



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS
CAMPUS MONTEIRO

LISTEFANNY VANESSA DE SOUZA

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA EM EDIFICAÇÕES: ESTUDO DE
CASO DA ESCOLA MUNICIPAL ANTONIO ALVES FEITOZA NO MUNICÍPIO DE
CAMALAÚ-PB**

MONTEIRO- PB
2023

LISTEFANNY VANESSA DE SOUZA

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA EM EDIFICAÇÕES: ESTUDO DE
CASO DA ESCOLA MUNICIPAL ANTONIO ALVES FEITOZA NO MUNICÍPIO DE
CAMALAÚ-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Monteiro, como requisito parcial para Conclusão do Curso de Tecnologia em Construção de Edifícios para obtenção do título de tecnólogo de construção de edifícios.

Orientador(a): Prof. Dr. Wamberto Raimundo da Silva Júnior.

MONTEIRO- PB
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP
Bibliotecária responsável Porcina Formiga dos Santos Salgado CRB15/204
IFPB - campus Monteiro-PB.

S729a Souza, Listefanny Vanessa de.

Aproveitamento de água de chuva em edificações: estudo de caso da Escola Municipal Antônio Alves Feitoza no Município de Camalaú-PB / Listefanny Vanessa de Souza - Monteiro -PB. 2023. 26fls. : il.

TCC (Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB, campus Monteiro.

Orientador: Prof. Dr. Wamberto Raimundo da Silva Junior.

1. Água Chuva - Captação 2. Escassez hídrica 3. Edificação Pública -Escola Municipal Antônio A. Feitoza 4. Prefeitura Municipal Camalau-PB. I. Título.

CDU 628.116.2

LISTEFANNY VANESSA DE SOUZA

APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA EM EDIFICAÇÕES: ESTUDO DE CASO DA ESCOLA MUNICIPAL ANTONIO ALVES FEITOZA NO MUNICÍPIO DECAMALAÚ-PB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *Campus* Monteiro, como requisito parcial para conclusão do Curso de Tecnologia em Construção de Edifícios.

Apresentado em 13 de Junho de 2023.

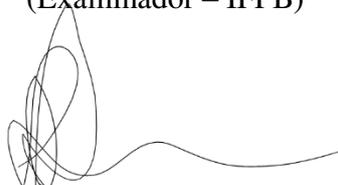
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Wamberto Raimundo da Silva
Junior
(Orientador - IFPB)



Prof. MSc. Whelson Oliveira de Brito
(Examinador – IFPB)



Prof. Esp. Adri Duarte Lucena
(Examinador – IFPB)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me deu a oportunidade de realizar um sonho e me concedeu sabedoria, Dedico este trabalho a minha família em especial a minha mãe, minhas irmãs, meus amigos por me ajudarem nessa trajetória a meu marido Silvestre Neto, por sempre me incentivar a crescer profissionalmente e compreender a minha ausência em dias que eu sei que ele precisa da minha presença aos meus filhos Pedro Henrique e Arthur Francisco que mesmo sem entender muita coisa sempre me dão amor, pois todo sacrifício e aprendizado foi pra eles.

Agradeço a todos os professores da instituição, pela contribuição para meu crescimento profissional e pessoal

Agradecer *in memory* a meu Pai que sempre acreditou em mim e sei que está muito feliz lá no céu pelas minhas conquistas

Agradeço em especial ao meu atencioso orientador Prof. Dr. Wamberto Silva Júnior que acreditou em meu potencial para realização deste trabalho.

RESUMO

A escassez hídrica, realidade em várias regiões do semiárido brasileiro, associada a irregularidade na distribuição de chuvas, bem como o gerenciamento inadequado de água, tem limitado o avanço socioeconômico e estimulado o conflito pela água. Contudo, tem-se uma boa alternativa para minimizar a ausência desse líquido para as atividades diárias, o aproveitamento de água pluvial, motivo esse que justificou a necessidade de um estudo sobre o aproveitamento e suas potencialidades do sistema de captação de água de chuva em uma Escola Municipal. A implantação desse sistema além de vir a suprir todas as necessidades da água disponível para o uso, contribui, significativamente no abastecimento e seu uso nas atividades internas da escola. O trabalho reuniu dados a partir de pesquisas bibliográficas e levantamento de consumo e diretrizes para gestão otimizada da água. Os principais resultados mostraram que existe uma importância em armazenamento como prática sustentável de convivência com o semiárido, visando atender as necessidades do consumo e suas vantagens para o bom funcionamento da Escola.

Palavras-chave: escassez hídrica; água de chuva; edificação pública.

ABSTRACT

Water scarcity, a reality in several regions of the Brazilian semi-arid region, associated with irregular rainfall distribution, as well as inadequate water management, has limited socioeconomic progress and stimulated conflict over water. However, there is a good alternative to minimize the absence of this liquid for the activities achieved, the use of rainwater, which justified the need for a study on the use and its potential of the rainwater harvesting system in a Municipal School. The implementation of this system, in addition to supplying all the needs of water available for use, contributes significantly to the supply and its use in the school's internal activities. The work obtained data from bibliographic research and consumption survey and guidelines for optimized water management. The main results appreciated that there is an importance in storage as a sustainable practice of coexistence with the semi-arid region, aiming to meet the needs of consumption and its advantages for the proper functioning of the School.

Palavras-chave: water shortage; rainwater; public buildings.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	8
2.1 Objetivo geral	8
2.2 Objetivos específicos	8
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
3.1 Disponibilidade Hídrica.....	9
3.2 Aproveitamento de Água de Chuva em Edificações	11
3.3 Legislação	14
3.4 Barreiras Sanitária e Manejo da Água de Chuva.....	14
4. METODOLOGIA	17
5. RESULTADOS	17
5.1 Caracterização da Área de Estudo	17
5.2 Proposta para o Manejo do Sistema e Conservação de Uso da Água	19
5.2.1 Manejo para a Manutenção do Sistema	20
5.3.2 Recomendações para uso e conservação da Água na Escola.....	21
6. CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS	23

1. INTRODUÇÃO

Água é um bem público de suma importância para a humanidade, que além de manter todo o ecossistema terrestre em equilíbrio, é importante para a manutenção de atividades antrópicas, como a agricultura, a pecuária, o lazer, a produção de bens de consumo e a, primordial, que é a de abastecimento público. Sendo essencial para a sobrevivência humana, a sua ausência causa muitos transtornos ambientais, sociais e econômicos.

Desde os primórdios da humanidade o homem tenta controlar a água, recurso importante para sua existência, buscando armazenar e fracionar seu consumo visando prolongar seu estoque. Atualmente a reserva de água potável no planeta encontra-se reduzida, visto que a demanda da mesma aumentou subitamente devido à população elevada do nosso planeta e ao modo que é consumido este recurso. Em razão da limitação desse recurso e de suma importância gerencia-lo de maneira adequado.

