



FAEX – FACULDADE DE EXTREMA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JOSÉ AIRON EUGÊNIO DE MORAES E SILVA

**RESERVATÓRIOS PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CHUVA: um estudo
para região do Nordeste Brasileiro.**

Extrema
2018



FAEX – FACULDADE DE EXTREMA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JOSÉ AIRON EUGÊNIO DE MORAES E SILVA

**RESERVATÓRIOS PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CHUVA: um estudo
para região do Nordeste Brasileiro.**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a Faculdade de Ciências Sociais e Aplicadas de Extrema-FAEX, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Prof. Orientador: Marcelo Hermogenes

Extrema
2018

JOSÉ AIRON EUGÊNIO DE MORAES E SILVA

**RESERVATÓRIOS PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CHUVA: um estudo
para região do Nordeste Brasileiro.**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado a Faculdade de Ciências
Sociais e Aplicadas de Extrema-FAEX,
como parte dos requisitos necessários para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Data de aprovação:

____/____/____

Banca Examinadora:

Prof^a.OrientadoraMestre Roberta Martins Moraes

Prof. Afonso Henrique Vilela

Prof.Marcelo Hermógenes

Dedico este trabalho a minha família,
amigos, e especialmente a Deus.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida.

A FAEX, pelos professores, aprendizados, colegas e amigos que conquistei.

A meus pais, familiares e amigos que me mantiveram firme durante a jornada.

E a todos que colaboraram direta ou indiretamente na minha formação.

RESUMO

Como exposto por SANTOS (2009) a política da água no Nordeste semi-árido tem sido historicamente fundamentada na ocorrência das secas.

Sendo este um evento climático recorrente e, por inadequação e ineficiência das políticas públicas, este fator se torna uma ameaça ao desenvolvimento do Semi-árido, provocando diversos impactos às atividades econômicas, principalmente quanto ao abastecimento de água, na agricultura e, desta forma, à qualidade de vida das populações da área.

Será enfatizado o uso de cisternas, que captam a água da chuva, esta água é levada pelas calhas a um filtro, que eliminará mecanicamente impurezas, como folhas ou pedaços de galhos. Um freio d'água impede que a entrada de água na cisterna agite seu conteúdo e suspenda partículas sólidas depositadas no fundo.

O presente trabalho tem o objetivo de apresentar técnicas para captação de água de chuva em regiões semiáridas do Nordeste, no período chuvoso, para que a mesma seja utilizada durante o período de estiagem.

Palavras-chave: Captação de água; Regiões semiáridas; Técnicas de captação

ABSTRACT

As discussed by SANTOS (2009) water policy in the semi-arid Northeast has been historically based on the occurrence of droughts.

This is a recurrent climatic event, and due to inadequacy and inefficiency of public policies, this factor becomes a threat to the development of the Semi-arid, causing several impacts to the economic activities, mainly in relation to water supply in agriculture and, in this way, to the quality of life of the populations of the area.

It will be emphasized the use of cisterns, which capture rainwater, this water is taken through the gutters to a filter, which will mechanically eliminate impurities such as leaves or pieces of branches. A water brake prevents the water from entering the cistern to agitate its contents and suspend solid particles deposited in the bottom.

The present work has the objective of presenting techniques for rainwater harvesting in semi - arid regions of the Northeast during the rainy season, so that it can be used during the dry season.

Keywords: Water abstraction; Semi-arid regions; Capture techniques.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Abanbar- cisterna comunitária utilizada no Irã.....	15
Figura 2- Chultuns (escopo).	15
Figura 3- Cisterna de Plástico.....	18
Figura 4-Tanque metálico (cisterna).	18
Figura 5- Cisterna de Concreto e arame.	19
Figura 6- Cisterna de tijolos.	19
Figura 7- Componentes do sistema de captação de agua da chuva construido pelo P1MC.....	20
Figura 8- Cisterna construída pelo programa cisternas.	25
Figura 9- Identificação de cisterna construída pelo programa cisternas.	25
Figura 10-Gráfico representativo das precipitações mensais na região de Garanhuns.	26
Figura 11- Cisterna em escola de Garanhuns.	27
Figura 12- Cisterna de placa de concreto em Garanhuns.	27
Figura 13- Cisterna com sistema de calhas em Garanhuns.	28
Figura 14- Construção de Cisterna.	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Consumo médio de água.	22
Tabela 2- Precipitação da chuva mensal em Garanhuns.	29

LISTA DE SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

FAEX: Faculdade de Ciências Sociais e Aplicadas de Extrema

TA: tanque de armazenamento

SF: sistema de filtragem

AC: área de captação

N: número de pessoas e/ou animais

S: consumo por pessoa e/ou animal

U: período em dias estimado para o recomeço das chuvas.

