um processo complexo e em constante movimentação. Ele envolve uma série de etapas/fases distintas que ocorrem de forma contínua. Em cada uma destas fases (superfície terrestre e atmosfera) estão inclusos os processos de armazenamento temporário de água, transporte e mudança de estado (GARCEZ, 1967).

Silveira (2001) explica que este ciclo por ser um processo complexo e contínuo, o ciclo hidrológico, envolve uma série de etapas interligadas. Começa com a evaporação da água dos oceanos, onde o calor solar transforma a água líquida em vapor. Esse vapor então, se eleva na atmosfera. Dependendo das condições climáticas, ocorre a precipitação, na qual o vapor d'água se condensa e forma gotículas que caem na forma de chuva, neve ou granizo. Esse processo é conhecido como precipitação. Parte da precipitação que alcança a superfície terrestre é interceptada pela cobertura vegetal, o que significa que a água fica temporariamente retida nas folhas e ramos das plantas. Nesse processo, chamado de interceptação, uma parte da água é evaporada diretamente das plantas, enquanto outra parte escorre até o solo. Essa água que chega ao solo pode ter dois destinos principais.

Uma parte dela se infiltra no solo, ou seja, penetra através dos poros e espaços vazios do solo. Esse processo é denominado infiltração. A água infiltrada pode percorrer caminhos subsuperficiais, fluindo através do solo até chegar a rios e lagos próximos, o que constitui o escoamento subsuperficial. Outra parcela da água infiltrada pode percolar mais profundamente atingindo aquíferos, que são camadas subterrâneas de rocha ou solo permeáveis capazes de armazenar água. Essa percolação é responsável pelo escoamento subterrâneo, no qual a água dos aquíferos flui lentamente até alcançar rios, lagos e até mesmo oceanos.

O escoamento superficial ocorre quando a água da precipitação não foi completamente absorvida pelo solo ou interceptada pela vegetação. Essa água é retida em depressões do solo, como lagoas temporárias, poças ou pequenos reservatórios naturais, e pode sofrer processo de infiltração, evaporação ou se absorvida pelas plantas. O restante do escoamento segue caminho dos declives, fluindo em direção a rios, lagos e finalmente no oceano, impulsionado pela força da gravidade. Tanto nos oceanos quanto na superfície terrestre, incluindo a terra e a vegetação, ocorre a evaporação da água, completando o ciclo hidrológico. As plantas contribuem para o ciclo através de evapotranspiração e os animais através da transpiração (SILVEIRA, 2001).

Figura 2 – Ciclos da água



Fonte: EPAL, n. d.

O ciclo hidrológico é de suma importância para manutenção da vida no planeta Terra. A vida, propriamente dita, existe e é possível por causa do sistema hídrico. A água é essencial para o crescimento de plantas, para criação de animais e para manutenção de ecossistemas terrestres. Dessa forma, a disponibilidade de água influencia diretamente a biodiversidade e distribuição de organismos.

Cabe ressaltar que a agricultura e o uso dos recursos hídricos devem ser gerenciados de forma sustentável. A exploração de recursos hídricos pode levar a escassez de água, degradação do solo e impactos negativos no ecossistema. Assim, faz-se necessário adotar práticas agrícolas sustentáveis, como o uso eficiente da água, a conservação do solo e a proteção dos recursos hídricos, para garantir a segurança alimentar e a preservação do meio ambiente.

2.1.1 Escoamento superficial

Escoamento superficial é o movimento da água na superfície da terra que ocorre quando a taxa de precipitação excede a capacidade de infiltração do solo, ou quando o solo já está saturado de água. Segundo Pinto et al. (2011), o escoamento

superficial é uma parte essencial do ciclo hidrológico que analisa a trajetória da água na superfície da terra. Essa área de estudo abrange o deslocamento da água desde as pequenas porções que resultam da precipitação em solos saturados ou impermeáveis, levando ao surgimento de fenômenos como enxurradas, córregos, lagos, rios e ribeirões.

Conforme Garcez e Alvarez (1988), alguma das principais características do escoamento superficial que merecem destaque são:

- **Nível de água:** é a medida da altura alcançada pela água em uma determinada seção em relação a uma referência.
- **Velocidade:** é a relação entre a distância percorrida pela partícula líquida e o tempo necessário para percorrê-la.
- **Vazão:** é a quantidade de água que escoar por unidade de tempo. Normalmente a vazão é expressa em metros cúbicos por segundo e representa a taxa de fluxo de água em um determinado ponto.
- **Declividade:** refere-se à relação entre a diferença de elevação entre dois pontos da superfície líquida e a distância horizontal entre estes dois pontos. Essa medida é expressa em metros por metro, ou centímetros por quilômetros e indica a inclinação ou o declive do terreno ao longo da linha de água.

Essas características do escoamento superficial são importantes para a compreensão e análise dos processos hidrológicos, permitindo a avaliação do comportamento e das características do escoamento de água em um determinado local ou sistema hidrológico.

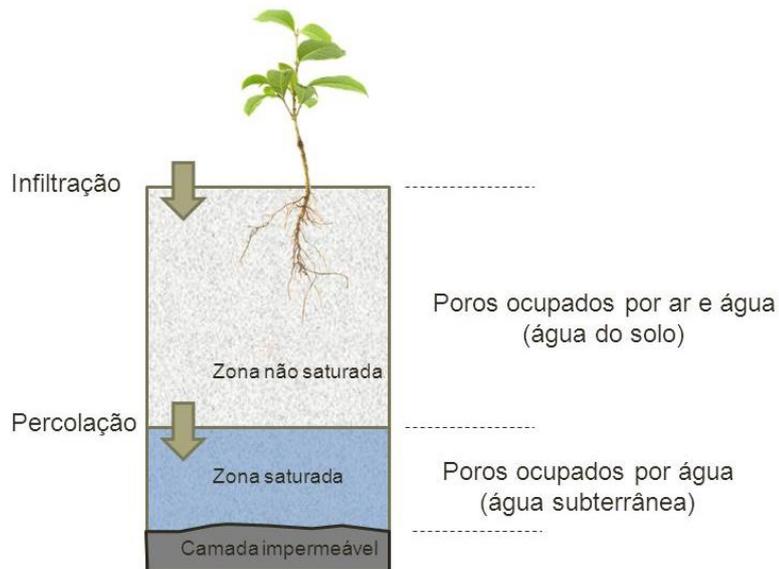
2.1.2 Infiltração da água no solo

De acordo com Tucci e Beltrame (2000), a infiltração da água no solo (Figura 3) é um processo essencial ao ciclo hidrológico, pois envolve a penetração da água na superfície do solo e sua movimentação em direção as camadas subsuperficiais. Esse processo desempenha um papel crucial na disponibilidade de água para as plantas, na recarga dos lençóis freáticos e na regulação do escoamento superficial, influenciando diretamente a ocorrência de erosão hídrica. A infiltração de água no solo é também a responsável pela recarga de aquíferos, contribuindo para a disponibilidade de água subterrânea, que é essencial para diversas atividades humanas e ecossistemas. Conforme destacado por Pruski, Brandão e Silva (2003),

todos os fatores que afetam a infiltração de água no solo também exercem influência no escoamento superficial resultante.

Diversos fatores influenciam tanto a infiltração quanto o escoamento superficial. À medida que a intensidade e a duração da precipitação aumentam, juntamente com a área afetada pela chuva, o escoamento superficial tende a se intensificar. Quando a taxa de precipitação excede a taxa de infiltração no solo, a água não consegue ser absorvida rapidamente, resultando em um aumento do escoamento superficial. Os fatores que influenciam a infiltração, como a textura do solo, estrutura, cobertura vegetal e presença de camadas impermeáveis, também desempenham papel crucial no escoamento superficial. Por exemplo, solos argilosos com pouca capacidade de infiltração e maior compactação tendem a gerar maior escoamento superficial em comparação com solos arenosos e bem drenados.

Figura 3 – Infiltração da água no solo



Fonte: Fürst, 2012.

2.2 BACIA HIDROGRÁFICA

Silveira (2001) fornece uma conceituação da bacia hidrográfica como:

Uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. A bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem

formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório. (SILVEIRA, 2001, p. 35)

Desta forma, se compreende que bacia hidrográfica é uma área geográfica delimitada pela topografia, na qual as águas superficiais e subterrâneas convergem para um ponto comum, geralmente um curso d'água como um rio ou um lago. Essa área é caracterizada pela forma como a água é coletada e escoada, formando um sistema hidrológico conectado. A bacia hidrográfica desempenha um importante papel no ciclo da água, influenciando o abastecimento de água, a qualidade da água, a biodiversidade e a dinâmica dos ecossistemas aquáticos. Viessman, Harbaugh e Knapp (1972), citados por Villela e Mattos (1975), a definem também como:

É uma área definida topograficamente, frenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água tal que toda vazão efluente é descarregada através de uma simples saída. (VIESSMAN; HARBAUGH; KNAPP, 1972 apud VILLELA; MATTOS, 1975, p. 243)

Cabe aqui ressaltar a importância das bacias hidrográficas por diversos motivos, dentre eles:

- O abastecimento de água doce para as cidades, indústrias e agricultura. Elas captam, armazenam e distribuem água para diversos usos, garantindo o suprimento de água potável para a população;
- O seu papel fundamental no ciclo hidrológico, onde regula o fluxo da água superficial e subterrânea. Influência também a distribuição e disponibilidade de água, ajudando equilibrar os ecossistemas aquáticos e terrestres;
- Ajudam na conservação da biodiversidade, ampliando os habitats e ecossistemas e por este motivo a preservação da bacia hidrográfica é essencial para proteger a vida aquática e terrestre;
- Controlam enchentes e erosão do solo, atuando como um sistema de drenagem natural, regulando o fluxo da água durante períodos de chuvas intensas. Elas absorvem a água da chuva e reduzem riscos de enchentes, controlando erosão do solo e minimizando impactos negativos causados pelo escoamento superficial.

A lei federal 9.433/97 (BRASIL, 1997) definiu bacia hidrográfica como uma unidade de território, para que se pudesse implementar a política nacional dos recursos hídricos. O Brasil é um país vasto e possui diversas bacias hidrográficas.

No total, estima-se que o Brasil seja composto por 12 grandes bacias hidrográficas principais (Figura 4). São elas:

1. Bacia Amazônica
2. Bacia do Tocantins-Araguaia
3. Bacia do São Francisco
4. Bacia do Paraná
5. Bacia do Paraguai
6. Bacia do Uruguai
7. Bacia do Parnaíba
8. Bacia do Atlântico Leste
9. Bacia do Atlântico Nordeste Ocidental
10. Bacia do Atlântico Nordeste Oriental
11. Bacia do Atlântico Sudeste
12. Bacia do Atlântico Sul

Figura 4 – Mapa da divisão hidrográfica nacional



Fonte: Koehne, n. d.

2.3 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

O planejamento e a gestão de recursos hídricos são fundamentais para garantir o uso sustentável e a preservação hidrológica. São medidas e estratégias adotadas para a gestão eficiente da água, visando atender as demandas humanas, preservar os ecossistemas aquáticos e diminuir impactos negativos da sua utilização. A gestão de recursos hídricos tem exercido uma função importante na integração da política relacionada a distribuição de água entre os Estados do Brasil, buscando a regularização e o uso múltiplo das águas, contribuindo para a melhoria da produtividade hídrica da bacia hidrográfica (YASSUDA, 1993).