Existem dois tipos de escassez de água. A escassez econômica ocorre devido à falta de investimento e é caracterizada por pouca infraestrutura e distribuição desigual de água. A escassez física ocorre quando os recursos hídricos não conseguem atender à demanda da população. Regiões áridas são as mais associadas com a escassez física: em torno de 25% da população mundial vive em bacias hidrográficas onde há escassez física de água.

O aproveitamento e reúso de água é citado como uma das soluções para o problema de escassez da água, por se tratar de uma das soluções mais simples e baratas para a preservação da água potável. A necessidade e o crescente interesse pelo aproveitamento da água da chuva têm sido alvo de muitas pesquisas e investigações (GARDNER, COOMBES e MARKS, 2004; KOENIG, 2003; GHANAYEM, 2001).

As cisternas, uma das formas de armazenamento de água já empregada na região nordeste, tornaram-se um importante mecanismo para enfrentar a falta de água durante o período de estiagem. A utilização dessa tecnologia tem contribuído de forma positiva para o suprimento desse recurso para consumo humano durante a época que não ocorre precipitação. Sendo assim, faz-se uso do próprio telhado da residência como área de captação, seguido de calhas que direcionam a água para um dispositivo de armazenamento.

Há muitos benefícios e vantagens com a captação e aproveitamento da água da chuva, tais como a redução do consumo e desperdício de água potável, além de reduzir também os custos com o fornecimento da mesma, e tendo em vista o aspecto social e sustentável, preserva o meio ambiente diminuindo a carência de recursos hídricos. (MAY, 2004)

Apesar do uso de cisternas ser uma forma de minimizar o problema do déficit de água durante os meses de estiagem, a preocupação passa a ser direcionada para a qualidade da água que está sendo armazenada.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar o sistema de aproveitamento predial de água de chuva na Escola Municipal Antônio Alves Feitosa na cidade de Camalaú-PB.

2.2 Objetivos específicos

- a. Levantar o consumo de água na escola.
- b. Inspeccionar as instalações hidráulicas.
- c. Propor medidas para economia e manejo de água.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Disponibilidade Hídrica

Para avaliação da disponibilidade hídrica no mundo, é necessário diferenciar os termos água e recurso hídrico. “O termo recurso hídrico é a consideração da água como bem econômico. Assim, nem toda a água da Terra é, necessariamente, um recurso hídrico, na medida em que seu uso ou utilização nem sempre tem viabilidade econômica.” (BRANCO, 2006). Logo, recurso hídrico pode ser mais comumente identificado com água doce ou potável, visto que, estes termos referem-se à água utilizada na maioria das atividades e necessidades humanas.

No que se refere aos totais anuais, a climatologia das precipitações no Semiárido é ilustrada na Figura 02. Nela se observa que, à medida que se afasta do litoral leste, onde as chuvas são superiores a 1.000 mm, e se vai adentrando para o interior da região, nos limites do Semiárido, as precipitações diminuem e alcançam valores médios inferiores a 500 mm anuais. No centro do mapa, que coincide com o núcleo do Semiárido, é onde se verificam os menores índices totais anuais de chuva, em função de essa região coincidir com o ponto final de influência das principais frentes que convergem para o interior do Nordeste.

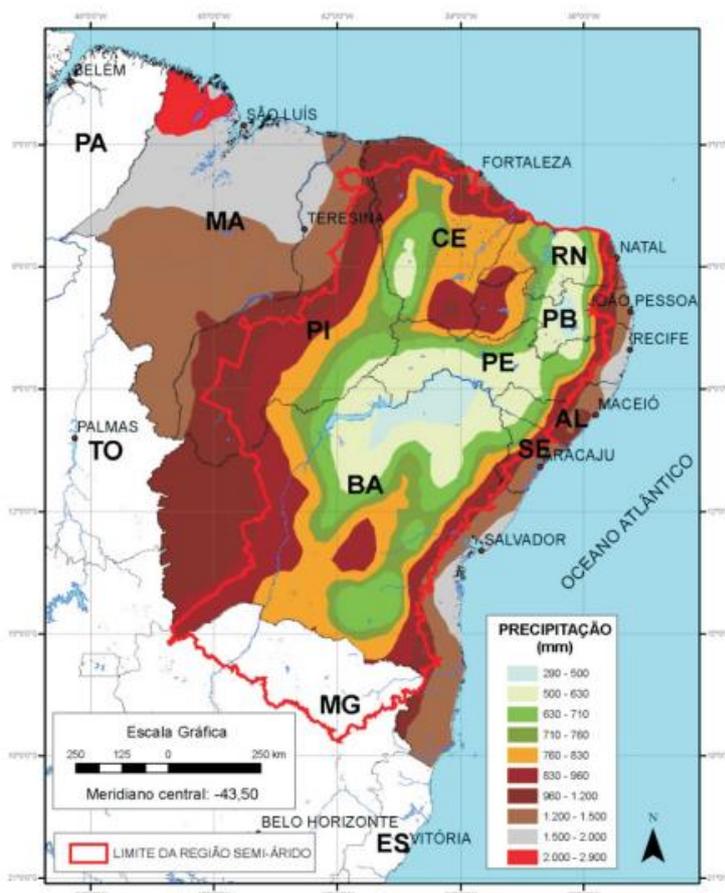


Figura 01 - Climatologia da precipitação anual da Região Nordeste do Brasil.
Fonte: Moura et al., (2007)

O valor anual da precipitação nem sempre guarda correspondência com a qualidade da estação chuvosa para o sucesso da atividade agropecuária, vez que podem ocorrer períodos prolongados de estiagem, que se intercalam com episódios de chuvas mais intensas, ocasionando a conhecida “seca verde”, que também afeta negativamente a produção agrícola e a disponibilidade de forragem para os animais. Dessa forma, a distribuição temporal da chuva é muito importante. As chuvas são concentradas em apenas três ou quatro meses e ocorrem em poucos dias do ano, sendo, em geral, intensas e intercaladas por períodos de veranico.

Observa-se que a quadra chuvosa para os estados do norte do Nordeste, como Ceará, Rio Grande do Norte e parte da Paraíba, ocorre entre os meses de fevereiro e maio, enquanto que no oeste da Paraíba e Pernambuco, leste do Piauí e norte da Bahia, os 4 meses mais chuvosos são janeiro, fevereiro, março e abril, sendo que em algumas dessas regiões, já é possível observar a ocorrência de precipitação no mês de dezembro. Para um manejo racional dos recursos naturais em regiões semiáridas, as informações climáticas são indispensáveis. A demanda hídrica, geralmente, excede o suprimento nestas regiões e um dos maiores problemas é a conjunção da irregularidade das chuvas com a ocorrência de elevadas temperaturas, ocasionando altas taxas de deficiências hídricas. A irregularidade no regime pluviométrico,

acompanhada pelo intenso calor, resulta em elevadas taxas de evapotranspiração potencial e real, as quais reduzem a umidade do solo e a quantidade de água armazenada nos reservatórios. Em outras palavras, a precipitação reduzida e irregular e as altas taxas evapotranspiratórias durante o ano resultam em um balanço hídrico negativo.