1 SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. Objetivo geral	12
1.1.1. Objetivos específicos	13
1.2. Justificativa	13
2. Métodos de Captação de água da chuva.....	14
2.1. Breve histórico da captação de água da chuva	14
2.2. As secas em regiões Semiáridas	15
2.3. Aproveitamento da água de chuva no Nordeste Brasileiro.....	17
2.4. Tipos de cisternas.....	17
2.5. A Tecnologia de captação de água da chuva	19
2.6. Dimensionamento de cisternas	21
2.7. NBR 5626- Instalação predial de água fria.....	22
3. ESTUDO DE CASO	24
3.1. Classificação da pesquisa.....	24
3.2. Características da região estudada	24
3.2.1. Temperaturas e precipitações médias em Garanhuns.....	25
3.3. Considerações para Construção das Cisternas	26
3.4. Chuva em Garanhuns	29
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS	32

1. INTRODUÇÃO

Atualmente podemos contar com os mais diversos métodos para captação da água de chuva, contudo algumas regiões exigem técnicas especiais.

Em regiões semiáridas, por exemplo, além da necessidade de captar água, ainda é necessário maior atenção ao método que será usado para armazenar e conservar visto que as chuvas são irregulares, e por esta razão um longo período do ano sofre com uma grande escassez hídrica.

Este estudo tem o objetivo de apresentar as formas eficazes para captação de água, em especial para as regiões semiáridas, objetivando gerar uma quantidade considerável de armazenamento e menor taxa de perdas.

Sustentavelmente falando, existem inúmeras técnicas para a captação da água de chuva nas regiões semiáridas, já que podem ser utilizados tais métodos a fim de diminuir eventuais impactos ambientais.

De acordo com SILVA (*et. al.* 2015) um sistema de caixas de retenção de água, nas áreas mais baixas de um terreno para fazer a coleta de água, para posteriormente ser utilizada com outras finalidades, seria extremamente importante para pequenos e grandes fazendeiros. Ou ainda uma cisterna forrada e coberta por lona, desta forma, diminuiria as perdas por evaporação e por infiltração. Entretanto este método requer um custo financeiro alto inicialmente com a preparação e sistematização do terreno a ser implantado o método.

E há ainda a alternativa da construção de barreiros para reter água próximo ao local onde estiver implantada alguma cultura, para aproveitar essa água na irrigação (agricultura), ou para o consumo animal, na criação de gado (pecuária).

Podemos considerar que existem métodos que atendem as peculiaridades de cada situação, seja na sistematização do terreno ou nos recursos financeiros.

1.1.Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho consiste em evidenciar a viabilidade dos métodos de captação de água no Nordeste Brasileiro.

1.1.1. Objetivos específicos

- a) Efetuar levantamento dos métodos existentes que atendam as condições da região.
- b) Analisar a perspectiva de outros autores sobre a captação de água.
- c) Aplicar em um estudo de caso (Garanhuns).

1.2. Justificativa

A relevância desse estudo consiste apresentar as formas eficazes para captação de água, em especial para as regiões semiáridas.

2. Métodos de Captação de água da chuva

Considerando o avanço tecnológico em ascensão na atualidade os métodos para captação de água da chuva também sofreram mudanças, e podem ser implantados por diferentes razões, tais como a instalação de sistemas para controle de enchentes, que segundo Cohin (*et. al.* 2007) ocorrem após as chuvas em decorrência da impermeabilização do solo asfaltado e pelo aumento progressivo das áreas construídas; a utilização da água da chuva na indústria em torres de resfriamento e nos processos de produção, para reduzir o uso da água encanada; em condomínios e rede de hotéis; na irrigação de jardins entre diversas outras finalidades.