Desta forma, o planejamento de gestão de recursos hídricos, é um dos maiores desafios da humanidade, pois é através dele que se oferta a garantia de acesso a água com qualidade e em quantidades suficientes. O planejamento

envolve avaliação e diagnóstico da disponibilidade e demanda da água em determinada região, considerando aspectos como população, atividades econômicas, setor industrial, agricultura entre outros. A partir disso, são estabelecidos objetivos, metas e diretrizes para o uso racional e sustentável da água.

A efetividade do planejamento e gestão de recursos hídricos depende da integração de políticas e da participação ativa de todos os envolvidos. É essencial buscar o equilíbrio entre o desenvolvimento socioeconômico e a preservação dos recursos hídricos, visando garantir a disponibilidade de água de qualidade para todos.

2.3.1 Escassez hídrica na agricultura

A escassez hídrica na agricultura é um desafio significativo enfrentado por muitas regiões do mundo e do Brasil. A agricultura é um setor que depende fortemente do acesso à água para irrigação das culturas, e a falta deste recurso pode ter impactos negativos na produção de alimentos, na produtividade agrícola e na segurança alimentar. Rebouças (2001) ressalta que a água é uma matéria-prima de grande importância, cuja valorização como “ativo natural” é desafiadora devido à sua ampla utilidade e à falta de substitutos para a maioria de seus usos. Antigamente a abundância de água na natureza não gerava preocupação quanto à quantidade de água que se utilizava e ou desperdiçava, porém atualmente é notável e comum que se fale e observe a escassez deste recurso natural devido à sua crescente demanda. De acordo com Pessoa (2015), o uso inadequado da água e a falta de planejamento e gestão são amplificadores dos efeitos negativos da crise que afetam direta e indiretamente milhões de pessoas.

A agricultura é uma atividade altamente dependente da água. Os cultivos necessitam de água para seu crescimento, desenvolvimento e produção adequada. A escassez hídrica afeta diretamente a capacidade dos agricultores de irrigar suas terras e manter a produtividade agrícola. Além disso, pode levar à redução da produtividade e à perda de safras, prejuízos financeiros. A falta de água afeta negativamente o crescimento das plantas, reduz a qualidade dos cultivos, aumenta o risco de doenças e pragas, diminui a produção de alimentos, afeta a segurança alimentar e aumenta os preços finais dos alimentos.

É importante destacar que cada região do Brasil possui características hidrológicas distintas, condições climáticas variadas e densidades demográficas diferentes. Bem como os setores industriais e agropecuários possuem níveis de desenvolvimentos distintos em cada região. Assim as causas e consequências da crise hídrica enfrentada, podem variar em alguns aspectos de uma região para outra. Essas diferenças regionais desempenham um papel crucial na compreensão da escassez de água e na formulação de estratégia de enfrentamento. Por exemplo, em regiões com clima árido ou semiárido, como o Nordeste brasileiro, a escassez de água é mais acentuada devido à baixa precipitação pluviométrica e a alta taxa de evaporação. A baixa disponibilidade hídrica dos corpos d'água é a principal causa por trás da escassez de água no Nordeste devido ao baixo índice pluviométrico característico dessa região do Brasil, classificando como crítico grande parte dos rios quanto as suas quantidades (ANA, 2015). Já em regiões de grande densidade demográfica e intensa atividade industrial, como o Sudeste, a demanda por água é mais alta, o que aumenta a pressão sobre os recursos hídricos disponíveis.

As diferentes atividades econômicas desempenham também um papel significativo na crise hídrica em cada região. No centro Oeste a agricultura é intensa, assim a irrigação pode causar uma maior demanda de água e afetar a disponibilidade para outros usos. Já no Sul, Segundo a Agência Nacional de Águas (2015) enfrenta desafios relacionados à criticidade quantitativa dos rios, devido a alta demanda da agricultura por meio de irrigação.

Os impactos mencionados revelam que estamos enfrentando uma série de desafios para garantir a confiabilidade no abastecimento de água diante das crescentes demandas. É importante compreender que se está lidando não apenas com uma crise hídrica, mas também com mudanças nas condições gerais. Tais mudanças resultam tanto das transformações climáticas e do uso do solo na disponibilidade de água, quanto do aumento e concentração das demandas por água, ou até mesmo pela combinação entre eles.

2.4 BARRAGENS

Conforme o artigo do Instituto Brasileiro de Sustentabilidade – InBS (2019), Barragem é uma estrutura em um curso permanente ou temporário de água que tem por finalidade a contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de

sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas. Se tratando de barragens de água, conforme a empresa BRK Ambiental (2020), elas são muito importantes, pois formam reservatórios de água para a sociedade, auxiliando na geração de energia, aumenta a disponibilidade hídrica local, evita inundações, além de contribuírem para lazer e navegação.

2.4.1 Principais barragens no mundo

De acordo com Pena (n.d.), as principais barragens do mundo, em ordem potencial, são:

- Três Gargantas (China), localizada no Rio Yang Tse. Ela é a maior hidrelétrica do planeta e exerce outras duas funções importantes, que é ajudar no controle de enchentes e colaborar para a facilitação do transporte hidroviário ao longo do percurso do rio.
- Usina de Itaipu (Brasil). A sua principal característica é o fato de ser uma hidrelétrica binacional, sendo utilizada pelo Paraguai e pelo Brasil, pois está localizada na fronteira entre estes dois países, no rio Paraná.
- Belo Monte (Brasil). Esta ainda se encontra em fase de construção. Quando ficar pronta vai se tornar a maior usina hidrelétrica totalmente brasileira e a segunda maior da América Latina.

2.5 BARRAGINHA E SUAS CARACTERÍSTICAS

De acordo com Barros e Ribeiro (2009), Barraginhas são pequenas bacias escavadas no solo. Possuem diâmetro de até vinte metros e de oito a dez metros de raio e rampas suaves. Possuem a função de captar enxurradas, controlar erosões e proporcionar a infiltração da água das chuvas no terreno. Deste jeito, contribuem para a preservação do solo e promovem a recarga dos lençóis freáticos que abastecem nascentes, córregos e rios. O principal objetivo de uma Barraginha, segundo a mesma fonte, é captar a água das enxurradas e permitir sua infiltração de maneira rápida entre uma chuva e outra para que o lençol freático seja reabastecido, preservando o solo e aumentando a sustentabilidade hídrica. Com a elevação do lençol freático, ocorre o aumento da disponibilidade de água nas cisternas, propiciando o umedecimento das baixadas e até o surgimento de minadouros.

Tudo isso, tem um efeito positivo, pois ajuda a amenizar os efeitos da estiagem, viabilizando a sustentação de lagos para criação de peixes e cultivo de hortas, lavouras e pomares, gerando motivação entre os agricultores além de proporcionar mais trabalho e renda. Este recurso tecnológico social ocorre com o envolvimento dos produtores rurais, que participam de reuniões mobilizadoras e se tornam aptos a indicar os locais das enxurradas onde devem ser construídas as Barraginhas.

Figura 5 – Ações das Barraginhas no lençol freático



Fonte: Bremenkamp et al., 2021.

2.6 BENEFÍCIOS DE UMA BARRAGINHA

Segundo Barros e Ribeiro (2009), o sistema de Barraginhas tem como seu maior benefício, a contenção do avanço da degradação do solo provocada pelas enxurradas, “as quais provocam erosões laminares e sulcadas, e arrastam sedimentos (terra, pedregulho e folhagem) para o curso d’água, empobrecendo o solo e comprometendo os recursos hídricos da propriedade” (BARROS; RIBEIRO,

2009, p. 31). Fazendo a contenção de enxurradas, ocorre ainda a redução da erosão, o assoreamento e a amenização de enchentes. Outra vantagem citada pelos autores estudados é o fato de que realizando a captação de águas das chuvas, as Barraginhas dão condições para que a água represada seja infiltrada no solo, atingindo assim o lençol freático. Quando a água é infiltrada por completo, o lençol freático tem seu volume aumentado e a Barraginha está pronta para receber as águas das próximas chuvas. Tal processo se repetirá a todo ciclo chuvoso que houver, favorecendo assim, a recarga do lençol freático que abastecem mananciais, mantendo nascentes, cisternas, cacimbões e córregos.

Ainda conforme Barros e Ribeiro (2009), a água contida por uma Barraginha infiltra-se continuamente na forma de uma franja úmida crescente, umedece seu entorno (horizontalmente) e abastece um grande reservatório subterrâneo (verticalmente), que é o lençol freático. Outra vantagem do sistema de Barraginha é que ela proporciona a umidade nas baixadas, pois são criadas desta forma, melhores condições para uma agricultura com menor risco de escassez de água. Favorecendo assim uma agricultura segura, com melhorias no sustento das famílias, alimentos de qualidade, renda local e regional, o que é refletido em feiras, comércio, na saúde e na satisfação da população que é por fim, beneficiada. Além de gerar emprego e renda aos agricultores.

Em suma, além de todos os benefícios citados acima, o sistema de Barraginhas ajuda a regularizar o aproveitamento da água de chuvas, amenizando o problema da seca (veranicos), das enxurradas e das enchentes (BARROS, 2008).

2.7 ASPECTOS ESPECÍFICOS PARA CONTRUÇÃO DE UMA BARRAGINHA

De acordo com Landau et al. (2013), deve-se atentar para os aspectos que seguem para a construção de uma Barraginha.

2.7.1 Topografia e solo

Segundo Barros e Ribeiro (2009), não é recomendado construir Barraginhas em terrenos que possuem inclinação acima de 15%. É indicado que se trabalhe em solos que são mecanizáveis. Já em solos arenosos, precisa-se de maiores cuidados, principalmente em a Barraginha ser maior para não verter. O diâmetro deve ser

aumentado para até 20 m para que se evitem transbordamentos que poderiam acarretar o rompimento do aterro. Não se recomenda ainda, construir dentro de voçorocas, em cursos d'água perene, em Áreas de Proteção Permanente (APPs), nas grotas em "V" com barrancos profundos e nem em encostas com inclinação superior a 12%. e tão pouco haver cortes de árvore. Pelo contrário, se indica plantar arvores em torno das Barraginhas, formando assim, os chamados capões.

2.7.2 Época ideal para construção

A umidade residual da chuva é importante para uma melhor qualidade de compactação do aterro, por este motivo, deve-se evitar a construção de Barraginhas nos meses mais secos do ano. Sendo assim, a época ideal para a construção de uma Barraginha é justamente a época mais úmida do ano, que se inicia após as duas primeiras chuvas, onde se obtém a umidade do solo, favorecendo a escavação e facilitando a liga e a compactação dos aterros. Quando o corre o término do período chuvoso, podem-se prolongar as obras por mais quatro a cinco meses, para que haja o aproveitamento da umidade residual do solo.

2.7.3 Maquinários

Para construção de Barraginhas, o maquinário ideal é a Pá Carregadeira, Retroescavadeira e, Escavadeira Hidráulica, tendo ao custo de R\$120,00 a R\$180,00 em média, por Barraginha. Segundo Barros e Ribeiro (2009), em solos que são mais favoráveis, o tempo médio gasto usado para construir uma Barraginha é de aproximadamente, uma hora. Já em solos que são mais firmes, são necessárias duas horas. O espaçamento entre uma Barraginha e outra, vai depender das informações do produtor ou proprietário. Por isso a importância do entendimento do sistema por parte do produtor, para que toda enxurrada erosiva seja convertida e contemplada. Assim, as Barraginhas são construídas gradativamente, sendo 1/3 construídos no primeiro ano, 1/3 no segundo (em locais apropriados) e restante no terceiro ano, pois desta forma o produtor vai aprendendo como funciona o sistema e conseguirá indicar melhor os pontos para a localização das Barraginhas seguintes, e também vai se motivando mais a medida que vê os resultados, a cada ciclo de chuva. Os operadores das máquinas citadas acima

devem ser treinados pela equipe da Embrapa Milho e Sorgo ou pela rede de disseminadores treinados e dispersos por todas as regiões do país.