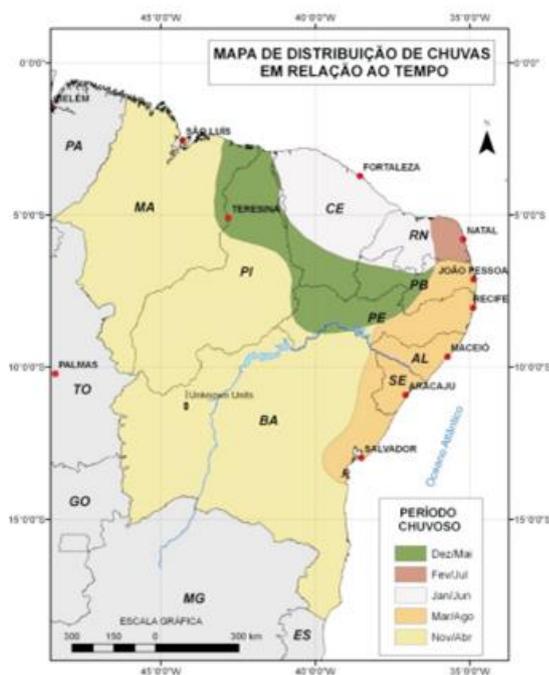


Figura 02 - Mapa do início da quadra chuvosa (distribuição de chuvas em relação ao tempo) do Nordeste do Brasil.

Fonte: Adaptado de Rebouças (1972)

3.2 Aproveitamento de Água de Chuva em Edificações

Cada vez mais se fala na utilização correta da água, evitando danos ao meio ambiente e sua proteção. A utilização da água da chuva para fins não-potáveis é um fator muito importante a se levar em consideração. Países industrializados como Japão e Alemanha utilizam esse método em larga escala, realizando altos investimentos em sistemas de aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis, principalmente em descargas de bacias sanitárias (TOMAZ, 2003). No Brasil, os sistemas de otimização do uso da água são pouco difundidos, apresentando poucas edificações com sistemas de racionalização do consumo de água.

O reúso de águas ou a utilização da água da chuva, vem de encontro a essa ideia de uso racional na água, utilizando águas de menor qualidade para fins menos nobres, no caso de descargas sanitárias em banheiros. Com esse sistema alivia-se o consumo de água de recursos hídricos, que estão cada vez mais defasados (OLIVEIRA, 2007). Os sistemas de utilização de água da chuva podem ser introduzidos com facilidade nas instalações hidráulicas de um prédio, pois trata-se de uma estrutura relativamente simples. Com a utilização desse sistema pode se ter uma redução significativa no consumo de água potável. Quando o projeto está localizado em regiões com grande intensidade de chuvas, esse processo se torna ainda mais favorável (OLIVEIRA, 2007).

O surgimento de novas fontes de água e o desenvolvimento de novas tecnologias para tratar e armazenar esse recurso têm sido fundamentais para atender à crescente demanda de água pública em todo o mundo (LI; BOYLE; REYNOLDS, 2010). Investigando essa temática, observa-se que uma forma bem prática e já atuante em diversos países tem sido o armazenamento de água de chuva (ANDRADE NETO, 2013), haja vista que essa atividade tem colaborado para a economia dos recursos hídricos e para a prevenção da escassez de água potável nos sistemas de distribuição municipais (BEZERRA et al., 2010). A busca por alternativas para tornar possível a vida e a produção no Semiárido brasileiro passa, necessariamente, pelo aproveitamento das poucas e mal distribuídas chuvas que caem na região.

Para armazenamento de água de chuvas, uma das mais difundidas tecnologias é a cisterna, que armazena a água captada através dos telhados das casas para ser utilizada ao longo do ano (EMBRAPA, 2015). A água pluvial captada tem sido considerada uma fonte renovável e limpa, sendo ideal tanto para o uso doméstico quanto para atividade relacionadas com a paisagem. Na verdade, os sistemas de captação de água têm fornecido soluções flexíveis, e que podem ativamente atender às necessidades das pequenas e grandes localidades, em um processo continuado, e desenvolvido ao longo do tempo (ABDULLA; AL-SHAREEF, 2009). A água de chuva tem sido aproveitada para diversas utilidades, apresentando-se como uma alternativa benéfica para minimizar a escassez de água. Para utilização agrícola, a água pode ser armazenada no subsolo por meio de sistemas naturais, protegendo-a da evaporação. Por outro lado, para utilização doméstica, a água da chuva precisa ter maiores cuidados, uma vez que sua qualidade pode ser afetada pela atuação de bactérias e substâncias perigosas (HELMREICH; HORN, 2009). Ademais, considerações importantes ainda precisam ser esclarecidas e compreendidas acerca do aproveitamento de água de chuva. A água captada não deve simplesmente ser considerada pura e segura para consumo, fazendo-se necessário a implementação de algum método adequado de proteção sanitária e de tratamento. Durante o período de coleta, a água da chuva pode carrear contaminantes tais como poeiras e gases da atmosfera, sendo também afetada por contaminantes do telhado a partir do qual são coletadas e de recipientes e/ou reservatórios de armazenamento (LUBITZ, 2009). Para uma melhor contextualização e entendimento sobre o aproveitamento de água de chuva, desmembrou-se esta seção em subseções, apresentadas a seguir, com o intuito de facilitar a compreensão acerca dos seus aspectos físico, econômico, prático, sanitário e educativo.

Um aspecto físico do sistema de armazenamento de água, além do próprio reservatório ou simplesmente cisterna, é a área de captação, que são normalmente os telhados das casas ou indústrias. Vários materiais podem compor a área de captação, são exemplos: telhas cerâmicas, telhas de fibrocimento, telhas de zinco, telhas de ferro galvanizado, telhas de concreto armado, telhas de plástico, telhado plano revestido com asfalto, além de outros (TOMAZ, 2005). Embora tenha sido verificado um extenso trabalho sobre o custeio dos tanques de armazenamento de água, é necessário estudos sobre o seu dimensionamento e projeto. Nesse sentido, é preciso que sejam considerados: o tamanho e o desenho do tanque de armazenamento de água; e orientações sobre a operação e manutenção dos sistemas de armazenamento de água de chuva, que precisa ser desenvolvido e divulgado para as comunidades beneficiadas.