2.1. Breve histórico da captação de água da chuva

Os sistemas de captação de água se originaram em diferentes regiões do mundo, e estes sistemas são utilizados até hoje, em especial nas regiões áridas e semi-áridas, uma vez que as chuvas são irregulares e ocorrem por um período curto.

Conforme Gnadlinger (2001) no deserto de Negev, onde hoje está situado o território de Israel e Jordânia, nesta região já havia sido construído um sistema integrado de manejo de água de chuva e agricultura de escoamento há aproximadamente dois mil anos.

Ainda para Gnadlinger (2001) houve destaque na produção de grandes barragens, bem como no desenvolvimento do aproveitamento de águas subterrâneas.

Já para Ruskin (2001 *apud* Cohin *et. al.* 2007), as utilizações de cisternas em escolas, hotéis e em projetos públicos vem sendo amplamente utilizadas em regiões como Ilhas Virgens dos Estados Unidos, as ilhas do Pacífico e Caribe, no México e em países da América Latina.

Cohin (*et. al.* 2007) relata que há dois mil anos no Planalto de Loess, na China, já eram utilizadas cacimbas e tanques a fim de captar água. Ainda hoje, mas com métodos otimizados, a captação da água de chuva é utilizada promovendo resultados socioeconômicos positivos fundamentais ao desenvolvimento da sua região Semiárida do país.

Gnadlinger, (2001) conta que no Irã os sistemas de captação de água eram chamados de *Abanbars* (figura 1), que já utilizavam a concepção de sistema integrado e de uso comunitário e manejo para a agricultura.



Figura 1-Abanbar- cisterna comunitária utilizada no Irã.
Fonte: adaptado de Google

O autor ainda relata que os povos Astecas e Mayas, da Península de Yucatán, atual região do México, utilizavam chamavam seu sistema de captação de Chultuns (figura 2), cisternas escavadas na rocha próximo das montanhas Possuíam capacidade de armazenar aproximadamente 20.000 a 45.000 litros de água.

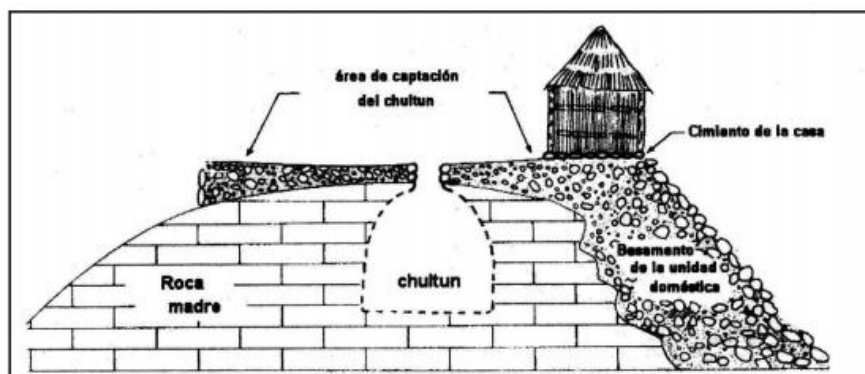


Figura 2- Chultuns (escopo).
Fonte: Adaptado de Google

2.2. As secas em regiões Semiáridas

A escassez hídrica recorrente no nordeste soma-se as demais peculiaridades geoambientais do quadro natural da região semi-árida, tais como a semi-aridez de caráter sazonal que atinge grande parte do seu território e a alta variabilidade pluviométrica espacial e temporal inerente a esse tipo climático.

A maior parte da região semiárida situa-se no Nordeste, estendendo-se até o norte de Minas Gerais e oeste do Espírito Santo. Segundo Cohin (*et. al.* 2007) caracteriza-se pelo

regime de chuvas, definido pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações pluviométricas num curto período de cerca de três meses, neste período ocorrem chuvas repentinas, que não duram muito. Sua principal vegetação é a caatinga e seu clima se caracteriza por temperaturas elevadas.

Contudo os períodos de estiagem ocorrem em diferentes períodos para cada região.

De acordo com Ab`Saber (2005) e Santos (2009), o Nordeste brasileiro é uma região que possui características morfoclimáticas e fitogeográficas bastante peculiares devido a fraca decomposição de rochas.