Figura 6 – Pá Carregadeira



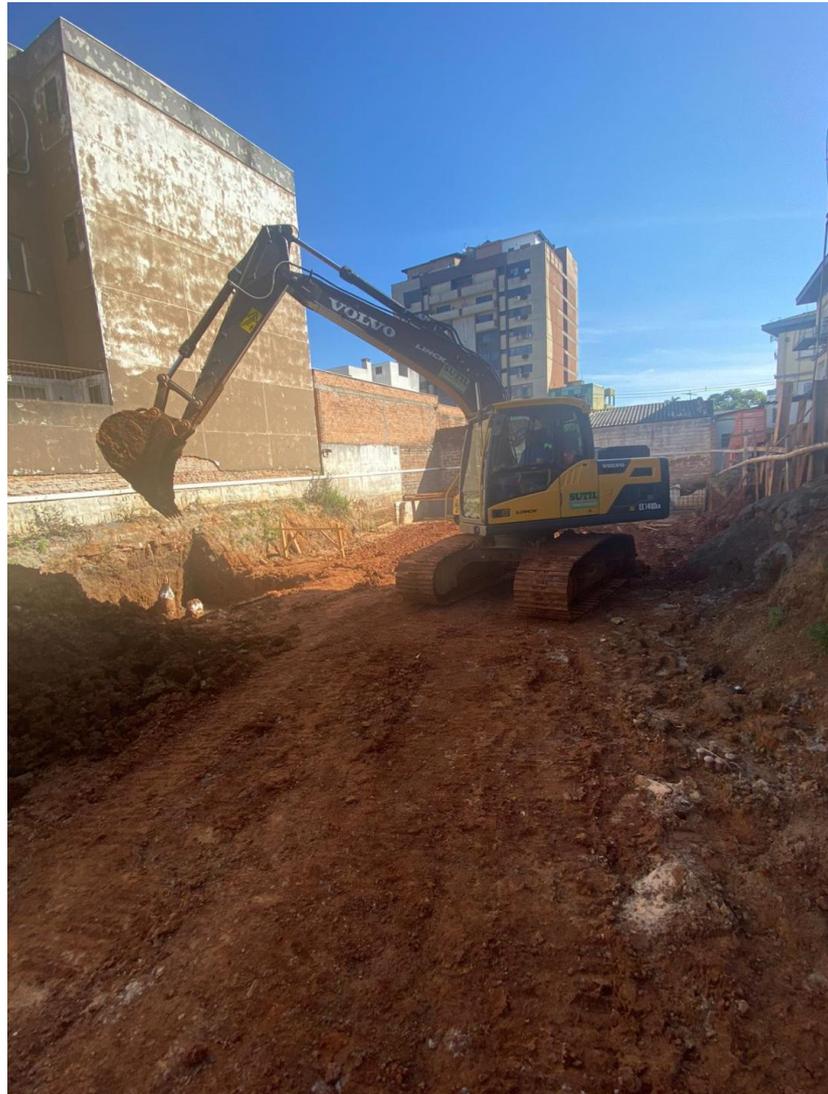
Fonte: Barros et al., 2012.

Figura 7 – Retroescavadeira



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Figura 8 – Escavadeira Hidráulica



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

2.7.4 Dimensões

Segundo Barros e Ribeiro (2009), a Barraginha com capacidade de armazenamento de 100 metros cúbicos a 300 metros cúbicos, deve medir de 15 metros a 20 metros de diâmetro, por 1,5 metro a 2,0 metros de profundidade. Devem ser rasas e espalhadas para que haja o favorecimento da infiltração, pois quanto mais rápido ocorrer essa infiltração, mais rápido esvaziarão para receber, as próximas chuvas.

2.7.5 Formato

O formato mais comum é o de meia lua ou semicircular, mas pode ainda apresentar formato de arco e ser reta nas grotas suaves (rasas) e largas. Em qualquer uma delas, a água irá exercer fora no meio do aterro, no meio da reta ou meio do arco. Para que não haja o rompimento da Barraginha, deve ser compactada a crista, pela própria máquina em formato de travesseiro, elevado no meio e despontado para as extremidades. Deve ser assim, para que se houver abatimento no meio do aterro, haverá ainda uma folga elevada e a Barraginha não se elevará.

Figura 9 – Formato Circular Barraginha

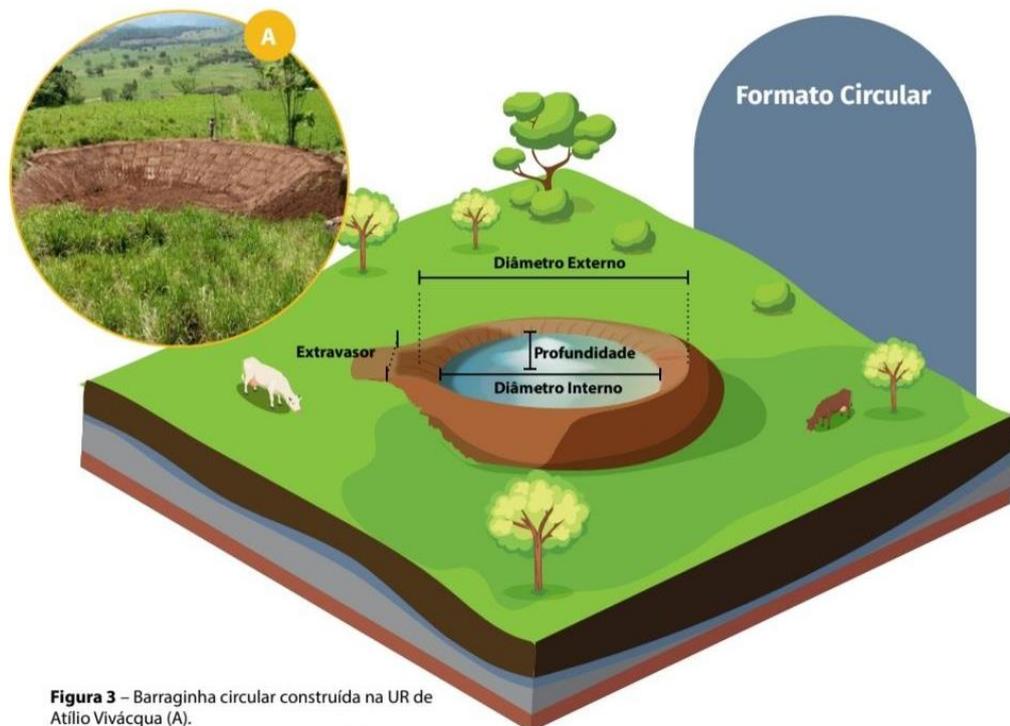
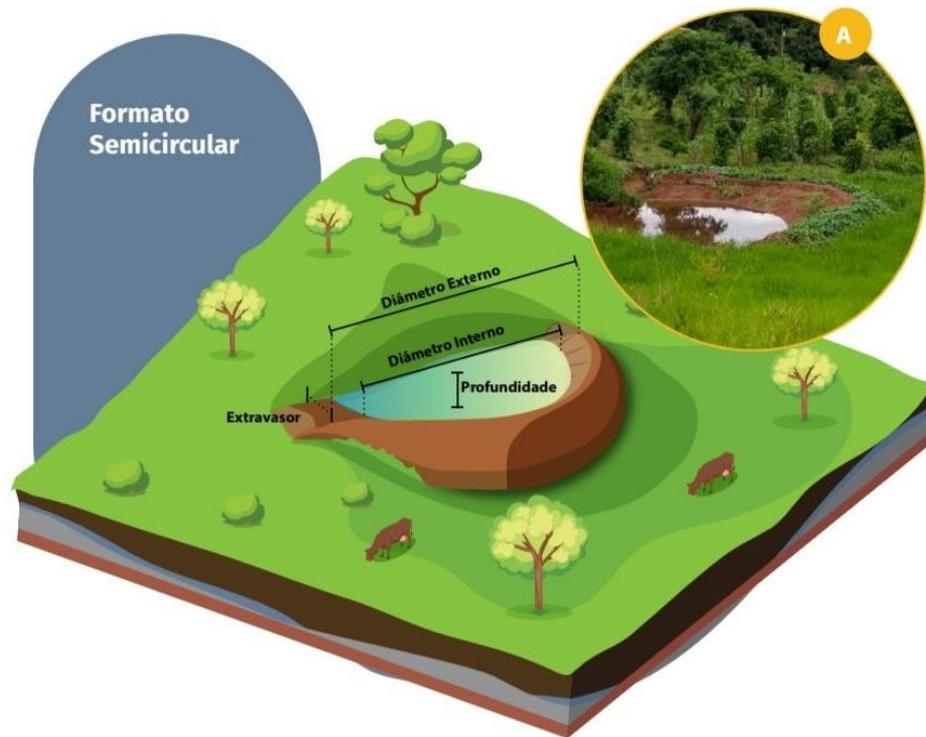


Figura 3 – Barraginha circular construída na UR de Atilio Vivácqua (A). Geometria e dimensões de uma barraginha circular.

Fonte: Bremenkamp et al., 2021.

Figura 10 – Formato Semicircular Barraginha



Fonte: Bremenkamp et al., 2021.

2.8 AVANÇO DAS BARRAGINHAS

O desenvolvimento da primeira experiência em pequena escala, se deu em 1993 com a construção de vinte e quatro Barraginhas, em uma propriedade particular no município de Aracaí/MG e que foram construídas ao longo de três anos. Tendo um resultado positivo, o autor da tecnologia e agrônomo da Embrapa Luciano Cordoval Barros, replicou a experiência em 1995 em outra propriedade do município de Sete Lagoas/MG, construindo vinte e oito Barraginhas. O sucesso destas duas experiências e seus resultados acabou gerando dias de campo, treinamentos e divulgação inicial desta tecnologia ao público em geral, segundo os documentos de Landau et al. (2013).

Desta forma, dois anos depois, uma das ações de divulgação motivou o interesse de um patrocinador da Secretaria Nacional de recursos Hídricos e do Instituto Interamericano de Ciências Agrárias (IICA) para ampliação desta experiência. Em seguida, em parceria com a prefeitura Municipal de Sete Lagoas, foram construídas novecentas e sessenta Barraginhas em sessenta pequenas

propriedades da mesma bacia, consolidando desta forma o primeiro Projeto-Piloto do Ribeirão Paiol. Foi assim que se teve um marco na difusão da tecnologia, pois os resultados obtidos de controle de erosão, umedecimento de baixadas, carregamentos de mananciais e revitalização de nascentes nestas microbacias foram muito evidentes, fazendo do Sistema Barraginhas uma grande vitrine, segundo Barros e Ribeiro (2009). Foram mais de cem reuniões, treinamento e outros eventos em torno desta vitrine, que foram tão ricos e intensos que levaram a geração de uma nova forma de mobilização nas comunidades, para que fosse implantada novas Barraginhas em todo o país. Para isso se seguiam quatro fases, segundo Barros e Ribeiro (2009):

- **FASE A – Primeiros contatos:** Se dão através de reuniões com a comunidade, apresentadas por participantes do projeto. Um multiplicador faz o primeiro contato levando a ideia do projeto a comunidade. Esses multiplicadores podem ser técnicos da extensão rural ou de alguma Organização Não Governamental (ONG), associação, sindicatos ou mesmo voluntários. Ainda tem aqueles que tomam conhecimento do Sistema de Barraginhas através de notícias, jornais ou revistas, ou pode ainda ter ouvido falar desse sistema no município vizinho, assim, podem entrar em contato com a Embrapa iniciando o envolvimento.