Entretanto, apenas uma abordagem integrada do sistema de armazenamento de água provavelmente vai garantir o seu sucesso (KAHINDA; TAIGBENU; BOROTO, 2007). Um sistema de captação, filtragem, armazenamento e distribuição da água da chuva é composto das seguintes partes: superfície de captação - telhados, pátios e outras áreas impermeáveis, que podem ser utilizados como superfície de captação. A área de captação está diretamente relacionada ao potencial de água da chuva possível de ser aproveitada e, por sua vez, o material da qual é formada influenciará na qualidade da água captada e nas perdas por evaporação e absorção. Os telhados são mais utilizados para captação devido à melhor qualidade da água que este fornece (THOMAS, 2001). O processo de construção da cisterna consiste nas seguintes etapas: escolha, preparação do terreno e escavação do buraco; confecção das placas para paredes e cobertura das cisternas; nivelamento do contra-piso e levantamento das paredes; reboco interno da cisterna e colocação da cobertura; e a construção das calhas e colocação dos canos. Esse tipo de cisterna (placas de cimento pré-moldadas) está sendo difundida na região semiárida, sendo aproveitados os telhados das casas como área de captação (MATIAS, 2001). Essas cisternas de placas apresentam boa capacidade de armazenar a água da chuva escoada no telhado, além de demonstrar um baixo custo e uma maior durabilidade, em relação aos outros modelos convencionais (de tijolos, por exemplo). Por tanto, elas representam uma alternativa tecnológica adaptada à essa região e à realidade dos pequenos agricultores (MATIAS, 2001). Deve-se ter precauções com a utilização de tanques de armazenamento, a fim de promover um armazenamento adequado, minimizando possíveis contaminação humana, animal ou de outro elemento contaminante. É preciso que os tanques tenham tampas, que sejam bem encaixadas, impedindo o crescimento de algas e reprodução de mosquitos. Reservatórios descobertos não garante qualidade à água (HELMREICH; HORN, 2009). A NBR 15527, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em 2007, apresenta em seu anexo seis métodos para o dimensionamento do volume do reservatório de armazenamento da água de chuva: Método de Rippl, Método da Simulação, Método Azevedo Neto, Método Prático Alemão, Método Prático Inglês e Método Prático Australiano (BRASIL, 2007). O reservatório deve ser dimensionado de forma bastante cautelosa, haja vista que o reservatório representa o item mais dispendioso do sistema de captação de água de chuva. Seu custo pode representar entre 50% e 85% do valor total de todo o sistema. Dessa forma, esses fatores refletem diretamente na viabilidade financeira e no sucesso do sistema (THOMAS, 2001). A utilização de um sistema de captação de água de chuva deve ser baseada em análise da demanda a que será destinada, dos possíveis riscos sanitários, da adequação dos sistemas prediais e do correto dimensionamento do reservatório, para se evitar a implantação de projetos inadequados, que comprometam os aspectos positivos dessa fonte alternativa de água (COHIM et al., 2007). Do ponto de vista técnico e econômico, a seleção de modelos de reservatórios é uma tarefa bastante criteriosa. Nesse sentido, padronizar um único modelo e tamanho de reservatório não é uma atitude prudente, uma vez que há diferenças entre as características de cada localidade, onde se pretende implantar o sistema de armazenamento. Portanto, faz-se necessário destacar que o sucesso de um sistema de captação de água de chuva deve ser medido não apenas pelo seu impacto imediato, mas, também, pela capacidade de construir e manter o sistema acessível em longo prazo (THOMAS, 2001).

3.3 Legislação

No Brasil não existe legislação específica para captação e controle de qualidade da água de chuva destinada para consumo humano, bem como para construção de cisternas. A portaria 518 (BRASIL,2004), porém, estabelece que a captação de águas de chuva para consumo humano possa ser considerada fonte alternativa de abastecimento.porém,como as cisternas constituem um sistema individual de abastecimento de água e, em geral, não há monitoramento de sua qualidade como ocorre em fontes de abastecimento público, se torna difícil garantir a qualidade da água das cisternas conforme os padrões microbiológicos da portaria 518.alem disso, a qualidade das aguas de chuva armazenada em cisternas está relacionada também com fatores ambientais e a água pode ser contaminado de diversas formas. Por esses motivos, Silva(2006) afirma que a portaria 518 pode se tornar muito rígida para tratar do caso específico da captação de águas de chuva no que se refere aos parâmetros microbiológicos. Por exemplo e um tanto difícil garantir a ausência total de E.coli em uma amostra de 100 ml de água, mesmo com muito esforço para a educação ambiental do usuário, como pode ser observado em estudos de diversos autores (Silva,2006; Brito et al.,2006; May,2004). Existe, porem a norma brasileira NBR 15527(ABNT,2007) que determina algumas diretrizes sobre aproveitamento de aguas de chuva para fins não potáveis. Embora não seja lei a norma sugere que o projeto do sistema possua anotação de responsabilidade técnica _ART, registrada em CREA conselho regional de engenharia e arquitetura. Sugere também, que sejam analisadas as series históricas de precipitações da região para a concepção do projeto. A norma não determina a utilização do first flush (termo utilizado para designar o dispositivo de descartes de primeiras aguas), ficando este a critério do projetista por não se tratar de agua para consumo humano.

Já a norma brasileira NBR 5626 (ABNT,1998), que dispõe sobre instalações prediais de agua fria, prevê que o sol não deve ter acesso ao interior da cisterna e que o sistema deve ser independente do sistema de agua potável. Outra norma brasileira, NBR 12214(ABNT,1992), sugere manutenção mensal de bombas e dispositivos de descarte e desinfecção e verificação de calhas e condutores duas vezes ao ano.

3.4 Barreiras Sanitárias e Manejo da Água de Chuva

Segundo a FUNASA (2010), barreira de proteção sanitária é toda medida adotada com a finalidade de preservar ou melhorar a qualidade da água armazenada nas cisternas, incluindo medidas como desvio das primeiras águas de chuva, limpeza das cisternas, cuidados na retirada da água, filtração e adoção de algum método de desinfecção. Xavier et al. (2009) destacam ainda a necessidade de se realizar a limpeza do telhado e dos dutos, bem como a proteção das entradas e saídas da água na cisterna, citando como exemplo desta última ação o uso de bomba para retirada da água. As primeiras chuvas carregam a maior parte das impurezas que estão depositadas no telhado, lavando-o. Essas impurezas são "arrastadas" juntamente com as primeiras águas para as tubulações de condução; assim, para evitar que alcancem o reservatório, devem ser separadas e posteriormente descartadas. Com o propósito de evitar que a primeira

parcela da chuva interfira na qualidade da água que será coletada, o dispositivo de descarte das primeiras águas de chuva desvia essas águas, armazenando-as temporariamente, seja num pequeno reservatório ou em tubos verticais de PVC. Esse processo de armazenamento se define pelo sistema utilizado. Os dispositivos de descarte armazenam um volume determinado de água, e quando cheios fazem com que a água passe para a cisterna e, assim, funcionam como barreiras sanitárias. Existem dois princípios hidráulicos bem conhecidos na literatura (Fecho hídrico e vasos comunicantes), e são empregados na concepção de dispositivos de descarte dos primeiros milímetros de chuva. Contudo o sistema de desvio pode ser feito de forma manual, por meio da retirada da conexão do tubo da calha pelo proprietário do sistema de captação, ou automático, com a construção do aparato de desvio.