Ainda para Santos (2009) a seca meteorológica é a medida do desvio da precipitação em relação ao valor normal; as características deste fenômeno é a falta de água oriunda da irregularidade entre a precipitação e a evaporação.

De acordo com o Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território (2005) a seca meteorológica deve ser considerada em função da região, visto que as condições atmosféricas promovem deficiências de precipitação e podem ser muito diferentes de região para região.

Por outro lado a seca hidrológica tem relação com a redução dos níveis médios de água nos reservatórios de superfície e subterrâneos e também com a redução de água no solo.

Já o meio físico no qual este concentrado o potencial hidráulico fixo é composto pelo sistema solo x planta que em condições normais, sofre o seguinte processo: a chuva transfere umidade ao solo em quantidade e tempo suficiente para permitir a produção agrícola. Por sua vez a condição de seca ocorre quando a permanência de umidade no solo é insuficiente para que os ciclos vegetativos sejam concluídos.

Já é antiga a luta da população das regiões que sofrem com a seca, de encontrar meios para armazenar água para os mais variados tipos de consumo.

De acordo com Santos (2009) construíram-se sistemas superficiais e subterrâneos, a exemplo de cacimbas, poços, barragens, açudes e cisternas.

Esses métodos e tecnologias são fundamentais para regiões em que o acesso à água é difícil e que as alternativas de abastecimento de milhares de pessoas são poços descobertos, valas ou pequenos açudes.

A água vinda destes pode ser imprópria para consumo e até mesmo para fins de higiene, e ainda assim são comumente localizados em baixios para onde correm fluxos de água e dejetos, inclusive humanos, durante o período de chuvas constituindo-se, assim, em foco de contaminação e veiculação de doenças.

2.3. Aproveitamento da água de chuva no Nordeste Brasileiro

De acordo com Cohin (*et. al.* 2007) áreas urbanas e áreas rurais devem ter diferentes abordagens para captação de água. Visto que em áreas rurais a água pluvial pode ser a única fonte acessível e o dimensionamento do sistema de captação utiliza o princípio de coletar e armazenar a maior quantidade de água durante o período de chuva para uso nos períodos de estiagem. No semi-árido brasileiro os sistemas de captação são empregados, inclusive, para usos domésticos: cozinhar e beber, muitas vezes sem qualquer.

Segundo Jalfim (2001) nos últimos 20 anos, várias de famílias de agricultores, apoiadas por organizações da sociedade civil e setores governamentais, têm adotado sistemas de captação de água de chuva, de forma que, tal alternativa tem se apresentado como uma solução de baixo custo e grande eficácia no semiárido brasileiro. O autor ainda ressalta que o problema é que muitos técnicos, governantes e parte da população ainda não aceitam tal tecnologia, apesar de amplamente utilizadas e consideram as soluções locais como medidas paliativas e obsoletas, sendo tratadas de forma marginalizada. Essa perspectiva é oriunda da própria formação dos técnicos e das ações historicamente adotadas para o denominado “combate a seca” baseado em grandes obras hídricas, centralização dos recursos hídricos e alternativas clássicas de obras de médio porte disseminadas como as únicas formas viáveis para o abastecimento de água.

2.4. Tipos de cisternas

Cohin (*et. al.* 2007) cita os materiais que podem ser utilizados para construção ou fabricação de tanques de armazenamento, são eles:

a. Plástico: muito utilizado nos países desenvolvidos como os Estados Unidos, na província de Oregon e na Alemanha. Já nos países em desenvolvimento seu uso é mais restrito devido ao alto custo;



Figura 3- Cisterna de Plástico.
Fonte: Adaptado de Google

b. Tanques metálicos: bastante utilizados, nas mais diversas regiões, esse modelo apresenta as facilidades de transporte e permiti montagem no local em pouco espaço de tempo por técnico especializado;