- **FASE B – Visita a unidades demonstrativas do Sistema Barraginhas:** Este passo consiste em organizar uma visita da comunidade ao Projeto-Piloto do Ribeirão Paiol, para que possam conhecer e passem a creditar no potencial das Barraginhas para o desenvolvimento da sua comunidade. Aqui, o principal objetivo, segundo documento de Landau et al. (2013), é gerar expectativas, para que os participantes vejam que é possível produzir (conservar) água em suas propriedades, pela colheita de chuvas e ainda visualizem o Sistema implantado em sua região.

- **FASE C – Treinamento no local:** Esta terceira fase acontece na própria comunidade. É realizado um treinamento teórico e prático onde se aprende a localizar e construir as Barraginhas nos veios das enxurradas. Durante aparte prática, são construídas duas Barraginhas e ocorre o treinamento de técnicos, operadores de máquinas e participantes para entenderem e poder fiscalizar os trabalhos futuros. Ao final desta fase, os participantes estão prontos para desenvolver o projeto sem tutoramento, podendo adaptar o Sistema as características locais.

- **FASE D – Construção das primeiras Barraginhas pelos participantes:** Já motivados e treinados se inicia o processo de adesão e de cadastramento dos participantes, onde eles decidem quantas Barraginhas serão construídas por comunidade e por participante.

Nestas quatro fases, se faz importante a gestão da própria comunidade, mas sempre com o apoio do poder público no envolvimento e no financiamento das despesas e no uso de máquinas. O intuito com esta parceria é promover a aproximação entre a comunidade, os técnicos e o poder público. Atualmente diversos municípios que adotaram o Sistema de Barraginhas são considerados como vitrine para visitação, não somente pela grande quantidade de Barraginhas construídas, mas também pelos resultados de produção de água e do alto grau de mobilização e gestão das comunidades decorrentes deste Sistema.

2.9 ABRANGÊNCIAS GEOGRÁFICAS DAS BARRAGINHAS

De acordo com documentos de Landau et al. (2013), nos últimos dezesseis anos foram implantadas cinquenta mil e quinhentos e sessenta e seis (50.566) Barraginhas que estão distribuídas em cento e oitenta e seis (186) comunidades pertencentes a cento e seis (106) municípios, contando com um total de R\$ 12.550.103 em auxílios financeiros. A maior parte delas foi construída na região Sudeste (40.976 Barraginhas em Minas Gerais), seguida pela região Nordeste (7.700 no Piauí, 750 no Ceará, 140 em Sergipe), logo a região Norte (700 Barraginhas no Tocantins) e Centro-Oeste (150 Barraginhas em Goiás e 150 no Mato Grosso).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo serão apresentados os passos metodológicos para a elaboração da pesquisa. A metodologia adotada é fundamental para garantir a qualidade e a confiabilidade dos resultados obtidos. Após definição do problema de pesquisa, se iniciou a revisão bibliográfica onde se buscou literaturas existentes sobre o tema pesquisado. Vale ressaltar que um dos grandes desafios para a estruturação deste trabalho, consistiu justamente na falta de informação no meio acadêmico, um dos motivos que se tornou também uma motivação para a elaboração deste trabalho em questão.

Com base no problema de pesquisa e nos objetivos estabelecidos, se realizou a abordagem de pesquisa mais adequada. Se realizou ainda coleta de dados através de pesquisas bibliográficas, para assim se chegar na discussão dos resultados, explorando suas implicações, destacando suas limitações e fornecendo conexões significativas relacionadas a pesquisa.

Assim, chegou-se na conclusão onde foram sintetizadas as principais conclusões da pesquisa, respondendo aos objetivos estabelecidos, também oferecendo recomendações práticas e sugestões para pesquisas futuras.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa pode ser considerada uma relação entre teoria e prática, uma atividade permanente que permite uma aproximação da realidade que se estuda, que se quer conhecer e ou aprofundar. Para tal, é necessário ser um pesquisador, desenvolvendo algumas características bastante específicas:

O pesquisador tem liberdade de escolha do método e da teoria para realizar seu trabalho; entretanto deve no momento do seu relatório, ser coerente, ter consciência, objetividade, originalidade, confiabilidade e criatividade da coleta e análise de dados. (MARCONI; LAKATOS, 2009, p. 272)

Sendo assim, tem-se a missão de, enquanto pesquisador, organizar e estruturar a pesquisa de forma que atenda a principal demanda da pesquisa em questão, com olhar objetivo e ético. Segundo a área do conhecimento, conforme estabelecido pelo CNPq (n.d.), este trabalho se situa na grande área das

engenharias, dentro da subárea da Engenharia Hidráulica, mais especificamente no ramo da Hidráulica. Já em relação a finalidade, o trabalho classifica-se como sendo uma pesquisa básica, que visa aprofundar conhecimento em um campo de estudo.

Quanto aos métodos empregados, classifica-se a mesma ainda conforma a subdivisão estabelecida por Gil (2010), referente a natureza dos dados, como uma pesquisa qualitativa, uma vez que nos interessa neste trabalho estudar sobre os fenômenos que ocorrem em determinado tempo, local e cultura.

A metodologia qualitativa preocupa-se em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano. Fornece análise mais detalhada sobre investigações, hábitos e atitudes, tendências de comportamento etc. (MARKONI; LAKATOS, 2009, p. 269)

Ainda sobre isso, Demo (2000) afirma que:

Os movimentos em torno da pesquisa qualitativa buscam confrontar-se com os excessos de formalização, mostrando-nos que a qualidade é menos questão de extensão do que de intensidade. Deixá-la de fora seria deturpação da realidade. Que a ciência tenha dificuldade de a tratar é problema da ciência, não da realidade. Quanto ao ambiente em que os dados serão coletados, o trabalho será de laboratório. Em relação ao grau de controle das variáveis, identifica-se a pesquisa como não experimental, uma vez que a mesma se desenvolve sobre formulações já existentes e examina as consequências de determina ação sobre um ambiente onde está concentrada a ação. (DEMO, 2000, p. 29)

Quanto aos objetivos, esta pesquisa enquadra-se dentro do tipo denominado, pesquisa exploratória, pois tendo em vista o que afirma Gil (2010, p. 27), este é o tipo da “maioria das pesquisas realizadas com propósitos acadêmicos, pelo menos num primeiro momento”. Ainda dentro desta subdivisão a coleta de dados se dará através de levantamento bibliográfico que tem como intenção explorar materiais sobre o tema escolhido. Sobre isso, Gil (1996) esclarece que:

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Pesquisas que objetivam a análise de diferentes aspectos ou posições acerca de um problema costumam ser bibliográficas, bem como pesquisas sobre ideologias. (GIL, 1996, p. 50)

3.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DA COLETA DE DADOS

Em relação às variáveis, conforme os objetivos específicos:

- **Analisar o sistema de construção de uma Barragem:** Utilizar o manual da Embrapa para que se entenda como se dá a construção de uma Barragem. Através disso verificar o que é necessário e importante neste processo.
- **Estudo do planejamento de uma Barragem:** Utilizar os indicativos da Embrapa de quais são as etapas para organizar e planejar a Barragem. Através disso avaliar qual melhor forma de se fazer e quais dificuldades pode surgir durante o processo.
- **Equipamento e média de tempo:** Exemplificar as máquinas indicadas pela Embrapa através de fotos e qual média de tempo das mesmas. Levar em consideração contratempos que podem fazer com que máquinas sejam substituídas por outras mais adequadas e tempo possa ser maior ou menor.
- **Evidenciar os benefícios do sistema:** Relatar as experiências que já foram bem-sucedidas e quais benefícios que elas trouxeram. Listar de que forma as Barragens podem ser benéficas.
- **Abrangência geográfica:** Usar a localização de Barragens já construídas e em pleno funcionamento que são indicadas pela Embrapa.

3.3 BARRAGENS

Neste tópico serão abordados de forma descritiva a contextualização histórica e seus métodos construtivos. O objetivo deste item consiste em trazer informações básicas sobre a técnica utilizada na construção de uma Barragem bem como o seu histórico no Brasil. Para melhor especificação, serão descritos dois principais tópicos:

- Histórico;
- Métodos construtivos.

3.3.1 Abrangência geográfica nacional

Neste tópico será realizada uma revisão bibliográfica para investigar quais as áreas no território nacional existem Barraginhas funcionantes, no qual existem exemplos de aplicação da técnica de Barraginhas.

3.4 ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS

Nesta questão será realizada uma análise dos benefícios que a Barraginha traz para o local que ela foi implementada, dando destaque para os dois principais que são: A infiltração da água no solo e o controle da erosão da terra. Estes são os principais benefícios que uma Barraginha pode trazer para o local onde ela é implantada e os motivos que fazem com que os agricultores decidam por construir uma.

3.4.1 Infiltração da água no solo

Neste tópico serão descritos os benefícios referentes à infiltração da água no solo, observados nos exemplos pesquisados na revisão deste trabalho.

3.4.2 Controle da erosão da terra

Neste item serão apresentados de que forma se dá o controle da erosão da terra através de uma Barraginha. Como que ocorre esse processo e de que forma isso é um dos pontos favoráveis e mais importantes desta construção.

3.5 ANÁLISE DO CORPO TÉCNICO

A análise do corpo técnico é fundamental para o sucesso de qualquer organização e planejamento de uma obra. Essa análise permitirá conhecer quais profissionais são necessários e quais estratégias desenvolvidas para a construção de uma Barraginha.

3.6 ANÁLISE DOS CUSTOS

A análise de custos é uma das atividades mais importantes para o sucesso financeiro de qualquer projeto. Esta análise permitirá identificar os custos envolvidos nas atividades da obra, avaliar a eficiência dos recursos utilizados e identificar possíveis oportunidades de redução de despesas.

3.7 EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

Para demonstrar a aplicabilidade e seus principais resultados práticos, serão ilustrados ao longo dos itens dispostos nos resultados (capítulo 4), exemplos reais de Barraginhas. Dessa forma, serão ilustrados na prática o que serão discutidos ao longo de cada item dos resultados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo encontram-se os resultados obtidos com a implementação da metodologia do trabalho. Para uma maior interpretação e contextualização dos resultados, se faz necessário a leitura do capítulo 3 deste trabalho, o qual traz os critérios adotados na metodologia proposta.

4.1 BARRAGINHAS

Barraginhas são pequenas bacias que se carregam e descarregam das águas precipitadas e escoadas, reforçando o lençol freático e funcionando como uma caixa d'água natural (Figura 11). É uma prática para coleta de água das enxurradas, proporcionando infiltração rápida entre uma chuva e outra (BARROS, 2000).

Figura 11 – Barraginha coletando água. Foto: Luciano Cordoval.