Indicações para a manutenção do sistema A manutenção é essencial e de eficácia diretamente relacionada às condições de funcionamento do sistema, que podem garantir ou então comprometer a coleta e o armazenamento da água, e consiste em ações contínuas de reparo e de limpeza dos 10 - Em 2019, em reconhecimento ao seu trabalho de criação e instalação dos equipamentos, Santos (2018) foi premiada pelo Jovens Campeões da Terra, prêmio para jovens, concedido pela ONU, inspirado no prêmio Campeões da Terra, o maior prêmio de meio ambiente da organização (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2019). componentes, como calhas, filtros, bomba e reservatório. Instruções quanto a ações de manejo simples, como limpeza e inspeções, ampliam a possibilidade de detecção de falhas e problemas comuns, facultam a retomada do funcionamento pleno do sistema e auxiliam a reduzir riscos a longo prazo e a aumentar a vida útil do sistema. As inspeções e a limpeza da maior parte dos componentes do sistema podem ser realizadas pelas famílias ao longo do ano, e a frequência de manutenções prevista pode ser alterada caso se mostre insuficiente. Os componentes de origem comercial têm orientações que devem ser seguidas, incluindo a previsão de mão de obra especializada se necessário. Para que a função de manutenção do operador seja preservada, é importante que se estabeleça um canal de comunicação com os profissionais especializados, se houver necessidade de contratá-los. Na Nova Zelândia, onde 10% das famílias aproveitam a água da chuva para consumo humano nas regiões rurais, a responsabilidade de coletar e armazenar água potável e segura é do proprietário da residência (ABBOTT; CAUGHLEY; DOUWES, 2007). Isto demonstra a relevância da inserção de atividades de manutenção na relação cotidiana direta entre as famílias e o sistema. Por isso, é importante que os usuários passem por um processo educativo com relação à adoção de práticas de conservação. A manutenção deve ser feita de forma contínua e rotineira pelos moradores, assim como outras atividades domésticas, e a frequência para cada um dos componentes da cisterna está prevista na ABNT NBR 15.527/07, conforme apresentado na Tabela 1 a seguir: Tabela 1 - Frequência de manutenção dos componentes do sistema de aproveitamento de águas pluviais

COMPONENTE	FREQUÊNCIA DE MANUTENÇÃO
Filtro de sedimentos grosseiros	Inspeção mensal e limpeza trimestral
Reservatórios	Limpeza e desinfecção anual

Fonte: ABNT, 2007. As calhas e os condutores devem passar por manutenção semestralmente, com a conferência das peças e detecção de eventuais danos ou incompatibilidades existentes. É preciso verificar, por exemplo, se há rachaduras nos tubos e se existem calhas e (ou) tubos soltos ou

fora do lugar, e é Dispositivo de descarte da água de lavagem Limpeza mensal Calhas, condutores verticais e horizontais Limpeza semestral Dispositivos de desinfecção Limpeza mensal Bombas Limpeza mensal imprescindível fazer constante limpeza desse material para retirar detritos maiores ou persistentes. O dispositivo para o descarte da água de lavagem do telhado deve ser esvaziado a cada novo evento de precipitação e passar por manutenção ao menos mensalmente. Já o filtro de sedimentos grosseiros, responsável por reter os sedimentos presentes na água, deve ser higienizado sempre que estiver sujo, com a retirada manual da tela do filtro para a higiene e recolocação. De acordo com a ABNT (2007), a frequência mínima de inspeção é mensal. A inspeção e manutenção da bomba manual e dos dispositivos de desinfecção também deve ter frequência mensal. A tampa da cisterna deve ser mantida fechada, impedindo o acesso de crianças e estranhos, e os extravasores precisam ser cobertos com tela, para proteção contra insetos. A cisterna deve ser esvaziada, higienizada e desinfetada por dentro anualmente. É preciso esvaziá-la também antes do período chuvoso, para limpeza, quando for possível fazê-lo a tempo, ou seja, antes de um novo enchimento. A falta de limpeza do reservatório afeta a qualidade da água e pode ser uma fonte de contaminação (CRUZ; RIO, 2019). A fim de atender aos preceitos do sistema, é importante que antes da limpeza sejam realizadas inspeção e manutenção, quando os usuários lavam e pintam o reservatório e nele fazem reparos estruturais (BONIFÁCIO, 2011). Para Morais (2016), a falta de conservação dos sistemas de captação e armazenamento de água de chuva pode comprometer a qualidade e contribuir para a contaminação da água de cisternas, com risco para a saúde. A coleta, o armazenamento e o tratamento antes do consumo e posterior a ele contribuem com a qualidade da água, ao passo que o manejo inadequado dos equipamentos pode comprometer a qualidade da água, resultando em graves riscos à saúde das comunidades. Portanto, reuniões, cursos e demais atividades destinadas a capacitar as famílias para o manejo da água das cisternas, principalmente no tocante à qualidade da água para consumo humano, devem ser realizados permanentemente (BRITO et al. 2007; BONIFÁCIO, 2011; FUNASA, 2013). A descrição acima demonstra como é complexa a dinâmica de instalação, seguida pelo uso e manutenção dos componentes, o que evidencia a importância de cursos de capacitação. Por outro lado, demonstra o alto grau de complexidade na compreensão dos detalhes do sistema em ambos os tipos de reservatórios. Para que as famílias sejam protagonistas desta proposta de convivência com o semiárido, é necessário domínio de todas essas questões, que fragilizam a manutenção e prejudicam o uso do sistema. Diante da descrição detalhada dos cuidados relacionados a cada um dos sistemas, fica evidente a necessidade de realizar atividades relacionadas à capacitação, para que a família esteja apta a utilizar corretamente o sistema, rompendo com uma relação de dependência, reforçada pelo paternalismo e assistencialismo. A pergunta que irá orientar a análise dos resultados desta pesquisa é: como se deu o processo educativo e a capacitação para a manutenção e uso das cisternas de cimento e das de plástico nas famílias atendidas pelos dois sistemas de reservatórios. Portanto, no próximo apartado detalharemos a participação e a capacitação das famílias nos programas financiados pelo governo federal para construção e instalação de cisternas. Interessa-nos identificar as práticas de manutenção adotadas pelos usuários desses programas – considerando que se trata de uma questão chave para a autonomia das famílias. Neste sentido, em cada um dos programas a capacitação e a participação das

famílias serão de grande interesse. É importante observar que é essencial tanto para as cisternas de placas, como para as cisternas de polietileno a participação, capacitação e envolvimento das famílias permanentemente, com enfoque para o gerenciamento de recursos hídricos, garantindo o uso e a manutenção das cisternas a partir da construção de conceitos importantes (BRITO et al. 2007; BONIFÁCIO, 2011; FUNASA, 2013).