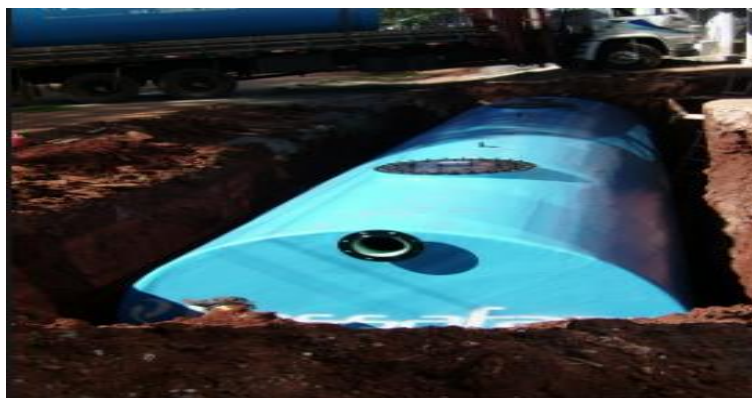


Figura 4-Tanque metálico (cisterna).
Fonte: Adaptado de Google

c. Barris de metal ou de plástico: são recipientes de óleo ou de transporte de produtos químicos reutilizados, esta é uma alternativa de baixo custo, porém, este método requer maior atenção cuidado,visto que pode apresentar risco à saúde dos usuários da água armazenada;

d. Placas de concreto com tela de arame: trivial no Brasil, em especial na região Nordeste;

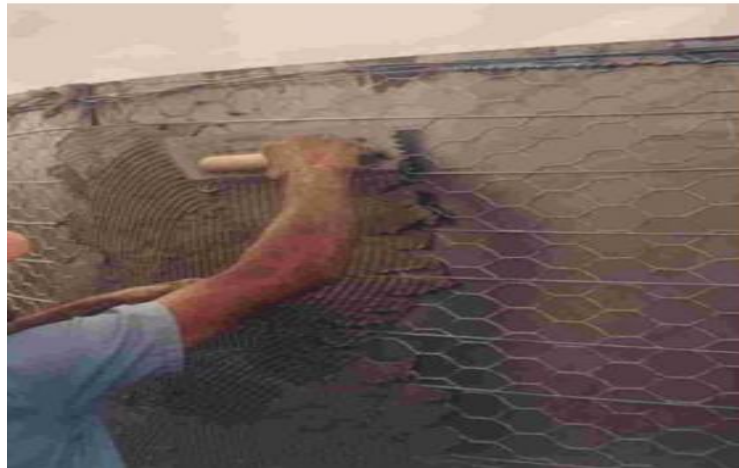


Figura 5- Cisterna de Concreto e arame.
Fonte: GNADLINGER (2001)

- e. E por fim tanques construídos de tijolos, argamassa e cal.



Figura 6- Cisterna de tijolos.
Fonte: GNADLINGER (2001)

2.5.A Tecnologia de captação de água da chuva

A técnica de captação e armazenamento de água de chuva utilizada para o aproveitamento das águas pluviais consiste em utilizar os telhados das casas como zona de captação de água e armazená-la em reservatórios, as cisternas.

Há inclusive um programa no Semiárido brasileiro que implanta esta técnica na região, o Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semi-árido, o PIMC.

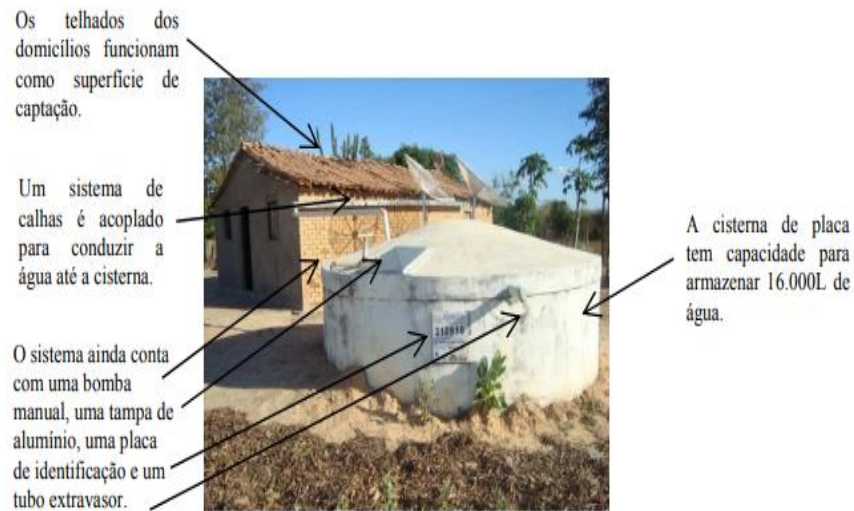


Figura 7- Componentes do sistema de captação de água da chuva construído pelo P1MC.
 Fonte: Adaptado de GNADLINGER (2001)