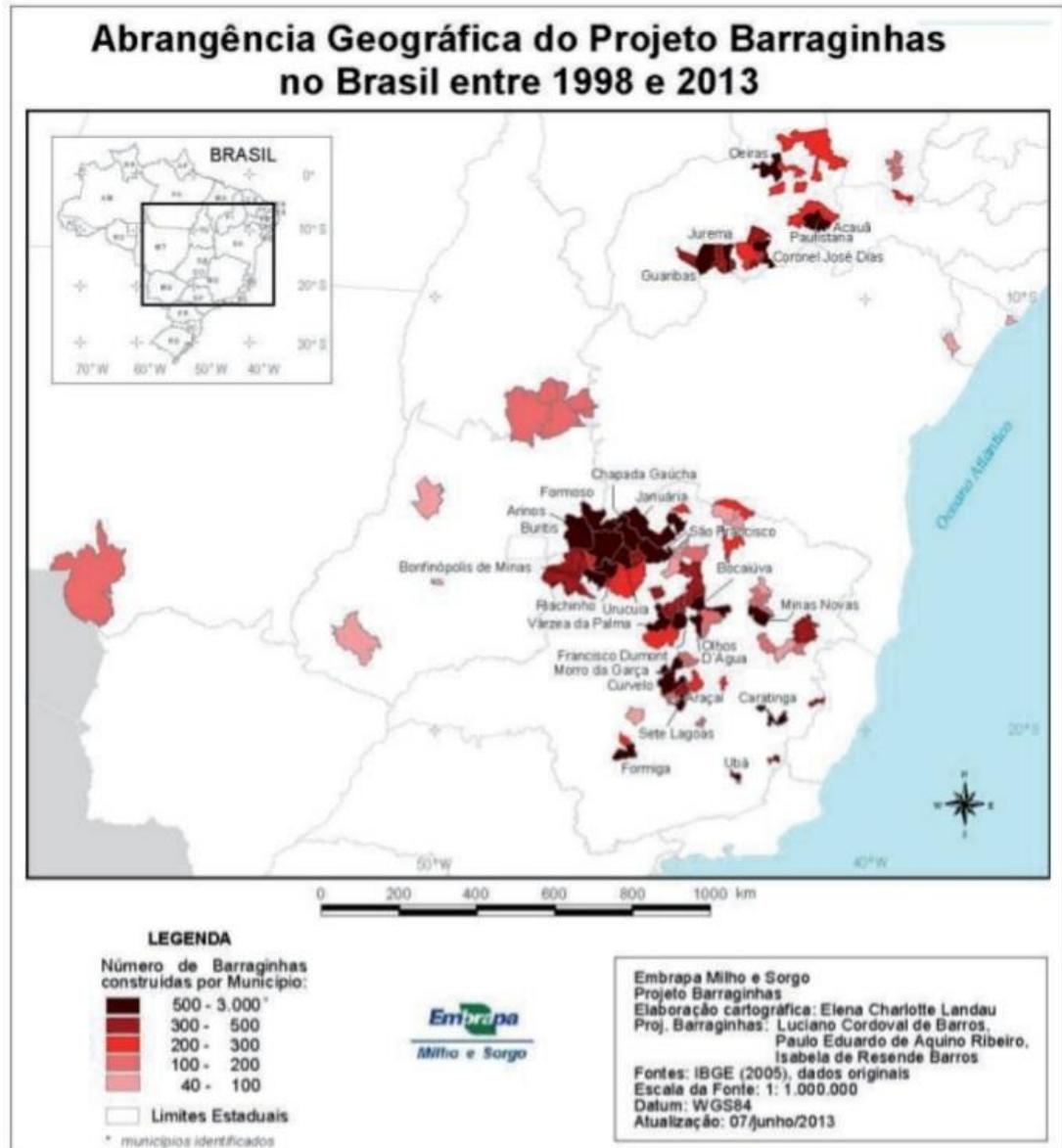
Fonte: Embrapa, 2018.

4.1.1 Histórico

Um problema muito comum em áreas rurais é a erosão dos solos, principalmente em regiões tropicais onde também pode ser agravado por atividades como exploração de madeira, produção agropecuária e incêndios, que deixam o solo exposto e desprotegido, suscetível a incidência das chuvas (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 2012). Preocupados com áreas degradadas, produtores rurais procuram orientação para diminuir ou interromper processos erosivos. Dentre as práticas para atenuação da erosão, alguns produtores optam pela construção de Barraginhas (BARROS, 2000). De maneira geral, a técnica da Barraginha teve sua origem em regiões semiáridas da África e Ásia, onde as comunidades locais foram os responsáveis por desenvolver a técnica de conservação do solo para que pudessem enfrentar os desafios de escassez da água.

Na Índia essa técnica é chamada de *check dam*, e é utilizada há mais de mil anos para armazenar água da chuva e prevenir erosão do solo em áreas rurais. Na África, a técnica é chamada de *zipline* e é amplamente utilizada em alguns países para a produção agrícola em regiões áridas. No Brasil, esta técnica teve seu início através do Engenheiro Agrônomo da Embrapa Milho e Sorgo, Luciano Cordoval de Barros, em meados do ano de 1983. Ele conta que em uma visita ao campo em Janaúba/MG, onde não chovia a dez meses, ocorreu quarenta minutos de chuva e ele acabou se deparando com uma Barraginha natural, formada pela própria chuva. Assim ele deu início a rascunhos, desenhos e relatórios onde recebeu autorização para construir cinco (5) Barraginhas. Dois anos após ele já deu início a implantação do projeto em fazendas da região de Sete Lagoas (MG). No ano de 1998, ocorreu a primeira obra em larga escala onde foram construídas 1000 unidades em fazendinhas da região (Figura 12).

Figura 12 – Abrangência Geográfica Projeto Barraginhas



Fonte: Landau et al., 2013.

Assim, o projeto começou a se espalhar. No ano de 2001, a ideia foi levada para o vale do Jequitinhonha (MG) e depois de três anos já se tinha cerca de 2.500 Barraginhas construídas com recursos da prefeitura, segundo Barros (2000). No ano de 2005, a Fundação Banco do Brasil premia a ideia e assim passa a financiar projetos no Nordeste. Mais três anos depois, já se tinha mais 3.600 unidades em doze municípios do Piauí. Nesta época começou a migração das Barraginhas para o Ceará e toda região do semiárido. Em seguida as Barraginhas tiveram expansão para Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Pantanal, Goiás, Tocantins e outros, tendo

uma estimativa que no Brasil já foram construídas cerca de dois milhões de Barraginhas.

4.1.2 Análise para implementação

Barraginha é uma pequena barragem construída em uma área rural para reter água da chuva e ajudar recarregar os lençóis freáticos. Além disso, favorecem a irrigação do local, fornecendo água para animais e reduzindo erosão do solo (Figura 13). Pensando nisso, é que foi criado o sistema Barraginhas, que funciona como um mecanismo para colher e armazenar águas em momentos de abundância. O manual da Embrapa, referenciado neste trabalho como Barros e Ribeiro (2009), traz um considerável comparativo para entendermos sua funcionalidade:

Da mesma maneira que um telhado, a superfície do solo recebe a água das chuvas, concentrando-a em enxurrada que, à medida em que escorre sobre o solo, se avoluma até formar erosão, causando muitos danos ao terreno. (BARROS; RIBEIRO, 2009, p. 11)

Figura 13 – Barraginha como bebedouro para animais



Fonte: Cordoval, 2022.

Para a construção de uma Barraginha o primeiro ponto a se considerar seria o clima e o solo da região que se pretende construir uma. As regiões semiáridas do Brasil são uma das regiões mais chuvosas e seu maior problema é a má distribuição destas chuvas. Segundo Barros e Ribeiro (2009):

Nessa região, a distribuição das chuvas geralmente ocorre da seguinte maneira: chove de 500 milímetros a 1.000 milímetros, mas pode cair para um terço entre 10 e 15 dias, com um longo período de estiagem de 60 dias, e voltar a chover outra terça parte em outros 15 dias, e o terço final daí a 30 dias. (BARROS; RIBEIRO, 2009, p. 13)

Já nas regiões brasileiras subúmidas, onde o volume de chuva é de mil e oitocentos (1.800) milímetros, os momentos de abundância de chuvas vão de oito (8) a dez (10) recorrências, chegando às vezes serem até doze (doze) em anos, segundo o mesmo manual da Embrapa. Importante destacar que segundo o que indica a Embrapa, quanto mais barrentas forem as enxurradas e enchentes, maior também será as possibilidades de erosões, degradações e empobrecimento do solo. Já na região do cerrado o solo é predominantemente poroso e profundo. Assim, “nesta região o sistema Barraginha tem uma função maior como controle de erosão, contenção de assoreamentos, recarregamento do lençol freático, revitalização de mananciais e amenização de enchentes” (BARROS; RIBEIRO, 2009, p. 15). Por este motivo, as Barraginhas dessa região porosa devem ser menores, com 15 metros de diâmetro, e volume entre 100 metros cúbicos e 150 metros cúbicos (10 a 15 caminhões-pipa) (BARROS; RIBEIRO, 2009). Já em Minas Gerais e Piauí, observa-se solo predominantemente rasos, que possuem capacidade média abaixo de infiltração, o que faz com que as Barraginhas sejam ligeiramente maiores, “chegando a medir 20 metros de diâmetro, e com capacidade de armazenamento de até 300 metros cúbicos, com maior tempo para sua infiltração entre uma chuva e outra” (BARROS; RIBEIRO, 2009, p. 15).

Tais pontos como o clima e o solo de cada região, onde se pretende construir uma Barraginha devem ser observados e considerados, para que ela possa exercer sua funcionalidade com eficácia. Além disso, para se construir uma Barraginha deve-se observar o período ideal para sua construção que é na época mais úmida do ano, que se inicia após as duas primeiras chuvas, por que são elas que umedecem o solo e favorecem a escavação além de facilitar a liga e compactação dos aterros e continua até quatro (4) a cinco (5) meses após encerradas as chuvas.

Outra consideração a ser feita sobre o que é necessário e importante considerar para a construção de uma Barraginha é a localização delas dentro da propriedade, onde se contará com o conhecimento do produtor rural (dono do local), sobre quais são os locais das enxurradas e/ou pontos estratégicos onde as Barraginhas serão construídas. São os proprietários do local que conhecem o terreno e que indicarão o lugar mais adequado.

4.1.3 Abrangência geográfica nacional

Segundo Barros e Ribeiro (2009), a Embrapa possui mapeada as Barraginhas funcionantes do ano de 1995 a 2012. A partir de 2013 não foram mais atualizadas. Sabe-se que o projeto Barraginha é utilizado principalmente em regiões áridas, semiáridas e de clima tropical. Esta técnica pode ser encontrada em diversos estados brasileiros. No Nordeste, a técnica é bastante utilizada no estado da Bahia, Pernambuco, Ceará e Rio Grande do Norte, principalmente em áreas rurais e semiáridas. No Sudeste, as Barraginhas são utilizadas em estados como Mato Grosso e Goiás, principalmente em áreas rurais que enfrentam problemas de erosão e perda de solo. Na região Sul, a técnica é utilizada em estados como o Paraná, Santa Catarina e Rio grande do Sul, principalmente para a conservação de água e solo em áreas rurais. Especificamente no Rio Grande do Sul, as Barraginhas estão presentes nas seguintes regiões:

- Região da Campanha onde a Barraginha é utilizada para conservação de água e solo em propriedades rurais para garantir produção agrícola em áreas com baixa disponibilidade de água;
- Região dos campos de cima da Serra, onde é utilizada para recuperação de nascentes e conservação do solo, contribuindo para a proteção da biodiversidade local;
- Região do Semiárido onde é utilizada para a conservação de água, contribuindo para a produção agrícola e para a convivência com a seca.

Dom Pedrito, Santana do Livramento, Quaraí e Lavras do Sul são cidades do Rio Grande do Sul onde a é utilizada a técnica da Barraginha. Barros (2000) cita alguns Municípios-vitrines que são referências (modelos) que funcionam também como vitrine para visitas, pois foram implantados e seguem as especificações segundo a Embrapa. São elas:

Em Minas Gerais:

- Lagamar;
- Januária;
- Janaúba;
- Minas Novas (no Vale do Jequitinhonha);
- Formiga.