4. METODOLOGIA

No tocante aos aspectos metodológicos, o presente trabalho foi desenvolvido utilizando a estratégia de pesquisas que combina características exploratória-descritiva.

Consiste no estudo de caso exploratório *in loco* para verificação do sistema de reutilização de água de chuva.

O estudo buscou levantar o consumo mensal de água da escola, a quantidade de usuários, e verificar as instalações hidrossanitárias. O objetivo do levantamento teve a finalidade de verificar a eficiência do sistema. Em paralelo, buscou-se levantar a quantidade de servidores, colaboradores e alunos, verificando a demanda dos mesmos e o consumo de água.

A literatura indica, para fins de projeto de instalações hidráulicas, foi considerado um consumo de 50 L/agente consumidor/dia em edificações escolares sob sistema de externato (CREDER, 2006).

5. RESULTADOS

5.1 Caracterização da Área de Estudo

O estudo foi realizado na Escola Municipal Antônio Alves Feitosa, que fica localizada no sítio Madeira pertencente ao município de Camalaú (Figura 01). O município está localizado na mesorregião da Borborema e na microrregião do cariri Ocidental. Está incluído na área geográfica de abrangência do semiárido Brasileiro definida pelo Ministério da Integração Nacional em 2005. Esta delimitação tem como critério o índice pluviométrico o índice de aridez e o risco de seca. Dados do departamento de ciências atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande mostra que Camalaú apresenta um clima com média pluviométrica anual de 627,1 mm e temperatura média anual de 23°.



Figura 01 – Imagem de satélite da Escola analisada.
Fonte: Google Earth

A Escola Antônio Alves Feitosa possui um total de 51 usuários, distribuídos entre estudantes e funcionários. A escola funciona em um único turno de 6h, durante os 5 dias da semana. A edificação possui 3 salas de aula, 01 sala de professores, 01 depósito, 01 cozinha e 3 banheiros Figura 02.

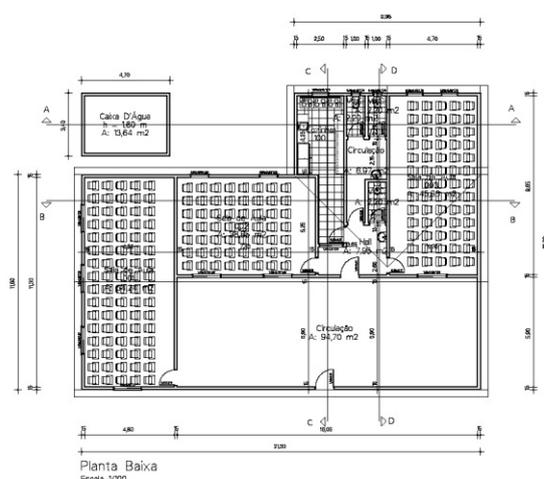


Figura 02 – Planta baixa da Escola Antônio Alves Feitosa

As instalações prediais de água fria consistem em um reservatório inferior apoiado de concreto com capacidade de 52.000 litros. A partir desse ponto a água é recalçada por uma bomba centrífuga de $\frac{1}{2}$ CV para um reservatório superior com capacidade de 1000 litros e distribuída para os pontos de consumo da edificação. O consumo de água estimado foi de 2.550L/dia.

Por se tratar uma escola localizada em área rural, desprovida de sistema de abastecimento de água público, o abastecimento é realizado através do aproveitamento de água de chuva através de calhas de beiral, dispositivo para desvio das primeiras chuvas e tubulações de PVC para direcionamento da água a cisterna conforme apresentado na Figura 03.

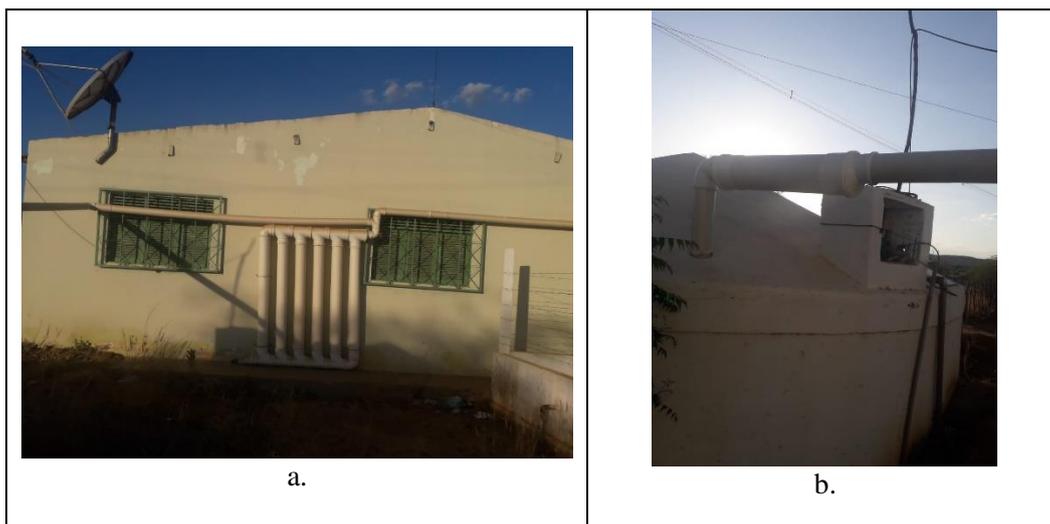


Figura 03 – Sistema para aproveitamento de água de chuva. a. Instalações hidráulicas e sistema de descarte das primeiras águas. b. Reservatório de acumulação.

Fonte: Próprio autor (2022)

No período de estiagem, o sistema é abastecido mensalmente por caminhão pipa com capacidade de 8.000 litros de água enviada pelo Exército (Figura 4). A água utilizada tem origem na barragem de Camalaú, que no momento está recebendo água da transposição do rio São Francisco. O único tratamento utilizado é a adição de pastilha de cloro.