O sistema de captação, segundo EcoSistema (2007); Brito & Porto (1997) *apud* COHIN (*et. al.* 2007), é composto por um tanque de armazenamento (Ta), um sistema de filtragem (Sf) e área de captação (Ac) que na maioria das vezes é o telhado das construções, deve ser avaliado se o telhado possui área suficiente para coletar água em quantidade e qualidade necessárias à finalidade que se destina, se os materiais disponíveis para a sua construção e dos regulamentos e códigos de construção estabelecidos por legislação específica, a NBR 10884/89.

Estes itens serão conectados por calhas e tubulações de transporte da água.

Brito & Porto (1997 *apud* COHIN *et. al.* 2007) apresentam o dimensionamento do sistema de captação no qual o volume total de água necessário em m³, é função do número de pessoas e/ou animais (N), do consumo por pessoa e/ou animal (S) em litros e do período de uso da água armazenada, isto é, o período (U) em dias estimado para o recomeço das chuvas.

Ainda para COHIN (*et. al.* 2007) o cálculo segue, considerando que a área de captação (Ac) é equivalente ao tamanho do telhado e o volume captado é função deste, do escoamento e da precipitação média anual.

Esta simulação considera o valor de 50% para a probabilidade de ocorrência das chuvas.

Santos (2009) ainda salienta o que segue:

A eficiência do escoamento depende do declive, do tipo de material utilizado para a cobertura e do grau de impermeabilidade da superfície de captação. A literatura

sugere coeficientes de escoamento que variam de 0,70 a 0,90 e 0,85 como o valor mais adequado. (SANTOS, p.63, 2009)

Todos os componentes, os quais incluem os sistemas de filtragem, bombas, área de captação e pavimentação, devem receber manutenções a fim de garantir sua conservação e eficácia.

Segundo Cohin (*et. al.* 2007) a qualidade da água armazenada deve ser monitorada em quatro pontos:

- a. Antes de atingir o solo;
- b. Após escorrer pelo telhado;
- c. Dentro do reservatório;
- d. No ponto de uso.

O autor ainda salienta que o controle da potencial presença de agentes patogênicos na água deve ser feito antes da sua utilização.

Sendo os métodos mais comuns: a filtração, o tratamento químico e a fervura da água.

Contudo o tratamento da água mais utilizado em sistemas de captação e armazenamento de água de chuva é a cloração, por se tratar de um método simples e barato.

2.6.Dimensionamento de cisternas

Por se tratar de uma opção para o atendimento da demanda de água, em especial, nos período de estiagem a captação e armazenamento da água é importante realizar corretamente o dimensionamento das cisternas quando este for o método escolhido.

De acordo com Grings (2006) Os principais critérios a serem observados para a captação e armazenagem da água da chuva são a demanda de água diária na propriedade, o índice médio da precipitação por região em cada período do ano, tempo necessário para a armazenagem, considerando um período mínimo de segurança e área de captação:

- A cisterna deverá ter capacidade para armazenar água suficiente para atender a demanda da propriedade por um período mínimo de 15 dias;
- Acrescentar no cálculo um adicional referente ao coeficiente de evaporação do sistema (considera-se um acréscimo de 10% no volume de reserva calculado);
- Consumo médio de água por pessoa, por dia de 14 litros;

Desta forma tem-se:

Volume da cisterna: $V_c = (V_d + N_{dia}) + 10\%$

Área de captação: $A = V_c / \text{Precipitação}_{\text{período}}$

V_c : volume da cisterna (m³)

V_d : volume da demanda de água diária (m³)

N_{dia} : número de dias de armazenagem (15 dias)

A: área em m² do telhado para a captação

V_c : volume da cisterna

2.7.NBR 5626- Instalação predial de água fria

A NBR 5626 estabelece exigências e recomendações para o projeto, bem como para a execução e a manutenção da instalação predial de água fria. Essas exigências visam assegurar a potabilidade da água no caso de instalação de água potável.