No Piauí:

- Santa Luz;
- Guaribas;
- São Lourenço;
- Caracol;
- Coronel José Dias;
- Anísio de Abreu;
- João Costa;
- Oeiras;
- Pais Landim;
- Acauã;
- Paulistana.

No Ceará:

- Jati;
- Jardim;
- Caririaçú;
- Várzea Alegre;
- Juazeiro do Norte.

4.2 ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS

Barraginha é uma técnica que visa à infiltração da água no solo ao mesmo passo que recarrega o lençol freático. Ambos são benefícios deste projeto. Sobre isso, fala-se que

Ao barrar (reter) a água de uma chuva intensa, as barraginhas darão tempo para que essa água se infiltre no solo, recarregando o lençol freático. Quanto mais rápido essa água se infiltrar no solo, mais eficiente será a barraginha. Assim, ela estará apta a colher a próxima chuva e sucessivamente todas as chuvas que ocorrerem. (BARROS; RIBEIRO, 2009, p. 11)

Este é o seu principal benefício, captação de água. Através desta captação é que se dão outros benefícios como contenção da erosão e assoreamento e amenização de enchentes. A água que é infiltrada no solo através da Barraginha atinge o lençol freático que acaba tendo seu volume aumentado e ficará apta para receber as águas das próximas chuvas. Este processo se repetirá permitindo também o surgimento de minadouros e cacimbas, além de que os mananciais mantenedores das nascentes e córregos serão fortalecidos por esta ação.

Outro benefício que a Barraginha acaba oferecendo é uma agricultura segura e alimentos de qualidade porque elas deixam úmidas as baixadas. Segundo Barros e Ribeiro (2009), é nítido a percepção até mesmo da pastagem do terreno onde se encontram as Barraginhas. Após serem construídas o pasto ficou muito mais verde e vistoso (Figura 14). Com uma agricultura melhor e mais forte, conseqüentemente se tem empregos gerados e uma maior fonte de renda.

Ao umedecer as baixadas, serão criadas condições para uma agricultura de qualidade e sem riscos, produção de alimentos e melhorias no sustento das famílias, além de geração de renda (local e regional). Essas vantagens também são refletidas nas feiras, no comércio, na saúde, e na satisfação às populações beneficiadas. (BARROS; RIBEIRO, 2009, p. 12)

Figura 14 – Evolução da pastagem após construção da Barraginha: pasto seco antes da construção da Barraginha e pasto com vegetação restaurada após a construção da Barraginha



Fonte: Cordoval, 2022.

Segundo Barros (2008), os proprietários de terrenos que investem no sistema de Barraginhas são agricultores que acabam ganhando um novo ânimo, uma motivação fundamental para plantar lavouras, hortas, criar animais e até mesmo construir lagos pequenos para criação de peixes. É notável os efeitos positivos do aumento da quantidade de água disponível sobre todas as atividades nas comunidades onde elas já foram implantadas. Sobre isso, o Agrônomo da Embrapa reforça:

[...] maior produção de frutos; aumento na produção de mel decorrentes de floradas mais intensas; pastagens mais verdes no entorno das Barraginhas e nos baixios, diminuindo o período em que é necessário trato suplementar de criações durante a seca e maior segurança de produção das lavouras nas baixadas. Também tem sido observado o retorno de espécie da fauna em busca de água, como seriemas, capivaras, entre outras. (BARROS, 2008, p. 49)

O sistema de Barraginhas beneficiam todas as categorias de agricultores, no entanto ela tem sido adotada em sua maioria por agricultores familiares que buscam viabilizar sua construção em todas as propriedades de uma microbacia, beneficiando deste modo, toda a comunidade da região pela recarga do lençol freático.

4.2.1 Infiltração da água no solo

A infiltração da água no solo é um dos principais benefícios que uma Barraginha pode proporcionar ao local em que ela está implantada. Isso se dá por meio de um processo natural de percolação, em que a água da chuva que cai na superfície do solo é coletada pela Barraginha, e em seguida, é infiltrada no solo próximo a ela.

Ao barrarem a água de chuva intensas, as Barraginhas proporcionam um tempo maior para que essa água se infiltre e recarregue o lençol freático. Cada Barraginha precisa de um tempo para que isso aconteça. Quanto mais rápido a água se infiltrar, mais eficiente é a Barraginha, pois, assim, ela estará apta a colher a próxima chuva e todas as frentes que ocorrerem ao longo da estação de chuva. (LANDAU ET AL., 2013, p. 9)

Esse processo de infiltração ocorre devido á diferença de pressão entre a água acumulada na Barraginha e o solo adjacente. Assim que a chuva é retida no solo, começa o processo de infiltração no solo, onde há o preenchimento de espaços vazios entre as partículas dos solos (Figura 15). Assim, com a infiltração que acontece de maneira natural, há a recarga do lençol freático que tem como consequência o abastecimento de mananciais, conserva as nascentes, as cisternas, os cacimbões e os córregos.

A água contida por uma Barraginha infiltra-se continuamente na forma de uma “franja úmida” crescente; umedece o seu entorno (horizontalmente) e abastece um grande reservatório subterrâneo (verticalmente), que é o lençol freático. (LANDAU ET AL., 2013, p. 9)

Figura 15 – Processo de infiltração de água pela Barraginha: Barraginha super cheia pós chuvas, Barraginha já no processo de infiltração da água armazenada e Barraginha com a infiltração quase completa





Fonte: Cordoval, 2022.

4.2.2 Controle da erosão de terra

Ao conter e barrar as enxurradas, as Barraginhas reduzem a erosão da terra, o assoreamento do local e amenizam as enchentes. A infiltração lenta da água ajuda na redução da velocidade em que a água escoou pela superfície do solo, reduzindo desta forma a erosão que seria causada pela força da água (Figura 16).

O maior benefício proporcionado pelo Sistema Barraginhas é a contenção do avanço da degradação do solo provocada pelas enxurradas, as quais provocam erosões laminares e sulcadas, e arrastam sedimentos (terra, pedregulho e folhagem) para os cursos d'água, empobrecendo o solo e comprometendo os recursos hídrico da propriedade. (BARROS; RIBEIRO, 2009, p. 31)

A presença de água no solo também ajuda a promover o crescimento da vegetação, que é uma forma natural de estabilizar o solo. As plantas ajudam a reter o solo e a reduzir a velocidade do escoamento da água, prevenindo assim a erosão.

Figura 16 – Antes e depois da implementação da Barraginha para controle de erosão: Sistema de Barraginha sendo implementado e Sistema de Barraginha já em funcionamento



Fonte: Cordoval, 2022.

4.3 PLANEJAMENTO PARA IMPLEMENTAÇÃO

Segundo Barros et al. (2012), o planejamento de uma construção de uma Barraginha se inicia pela mobilização da comunidade. Faz-se reuniões com a

famílias, normalmente famílias que fazem parte da agricultura familiar, para que entendam como funciona o projeto, quais seus benefícios e funcionalidades. Quem apresenta projeto são técnicos da Emater ou de alguma Organização Não Governamental (ONG), sindicatos ou voluntários. Há ainda as famílias que têm o primeiro conhecimento sobre a Barraginha através da televisão, jornais ou revistas, ou ainda que ouviram falar do sistema já existentes de vizinhos próximos. À medida que vão conhecendo e entendendo o projeto, passam a aceitar o mesmo e assim vão se formando multiplicadores para espalhar e mobilizar outras famílias.

Dado este passo, inicia-se a organização de visitas da comunidade para que conheçam os projetos já funcionantes da região. Na sequência agenda-se uma visita na própria comunidade para que ocorra o treinamento. Neste treinamento aprende-se a localizar (marcar) as Barraginha nos veios das enxurradas e assim, se controle duas Barraginhas iniciais. Para que todos que ali estão (técnicos, operadores de máquina e beneficiários) fiquem treinados para entender e fiscalizar os próximos trabalhos. Assim, inicia-se a construção das primeiras Barraginhas uma vez que os usuários já estão motivados e treinados. Faz-se o processo de adesão e de cadastramento dos beneficiários, havendo a decisão de quantas Barraginhas serão construídas por comunidade e beneficiário. Cabe ressaltar que nestas fases é importante que a gestão esteja nas mãos da comunidade, mas tendo ao mesmo tempo, apoio do Poder Público no envolvimento e no financiamento (parcial ou total) das despesas e no uso de máquinas, segundo a realidade do Estado de Minas Gerais, segundo Barros e Ribeiro (2009).

Barros e Ribeiro (2009) também citam que não é necessária nenhuma autorização junto a Embrapa para construções de Barraginhas. O que é necessário é apenas o treinamento junto a Embrapa o que torna o agricultor apto a construir a Barraginha no mesmo passo que o torna um disseminador desta tecnologia. O mesmo deixa claro que ela é permitida e liberada pelo código Florestal. Assim, qualquer agricultor que queira utilizar a Barraginha como um recurso para o seu terreno deve, após receber treinamento da Embrapa, fazer um projeto que deve seguir as seguintes especificações:

- Construir nas épocas mais úmidas do ano;
- Utilizar como maquinários para a construção a Escavadeira, Pá-carregadeira e Retroescavadeira;

- Com capacidade de armazenamento de cem (100) metros cúbicos a trezentos (300) metros cúbicos, devem medir de quinze (15) a vinte (20) metros de diâmetro, por um (1) metro e meio a dois (2,0) metros de profundidade (lembrando que a capacidade de armazenamento de uma Barraginha é determinada pelo potencial da enxurrada);
 - Em média, devem possuir 1,2 metros de profundidade;
 - Devem ser rasas e espalhadas para favorecer a infiltração;
 - Formato mais utilizado é o de meia lua ou semicircular, mas pode ainda apresentar formato de arco e ser reta nas grotas suaves (rasas) e largas. Em qualquer destes formatos a água forçará no meio do aterro, no meio da reta ou no meio do arco;
 - Não construir em terrenos com inclinações acima de 12%;
 - Não devem ser construídas em curso de água perene, áreas de proteção permanentes (APPs) e no interior de voçorocas e das grotas.

Além disso, o Engenheiro Agrônomo da Embrapa cita ainda dois pontos a serem observados com atenção para que não se tornem uma dificuldade no bom funcionamento da obra. São eles:

- Para não haver rompimento da Barraginha, a sua “crista deve ser compactada pela própria máquina em formato de travesseiro, elevado no meio e despontando para as extremidades” (BARROS; RIBEIRO, 2009, p. 29). Desta forma, se houver abatimento no meio do aterro, terá ainda folga elevada não permitindo o rompimento da mesma.
 - O ideal para a construção de uma Barraginha é que elas fiquem cheias e não cheguem a transbordar (sangrar). Porém em algumas construções pode acontecer transbordamento (sangramento) com frequência é um sinal de que se faz necessário a construção de outra mais acima, para que se evite este volume excedente.

4.4 ANÁLISE DO CORPO TÉCNICO

Segundo o manual da Embrapa, para a criação e implementação de uma Barraginhas não há uma esfera específica para autorização ou regulamentação dela. O que a Embrapa faz é a disseminação sobre os benefícios da Barraginha, como ela funciona, como se constrói uma através de cursos. A Embrapa também indica quais profissionais podem executar o projeto e qual maquinário é mais

indicado para a construção. Depois que uma pessoa recebe este treinamento ela pode multiplicar o conhecimento adquirido para outros proprietários de terras para que possam também executar e implementar o sistema de Barraginhas conforme sua necessidade. É importante ressaltar que o envolvimento de profissionais qualificados é essencial para realização e concretização de atividades agrícolas de forma sustentável e eficaz. Pode-se citar alguns exemplos de profissionais que podem estar presentes, (não tendo a obrigatoriedade da presença de todos) para acompanhar ou executar o sistema de Barraginhas:

- **Engenheiro Agrônomo ou Engenheiro Civil:** É o profissional responsável por planejar, projetar, implementar e monitorar o projeto. O principal objetivo de ambos os profissionais na construção e execução de uma Barraginha é considerar e identificar aspectos como tipo de solo, clima, topografia e necessidades da cultura ou criação.