Figura 4 – Sistema sendo abastecido por carro pipa. Fonte: Próprio autor (2022)

A cisterna também é utilizada pela comunidade de aproximadamente 9 casas circunvizinhas a Escola, quando não há disponibilidade de água em suas residências.

5.2 Proposta para o Manejo do Sistema e Conservação de Uso da Água

A manutenção do sistema é elemento necessário e de eficácia diretamente relacionada às condições de funcionamento capazes de garantir ou de comprometer a coleta e o armazenamento da água e se traduz em ações contínuas de reparo e limpeza dos componentes, como calhas, filtros, bomba e reservatório.

5.2.1 Manejo para a Manutenção do Sistema

A manutenção é um elemento essencial e de eficácia diretamente relacionada às condições de funcionamento do sistema, que podem garantir ou então comprometer a coleta e o armazenamento da água, e consiste em ações contínuas de reparo e de limpeza dos componentes, como calhas, filtros, bomba e reservatório. Instruções quanto a ações de manejo simples, como limpeza e inspeções, ampliam a possibilidade de detecção de falhas e problemas comuns, facultam a retomada do funcionamento pleno do sistema e auxiliam a reduzir riscos a longo prazo e a aumentar a vida útil do sistema. As inspeções e a limpeza da maior parte dos componentes do sistema podem ser realizadas pelas famílias ao longo do ano, e a frequência de manutenções prevista pode ser alterada caso se mostre insuficiente.

Os componentes de origem comercial têm orientações que devem ser seguidas, incluindo a previsão de mão de obra especializada se necessário. Para que a função de manutenção do operador seja preservada, é importante que se estabeleça um canal de comunicação com os profissionais especializados, se houver necessidade de contratá-los. A manutenção deve ser feita de forma contínua e rotineira pelos moradores, assim como outras atividades domésticas, e a frequência para cada um dos componentes da cisterna está prevista na ABNT NBR 15.527/07, conforme apresentado na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 - Frequência de manutenção dos componentes do sistema de aproveitamento de águas pluviais

COMPONENTE	FREQUÊNCIA DE MANUTENÇÃO
Filtro de sedimentos grosseiros	Inspeção mensal e limpeza trimestral
Dispositivo de descarte da água de lavagem	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Limpeza semestral
Dispositivos de desinfecção	Limpeza mensal
Bombas	Limpeza mensal
Reservatórios	Limpeza e desinfecção anual

Fonte: ABNT, 2007.

As calhas e os condutores devem passar por manutenção semestralmente, com a conferência das peças e detecção de eventuais danos ou incompatibilidades existentes. É preciso verificar, por exemplo, se há rachaduras nos tubos e se existem calhas e (ou) tubos soltos ou fora do lugar, e é imprescindível fazer constante limpeza desse material para retirar detritos maiores ou persistentes. O dispositivo para o descarte da água de lavagem do telhado deve ser esvaziado a cada novo evento de precipitação e passar por manutenção ao menos mensalmente. De acordo com a ABNT (2007), a frequência mínima de inspeção é mensal. A inspeção e manutenção da bomba manual e dos dispositivos de desinfecção também deve ter frequência mensal. A tampa da cisterna deve ser mantida fechada, impedindo o acesso de crianças e estranhos, e os extravasores precisam ser cobertos com tela, para proteção contra insetos. A cisterna deve ser esvaziada, higienizada e desinfetada por dentro anualmente. É preciso esvaziá-

la também antes do período chuvoso, para limpeza, quando for possível fazê-lo a tempo, ou seja, antes de um novo enchimento. A falta de limpeza do reservatório afeta a qualidade da água e pode ser uma fonte de contaminação (CRUZ; RIO, 2019). A fim de atender aos preceitos do sistema, é importante que antes da limpeza sejam realizadas inspeção e manutenção, quando os usuários lavam e pintam o reservatório e nele fazem reparos estruturais (BONIFÁCIO, 2011). Para Morais (2016), a falta de conservação dos sistemas de captação e armazenamento de água de chuva pode comprometer a qualidade e contribuir para a contaminação da água de cisternas, com risco para a saúde. A coleta, o armazenamento e o tratamento antes do consumo e posterior a ele contribuem com a qualidade da água, ao passo que o manejo inadequado dos equipamentos pode comprometer a qualidade da água, resultando em graves riscos à saúde das comunidades. Portanto, reuniões, cursos e demais atividades destinadas a capacitar as famílias para o manejo da água das cisternas, principalmente no tocante à qualidade da água para consumo humano, devem ser realizados permanentemente (BRITO et al. 2007; BONIFÁCIO, 2011; FUNASA, 2013).

A descrição acima demonstra como é complexa a dinâmica de instalação, seguida pelo uso e manutenção dos componentes, o que evidencia a importância de cursos de capacitação. Por outro lado, demonstra o alto grau de complexidade na compreensão dos detalhes do sistema em ambos os tipos de reservatórios. Para que os usuários e gestores sejam protagonistas desta proposta de convivência com o semiárido, é necessário domínio de todas essas questões, que fragilizam a manutenção e prejudicam o uso do sistema.

5.3.2 Recomendações para uso e conservação da Água na Escola

A obtenção de efetiva redução do consumo de água está vinculada à adoção de medidas que atuem sobre as parcelas que compõem esse consumo, tais como: medidas que objetivem a mudança de hábito dos usuários, medidas que viabilizem rápidos processos de manutenção do sistema hidráulico predial como, por exemplo, conserto de vazamentos e instalação de tecnologias economizadoras, tais como: bacias sanitárias de fluxo reduzido, mictórios, torneiras de pressão etc. (YWASHIMA et al., 2006)

Para a redução do consumo de água nos prédios públicos podem ser implementadas ações tecnológicas, econômicas e sociais, conforme apresentado na Figura 5. Dentre essas ações consideram-se as de maior impacto as tecnológicas, ressaltando-se o controle de desperdícios e o emprego de componentes economizadores, uma vez que, em geral, elas propiciam a redução do consumo independentemente da vontade do usuário. No entanto, recomenda-se a implementação dos três tipos de ação para que os resultados sejam maximizados e a redução de consumo de água seja permanente.