Segundo a NBR 5626, a capacidade dos reservatórios de uma edificação deve atender ao padrão de consumo de água no edifício e, se possível obter informações, considerar a frequência e duração de interrupções do abastecimento. A norma determina o dimensionamento conforme tabela a seguir:

Tabela 1-Consumo médio de água.

Tipo de construção	Consumo médio (litros/dia)
Alojamentos provisórios	80 por pessoa
Casas populares ou rurais	120 por pessoa
Residências	150 por pessoa
Apartamentos	200 por pessoa
Hotéis (s/cozinha e s/ lavanderia)	120 por hóspede
Escolas – internatos	150 por pessoa
Escolas – semi internatos	100 por pessoa
Escolas – externatos	50 por pessoa
Quartéis	150 por pessoa
Edifícios públicos ou comerciais	50 por pessoa
Escritórios	50 por pessoa
Cinemas e teatros	2 por lugar

Templos	2 por lugar
Restaurantes e similares	25 por refeição
Garagens	50 por automóvel
Lavanderias	30 por kg de roupa seca
Mercados	5 por m ² de área
Matadouros – animais de grande porte	300 por cabeça abatida
Matadouros – animais de pequeno porte	150 por cabeça abatida
Postos de serviço p/ automóveis	150 por veículo
Cavalariças	100 por cavalo
Jardins	1,5 por m ²
Orfanato, asilo, berçário	150 por pessoa
Ambulatório	25 por pessoa
Creche	50 por pessoa
Oficina de costura	50 por pessoa

Fonte: Adaptado de NBR 5626

3. ESTUDO DE CASO

3.1. Classificação da pesquisa

A metodologia deste estudo é de natureza descritiva que segundo METTZER (2018) se propõe a estudar, registrar, analisar e interpretar um problema de pesquisa.

Na pesquisa descritiva, pode se utilizar diversos métodos para a coleta de dados, como análise documental, estudos de campo, levantamentos, observação e entrevistas.

A pesquisa descritiva possui duas características principais, que são a naturalidade, isto é, o problema de pesquisa é analisado em seu estado natural, e um alto grau de generalização, pois as conclusões devem levar em conta todo o conjunto de variáveis que se relacionam com o objeto do estudo.

3.2. Características da região estudada

As mudanças climáticas convergem sobre a ocorrência de temperaturas mais altas no Nordeste e por esta razão ocorre maior evaporação de água e transpiração das plantas e, portanto, em aumento do déficit hídrico, menor umidade do solo e maiores índices de aridez.

Há estudos que apontam que com o decorrer do tempo as áreas hoje caracterizadas como “subúmidas secas” poderão tornar-se semi-áridas, e as semi-áridas áridas e ainda que algumas sub-regiões do Semiárido onde se pratica hoje agricultura de subsistência não permitirão mais esse tipo de atividade.

Além de tudo o Nordeste é caracterizado pela pobreza de boa parte da população ,e as mudanças tenderão a aumentar os problemas de clima, solo e água e dificultarão a vida das pessoas, especialmente dos grupos mais vulneráveis, uma vez que o acesso à água já é desigual, um aumento na escassez de água ira aumentar também esta desigualdade.

Ou serão desencadeados uma serie de impactos ambientais, econômicos e sociais, e a degradação ambiental e desertificação ocorrerão de forma mais intensa.

Contudo se faz necessário a aplicação de esforços eficazes para adaptação ao clima, bem como para o abastecimento de água limpa para consumo humano. Para sanar a problemática exposta o presente estudo busca evidenciar a eficácia da utilização de cisternas para captação da água da chuva.

Atualmente o Ministério da Integração Nacional, o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), por meio da Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e

Nutricional (SESAN), desde 2003, financia a construção de cisternas de placas de cimento, em Pernambuco figura 8 e 9).



Figura 8- Cisterna construída pelo programa cisternas.

Fonte: Próprio autor



Figura 9- Identificação de cisterna construída pelo programa cisternas.

Fonte: Próprio autor

3.2.1. Temperaturas e precipitações médias em Garanhuns

O gráfico abaixo representa as precipitações mensais na região de Garanhuns, no qual 20 mm é a precipitação do mês Novembro, que é o mês mais seco. A maioria da precipitação cai em Julho, com uma média de 137 mm.