- **Geólogo:** Esse profissional pode se fazer necessário para avaliar condições geológicas do local onde a Barraginha será construída como permeabilidade do solo, presença de rochas e estabilidade do terreno.

- **Agrimensor:** Esse profissional pode ser necessário para fazer medições do terreno e definir a dimensão das Barraginhas.

- **Técnico em Agropecuária:** Esse profissional pode contribuir na execução da construção da Barraginha, como marcar o terreno, escavar e compactar o solo.

- **Operador de máquinas pesadas:** Esses profissionais são os responsáveis pelo uso e controle de equipamentos que serão utilizados na construção da Barraginha como escavadeira, retroescavadeira, fazendo a escavação e nivelção do terreno onde a Barraginha será implementada.

- **Técnico em meio ambiente:** Pode avaliar os impactos ambientais da Construção de uma Barraginha e pode auxiliar na criação de um plano de manejo adequado para o local, se necessário for.

Vale ressaltar que qualquer que seja o profissional citado anteriormente escolhido para a construção de uma Barraginha, faz-se necessário que o mesmo faça a utilização de equipamento de proteção individual (EPI's), tais como:

- **Capacete:** para proteção da cabeça contra possíveis impacto ou quedas.
- **Luvax:** para proteção das mãos contra cortes.
- **Óculos** de proteção: para proteger os olhos contra sujeira e detritos.

- **Protetores auriculares:** para proteger os ouvidos contra ruídos excessivos.
- **Calçado de segurança:** para proteção dos pés contra impactos, cortes e escorregões.
- **Colete refletivo:** para sinalização em áreas de trabalho com trânsito
- **Cinto de segurança:** para proteção contra queda.

4.5 ANÁLISE DOS CUSTOS

Segundo Barros e Ribeiro (2009), para a construção do sistema de Barraginhas, são recomendados três tipos de equipamentos. São eles: Retroescavadeira, Pá carregadeira ou Escavadeira Hidráulica. Qualquer uma destas máquinas irá atender a construção, porém há que se observar que cada equipamento atenderá de uma forma, conforme suas especificações e funcionalidades, pois há possibilidade de se encontrar dificuldade de acesso ao terreno e a inclinação dele. Isso acaba determinando qual maquinário vai ser mais indicado para a construção. Por isso a importância de antes de começar a obra, ser realizada uma visita ao local, para identificar o terreno e suas possíveis dificuldades, sendo desta forma assertivo na escolha do equipamento. Assim, se poderá escolher a máquina mais adequada, visando um maior custo-benefício para a obra, pois também há variação de preço da hora trabalhada de cada uma delas. Também se faz necessários os operadores de máquinas. Estes trabalhadores devem estar com equipamentos de segurança como capacetes, luvas, óculos de proteção e cintos de segura para que seja garantido a segurança deles.

Uma Barraginha em solos favoráveis leva o tempo médio de construção de duas a seis horas (BARROS, 2008). Já em solos mais firmes, leva, em média, de três a oito horas dependendo do equipamento utilizado. Abaixo segue especificação de cada máquina e o custo em média, que se cobra pela sua hora trabalhada, de acordo com a empresa em que trabalha o autor deste trabalho:

- Retroescavadeira – Uma retroescavadeira é uma máquina pesada que é usada para escavar, carregar, nivelar e mover materiais em obras de construção, mineração, agricultura e outros setores. O custo de mercado, em média, da sua hora trabalhada é de R\$180,00.

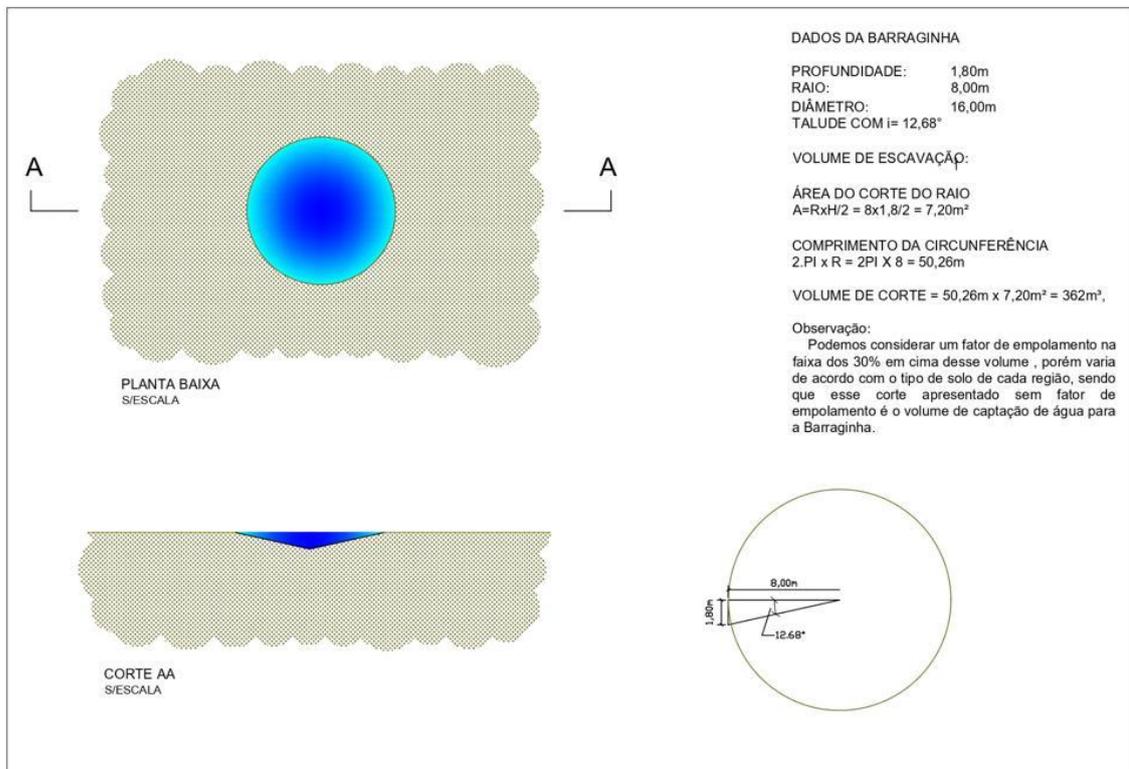
- Pá-carregadeira – Também é uma máquina pesada e conhecida como carregadeira frontal. O que a difere da Retroescavadeira é que ela só deve ser utilizada em solo favorável e com pouca inclinação, porque o seu modo de escavação é superficial. O custo de mercado, em média, da sua hora trabalhada é de R\$ 250,00.

- Escavadeira Hidráulica – Também é uma máquina pesada, porém para este equipamento não há nenhuma situação desfavorável e possa limitar a sua funcionalidade. Por este motivo, acaba sendo mais utilizada pela sua versatilidade. No entanto, para um pequeno projeto como o de uma Barraginha, ela acaba se tornando oneroso o custo do orçamento pelo custo da sua hora trabalhada e sua mobilização e desmobilização até o local, pois depende que seja transportada por um caminhão. O custo de mercado, em média, da sua hora trabalhada é de R\$ 330,00.

Para se fazer uma análise geral de custo de construção de uma Barraginha, contatou-se uma empresa de Engenharia e terraplanagem da cidade de Gravataí/RS. Não será citado o nome da empresa por questões de confidencialidade, mas sabe-se que é uma empresa que atua há mais de trinta anos no mercado, trabalhando em toda região metropolitana de Porto Alegre e tem sua sede na cidade de Gravataí.

Primeiramente, o Engenheiro da empresa fez uma visita técnica até o local para verificar a topografia do local, observando a inclinação do terreno, presença de obstáculos naturais (árvores, rochas) e a disponibilidade de espaço adequado para a construção. Além disso, observou a hidrologia do local, se há nascentes ou córregos e também avaliar a vazão e a qualidade da água que poderá ser armazenada através da Barraginha. Também avaliou a acessibilidade do local para acesso das máquinas. E para finalizar o Engenheiro fez o dimensionamento. Calculou o tamanho ideal da Barraginha com base na disponibilidade de água, nas características do solo e outros fatores importantes para a construção dela. Neste mesmo momento da visita técnica, foi identificado que, por se tratar de um terreno permeável localizado na cidade de Guaíba/RS, há a necessidade de se construir uma Barraginha considerada grande. Ficou definido por ele também, que para este local e para este tipo de solo se deve utilizar como maquinário uma Escavadeira. O projeto realizado pelo Engenheiro da empresa em questão encontra-se na Figura 17.

Figura 17 – Projeto de uma Barraginha



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Com o projeto em mãos, a empresa forneceu também o orçamento do maquinário que pode executar a obra de implantação da Barraginha. Neste orçamento consta o valor do projeto, o custo da máquina e o valor de mobilização e desmobilização de equipamento. A Tabela 1 traz o orçamento que a empresa forneceu.

Tabela 1 – Orçamento Barraginha de Guaíba

Descrição	unidade	Valor
Projeto Barraginha	1	R\$ 500,00
Mobilização e desmobilização	km	R\$ 20,00
Escavadeira	hora	R\$ 330,00

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

- *Mobilização e desmobilização < 20km R\$ 700,00
- *Mobilização > 20 km R\$700,00 mais R\$ 20,00 o km rodado
- *Mínimo de horas para equipamentos são de 3 horas
- *Operador óleo diesel e manutenção inclusos

Sabendo-se que o local da obra fica em Guaíba/RS e que esta cidade fica a cinquenta (50) quilômetros da cidade de Gravataí, onde é a sede da empresa que prestará o serviço, estima-se o custo de R\$ 700,00 referente a mobilização e desmobilização de equipamento, mais o excesso de km rodado por ser uma distância maior que vinte (20) quilômetros de distância, o que dá um total de R\$ 2.000,00. Totalizando o valor total de R\$ 2.700,00 de mobilização e desmobilização de equipamentos. Já o custo do equipamento definido para tal obra (escavadeira), ficou no valor total de R\$ 1.980,00, tendo em vista que se levou seis horas de trabalho. Assim, o custo entre projeto e execução da obra prestado pela empresa solicitada, ficou em um total de R\$ 5.180,00.

5 CONCLUSÕES

Buscou-se nessa pesquisa, evidenciar os benefícios ambientais, sociais e econômicos a cerca deste sistema social de baixo custo, que é Barraginha. A proposta era de fazer uma elucidação e ampliar a discussão sobre uma das técnicas implementadas no Brasil para a gestão de recursos hídricos, que são os sistemas de Barragens, mais especificamente o sistema de Barraginhas. Além disso, procurou-se analisar o sistema de Barraginha, como é feito o seu planejamento, quais equipamentos são necessários e tempo médio de construção de uma e ainda identificar a abrangência geográfica de Barraginhas no Brasil.