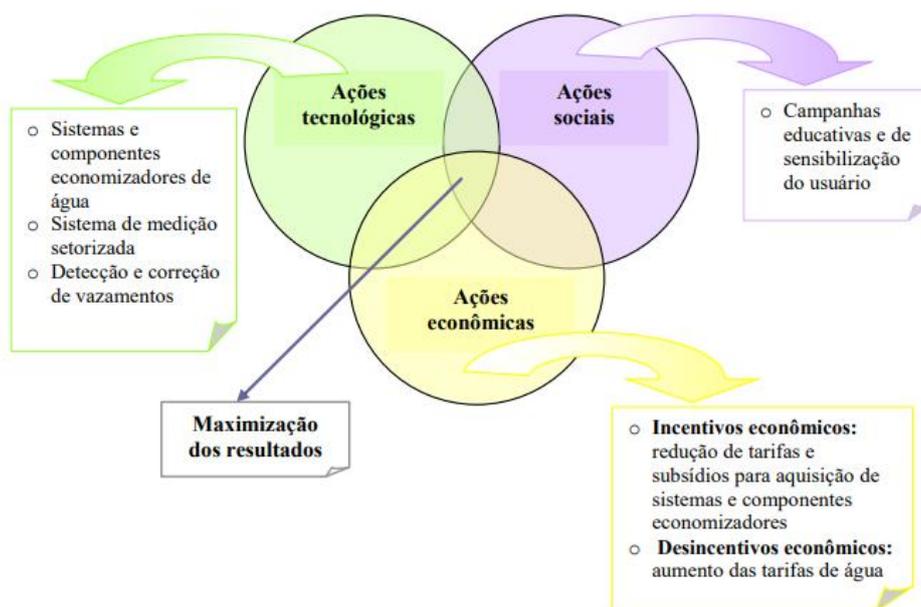


Figura 5– Ações a serem implementadas para a redução do consumo de água em edifícios públicos.

O conhecimento das características físicas e funcionais do sistema possibilita a implementação de ações mais atrativas, ou seja, de menor custo, maior impacto na redução do consumo de água e, ainda, melhor atendimento às necessidades dos usuários.

6. CONCLUSÃO

A implantação de sistemas tem sido apontada como ponto de inflexão na forma como eram praticadas até então as políticas públicas no Semiárido, geralmente relegadas a segundo plano. Contudo, estudos têm diagnosticado vários obstáculos ao correto uso e à adequada forma de manutenção do equipamento por parte das famílias, dadas algumas práticas e concepções equivocadas. Entre tais procedimentos citem-se o descarte da água de lavagem do telhado de forma manual e a retirada da água do interior do reservatório com a introdução de baldes.

Foram detectadas, ainda, irregularidades nos reservatórios e demais equipamentos acoplados, expondo a água armazenada à entrada de poluentes. Além disso, equipamentos essenciais não estavam sendo usados; em muitos casos nem foram instalados ou então estavam quebrados.

Dessa forma, pode-se inferir que a utilização de coleta de água de chuva na escola pode se tornar viável desde que se faça uma investigação de forma precisa trazendo uma conscientização ambiental para todos os envolvidos, contribuindo para a preservação dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 15527-Agua de chuva-Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: Rio de Janeiro: 2007.

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 5626: Instalações predial de água fria. Rio de Janeiro: 1998.

ANDRADE NETO, C. O. Aproveitamento imediato da água de chuva. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v.1, n.1, p. 73-86, 2013

BEZERRA, S. M. C. et al. Dimensionamento de reservatório para aproveitamento de água de chuva: comparação entre métodos da ABNT NBR 15527:2007 e Decreto Municipal 293/2006 de Curitiba, PR. **Ambiente Construído**, v. 10, n.4, p. 219-231, 2010.

BONIFÁCIO, S. N. A percepção dos beneficiários quanto às técnicas de operação e manutenção utilizadas nas cisternas de água de chuva do P1MC no Semiárido Mineiro. 2011. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

BRANCO, Otavio Eurico de Aquino. **Avaliação da disponibilidade hídrica: Conceitos e aplicabilidade**, Minas Gerais, 2006

BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007.

CREDER, Hélio. Instalações Hidráulicas e Sanitárias. 6.ed. Rio de Janeiro. Ed. LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2006.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cisternas garantem água para o Semiárido**. [S. l.], 20 jan. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-denoticias/-/noticia/2436610/cisternas-garantem-agua-para-o-semiarido>. Acesso em: 19 DEZ de 2022.

KAHINDA, J. M.; TAIGBENU, A. E.; BOROTO, J. R. Domestic rainwater harvesting to improve water supply in rural South Africa. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 32, p. 1050-1057, 2007.

MATIAS, J. A. B. Cisterna de placas pré-moldadas. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPTAÇÃO DE SISTEMAS DA ÁGUA DE CHUVA, 3, Campina Grande (PB), 2001. **Anais eletrônico...** Disponível em: http://www.abcmac.org.br/files/simposio/3simp_joseafonso_cisternadeplacaspreemoldadas.pdf

MAY, S. Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós Graduação em Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.

MOURA, M. S. B. de; GALVINCIO, J. D.; BRITO, L. T. de L.; SOUZA, L. S. B. DE; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. FREIRE da. Clima e água de chuva no semi-árido. In: BRITO, L. T. de L.;

MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). Potencialidades da água de chuva no semiárido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. cap. 2, p. 37-59

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Brasileira vence prêmio global da ONU com solução solar para purificar água. Texto disponibilizado em 17 set. 2019. In: NAÇÕES Unidas Brasil. Disponível em: Acesso em: 23 novembro,2022

OLIVEIRA, C. H. A.; MOTTA, E. J. O.; LISBOA, E. S. A inovação tecnológica de cisternas no programa Água para Todos. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20., 2013, Bento Gonçalves. Anais eletrônicos... Disponível em: Acesso em:8 novembro de 2022.

THOMAS, T. Escolha de cisternas para captação de água de chuva no sertão. In: **Anais do 3º Simpósio Brasileiro de Captação de água de Chuva no Semi-árido**. Campina Grande. Petrolina: ABCMAC. CD-ROM, 2001

TOMAZ, P. **Economia de água**: Para empresas e residências. São Paulo: Navegar, 2001.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de Água de Chuva**: Para Áreas Urbanas e Fins Não - Potáveis. São Paulo: Navegar, 2003.

XAVIER, R. P.; NÓBREGA, R.L.B.; MIRANDA, P.C.; GALVÃO, C.O.; CEBALLOS, B.S.O. Avaliação da eficiência de dois tipos de desvios das primeiras águas de chuva na melhoria da qualidade da água de cisternas rurais. In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de água de chuva, 7., 2009. Caruaru - PE. Anais... Caruaru: ABCMAC, 2009A

YWASHIMA, Laís A. et al. Caracterização do uso de água em residenciais de interesse social em Paulínia. In: Encontro Nacional de Tecnologias no Ambiente Construído XI, Florianópolis-SC, 2006.



Documento Digitalizado Restrito

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Assunto: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
Assinado por: Listefanny Souza
Tipo do Documento: Anexo
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Restrito
Hipótese Legal: Informação Pessoal (Art. 31 da Lei no 12.527/2011)
Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Listefanny Vanessa de Souza, ALUNO (201525010395) DE TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS - MONTEIRO, em 22/11/2023 17:50:23.

Este documento foi armazenado no SUAP em 22/11/2023. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1001150
Código de Autenticação: 4be14aa31f