Conforme descrito na metodologia deste estudo, fica evidente que as Barraginhas são técnicas que podem ser facilmente implementadas. Essa abordagem prática e de fácil execução torna as Barraginhas acessíveis a diferentes comunidades e regiões, sem exigir grandes investimentos financeiros ou recursos avançados. A simplicidade e adaptabilidade das Barraginhas permitem que sejam aplicadas em diferentes escalas e contextos, contribuindo assim para a disseminação de práticas sustentáveis de conservação de solo e água. Tal característica torna as Barraginhas uma solução viável e efetiva para enfrentar desafios ambientais e promover a segurança hídrica, especialmente em propensas a escassez de água e degradação do solo. Assim, conclui-se que a implementação das Barraginhas é de fato, uma alternativa acessível e eficaz para promoção da sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento agrícola.

No que diz respeito ao planejamento das Barraginhas, é notável que a técnica pode ser considerada relativamente simples, especialmente devido ao seu baixo custo e facilidade de implementação. Uma vez que o projeto de Barraginha tenha sido elaborado, a execução pode ser realizada com o auxílio de máquinas, o que agiliza o processo de construção. Existem opções de maquinários disponíveis, bem como profissionais habilitados que podem realizar a obra em um curto período, aproveitando-se da simplicidade do sistema. É importante ressaltar que, em áreas com declividades mais acentuadas, onde a técnica da Barraginha é utilizada para contenção de erosões, é possível empregar equipamentos ainda mais simples, como picaretas, pás e mão de obra braçal do próprio agricultor. Dessa forma, a simplicidade e eficiência da técnica ficam evidentes, pois ela se adapta as condições

locais e é implementada com recursos e equipamentos simples, de acordo com a realidade de cada agricultor.

No que tange a abrangência das Barraginhas no Brasil, observa-se que, apesar já terem sido implementadas em muitas regiões, a adesão a essa técnica ainda não é amplamente difundida. Isso se deve, em grande parte, a falta de divulgação e incentivo tanto por parte dos governos federais como dos governos estaduais, que estão mais próximos dos pequenos agricultores. Embora os benefícios das Barraginhas, como sua simplicidade e viabilidade financeira, sejam conhecidos, ainda falta uma maior divulgação e explanação de todas as vantagens que esse sistema oferece. A falta de conscientização e informação adequada tem limitado o potencial de crescimento das Barraginhas no país. A divulgação mais ampla dos benefícios das Barraginhas poderia impulsionar um crescimento significativo no Brasil. Além de proteger taludes contra a erosão, esse sistema também desempenha um papel crucial na recarga de aquíferos e na expansão da malha agrícola, especialmente para a pequena agricultura e agricultura familiar. Essa técnica pode ser um instrumento valioso para aumentar a resiliência das comunidades rurais, proporcionando segurança hídrica e promovendo sustentabilidade ambiental.

Portanto, em suma, a falta de divulgação e incentivo por parte dos governantes tem limitado a expansão das Barraginhas no Brasil, apesar de seus inúmeros benefícios. Uma maior conscientização sobre as vantagens desse sistema, tanto para a proteção ambiental como para o desenvolvimento socioeconômico, poderia impulsionar um crescimento significativo da técnica em todo o país, especialmente entre os pequenos agricultores e na agricultura familiar.

É imprescindível destacar que a escassez de divulgação das Barraginhas resulta também na escassa quantidade de trabalhos acadêmicos sobre este tema. Ainda há muito a ser explorado e discutido acerca deste assunto, sendo urgente a ampliação desta discussão. A falta de trabalhos acadêmicos sobre as Barraginhas reflete uma lacuna de conhecimento e pesquisa nessa área. Embora existam exemplos práticos e relatos de experiências bem-sucedidas com o uso das Barraginhas, a produção acadêmica ainda é limitada. Isso ajuda a dificultar a disseminação e a consolidação dessa técnica como prática reconhecida e amplamente adotada. Faz-se necessário ampliar a realização de pesquisas científicas e estudos acadêmicos sobre esta temática para que se aprofunde o

entendimento dos benefícios, limitações e potencialidades deste sistema, além de fortalecer a disseminação da técnica e permitir a troca de conhecimento e experiências entre pesquisadores, agricultores e demais envolvidos.

Uma sugestão para trabalhos futuros seria a realização de estudos mais aprofundados sobre as Barraginhas, visando a preencher lacunas de conhecimento e a fornecer informações mais detalhadas sobre sua aplicabilidade e limitações. Centro de pesquisas e instituições acadêmicas podem desempenhar um papel fundamental nesse sentido, conduzindo experimentos e ensaios com pequenos protótipos de Barraginhas. Estes testes podem avaliar a infiltração de água no solo, considerando diferentes tipos de solo encontrados em diversas regiões, bem como aprofundar a aplicabilidade em diferentes inclinações de talude. Também é importante descrever e documentar mais detalhadamente suas limitações. Identificar as condições em que esta técnica pode ser menos eficiente ou apresentar restrições é essencial para orientar sua implementação adequada. Desta forma os trabalhos futuros poderiam preencher estas lacunas e contribuir para um conhecimento mais sólido e embasado desta técnica, permitindo uma melhor orientação aos agricultores e maximizando seus benefícios ambientais e socioeconômicos.

REFERÊNCIAS

ANA – Agência Nacional das Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: Informe 2014**. Brasília: ANA, 2015. 107 p.

BARROS, Luciano Cordoval de; SANTOS, M. Barraginhas retêm água para o pasto, para o gado... **Revista Balde Branco**, São Paulo, [s.v], [s. n.], [s. p.], 2005.

_____, Luciano Cordoval de. **Captação de águas superficiais de chuvas em Barraginhas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 16 p.

_____, Luciano Cordoval de. Captação e uso de água, na propriedade, para múltiplos fins. In: ALBUQUERQUE, Paulo Emílio Pereira de; DURÃES, Frederico Ozanan Machado (Orgs.). **Uso e manejo de irrigação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 528 p.

_____, Luciano Cordoval de; RIBEIRO, Paulo Eduardo de Aquino. **Barraginhas: água de chuva para todos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. ABC da agricultura familiar. 49 p.

_____, Luciano Cordoval de; RIBEIRO, Paulo Eduardo de Aquino; BARROS, Isabela de Resende; TAVARES, Wagner de Souza. **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, 2012. Circular Técnica, 177. 11 p.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 1997. n. p. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 4 nov. 2022.

BREMENKAMP, Cintia Aparecida; SEVILLANO, Maria Butron; PELISSARI, Vinicius Braga; PEREIRA, Luciano Menezes; LÓPEZ, Juan Felipe Barrios. **Barraginhas: conservação do solo e recuperação hídrica em propriedades rurais**. Vitória: Incaper, 2021. 24 p.

BRK Ambiental. **A importância das barragens para a sociedade e a comunidade no entorno**. [s.l.], 2020. Disponível em: <https://blog.brkambiental.com.br/importancia-das-barragens/>. Acesso em: 07 out. 2022.

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Áreas do conhecimento – Engenharias**. Brasília, n.d. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/web/dgp/engenharias>. Acesso em: 28 set. 2022.

CORDOVAL, Luciano. **Projeto Barraginhas**: primeiro e segundo treinamento de 2022 e o segundo e terceiro de 2023, ministrados pelo Diego do Senar-MG! O clone

de Barraginhas Diego Mingote. 2022.

<https://projotobarraginhas.blogspot.com/2022/08/primeiro-e-segundo-treinamentos-do.html>

DEMO, Pedro. **Conhecer e aprender – sabedoria dos limites e desafios**. Porto Alegre: Artmed, 2000. 152p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Barraginhas e seus benefícios são tema de exposição no Shopping Sete Lagoas**. Embrapa, Sete Lagoas, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/38576935/barraginhas-e-seus-beneficios-sao-tema-de-exposicao-no-shopping-sete-lagoas>. Acesso em: 30 set. 2022.

EPAL – Grupo Águas de Portugal. **Ciclos da água**. [s.l.], n.d. Disponível em: <https://www.epal.pt/EPAL/menu/epal/comunica%C3%A7%C3%A3o-ambiental/ciclo-da-%C3%A1gua>. Acesso em: 2 out. 2022.

FÜRST, Omar. Infiltração da água no solo. Biboca ambiental, [s. l.], 2012. Disponível em: <http://bibocaambiental.blogspot.com/2012/04/infiltracao-da-agua-no-solo.html>. Acesso em: 2 nov. 2022.

GARCEZ, Lucas Nogueira. **Hidrologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1967. 249 p.

_____, Lucas Nogueira; ALVAREZ, Guillermo Acosta. **Hidrologia**. 2 ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1988. 304 p.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1996. 160 p.

_____, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 200 p.

GUERRA, Antonio José Teixeira; SILVA, Antonio Soares da; BOTELHO, Rosângela Garrido Machado. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 7 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 340 p.

InBS – Instituto Brasileiro de Sustentabilidade. **O que é barragem**. [s.l.], 2019. Disponível em: <https://inbs.com.br/o-que-e-barragem/>. Acesso em: 22 set. 2022.

KOEHNE, André. **Mapa da Divisão Hidrográfica Nacional**. Wikipédia, [s. l.], n.d. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_regi%C3%B5es_hidrogr%C3%A1ficas_do_Brasil. Acesso em: 10 out. 2022.

LANDAU, Elena Charlotte; BARROS, Luciano Cordoval de; RIBEIRO, Paulo Eduardo de Aquino; BARROS, Isabela de Resende. **Abrangência geográfica do projeto Barraginhas no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 45 p. Acesso em: 24 set. 2022.

MARCONI, Maria de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2009. 315 p.

NASA Science. **Water cycle**. [s. l.], n.d. Disponível em: <https://science.nasa.gov/earth-science/oceanography/ocean-earth-system/ocean-water-cycle/>. Acesso em: 15 set. 2022.

PENA, Rodolfo Alves. **10 maiores hidrelétricas do mundo**. Brasil Escola, [s.l.], n. d. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/as-maiores-hidreletricas-mundo.htm>. Acesso em: 24 out. 2022.

PESSOA, Mariana Lisboa. Situação hídrica do Rio Grande do Sul. In: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Ciclo de Debates 2015: repensando o desenvolvimento sustentável**. Porto Alegre: ABES, 2015. Disponível em: https://www.abes-rs.org.br/novo/materiais/materiais_e5g5f6507mj1.pdf. Acesso em: 5 nov. 2022.

PINTO, Nelson L. de Souza; HOLTZ, Antonio Carlos Tatit; MARTINS, José Augusto; GOMIDE, Francisco Luiz Sibut. **Hidrologia básica**. 1 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2011. 304 p.

PRUSKI, Fernando Falco; BRANDÃO, Viviane dos Santos; SILVA, Demetrius David da. **Escoamento superficial**. Viçosa: UFV, 2003. 88p.

REBOUÇAS, Aldo da C. Água e desenvolvimento Rural. **Estudos Avançados**, v. 15, n. 43, p. 327–344. São Paulo, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/fZfSwyYnKf6MMNnQcCxypXd/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 17 maio 2023.

SILVEIRA, André Luiz Lopes da. Ciclo hidrológico e a bacia hidrográfica. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS. 2001. p. 35–51.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Regionalização de vazões (versão preliminar)**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica – Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000. 142 p.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; BELTRAME, Lawson Francisco. Infiltração e armazenamento no solo: In: Tucci, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2 ed. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABHR, 2000. 944 p.

VILLELA, Swami Marcondes; MATTOS, Arthur. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975. 245 p.

YASSUDA, Eduardo Riomey. Gestão de Recursos Hídricos: fundamentos e aspectos institucionais. **Revista da Administração Pública**, v. 27, n. 2, p. 5–18. Rio de Janeiro, 1993. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/view/8663>. Acesso em: 18 set. 2022.