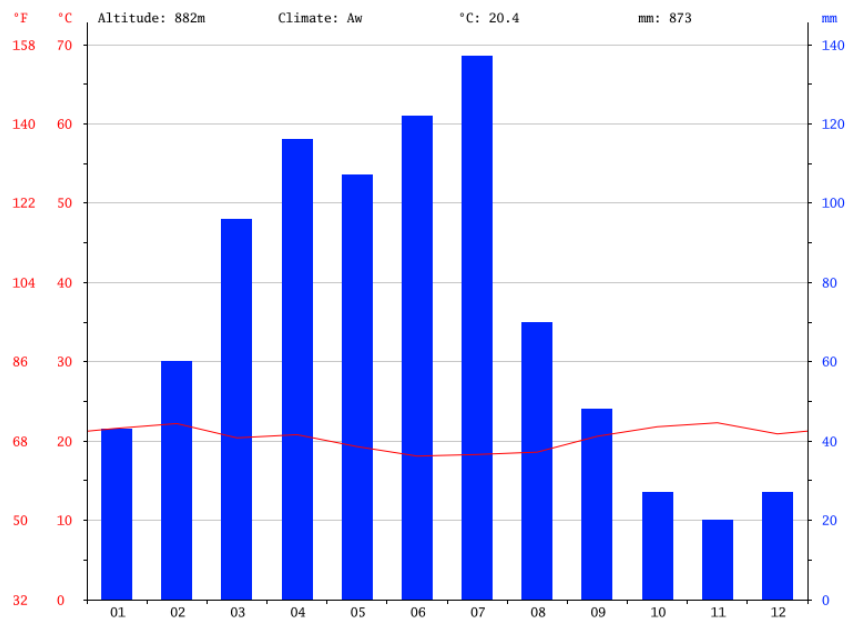


Figura 10-Gráfico representativo das precipitações mensais na região de Garanhuns.

Fonte: Adaptado de Climate.Data.org

3.3.Considerações para Construção das Cisternas

A priori a decisão de se construir uma cisterna implica, que sejam considerados alguns fatores, para compor o sistema de captação, armazenamento e manejo de água de chuva e são eles:

- **Localização:** assegurar que a local onde será construída a cisterna seja longe de lixões, currais, fossas ou outros pontos de poluição que possam colocar em risco a qualidade da água e/ou comprometer a estrutura da cisterna. O ideal é que a cisterna seja construída próxima à residência da família, da escola, enfim, do usuário final (figura 11), isso facilita a colocação de calhas, tubos da área de captação e o também o acesso à água;



Figura 11- Cisterna em escola de Garanhuns.

Fonte: Próprio autor

- Tipo do reservatório: o reservatório para armazenamento da água da chuva pode ser construído utilizando diferentes materiais como exposto no capítulo 2 deste estudo.



Figura 12- Cisterna de placa de concreto em Garanhuns.

Fonte: Próprio autor

- Área de captação: é essencial para captar a chuva precipitada e permitir seu escoamento para o tanque por meio de calhas e tubos. O trivial é que utilize como área de captação o próprio telhado das moradias nestes casos é importante considerar que o tamanho seja necessário, e o telhado seja regular para captar toda a água da chuva;

- Calhas: toda cisterna deve contar com um sistema de calhas para conduzir a água da área de captação (figura 13), normalmente o telhado das casas, para o tanque de armazenamento. São necessários alguns cuidados com as calhas para que estas colem toda a água sem provocar desperdícios. Com as elevadas temperaturas comuns no semiárido,

geralmente as calhas de tubos de PVC se deformam, dificultando a captação da água, principalmente quando as chuvas apresentam maior intensidade;



Figura 13- Cisterna com sistema de calhas em Garanhuns.

Fonte: Próprio autor

- **Proteção:** a cisterna deve ser cercada para evitar que pequenos acessem a cobertura e levem sujeiras para dentro da cisterna;
- **Sangradouro:** é essencial a colocação de sangradouro no tanque para permitir o escoamento do excedente da água armazenada;
- **Sistema Aerador:** é importante que a cisterna possua tubos em suas paredes, para permitir a renovação do oxigênio dissolvido na água
- **Bomba:** para evitar o contato direto com a água e, em alguns casos, o uso de vasilhas não adequadas para retirar a água, a cisterna deve conter uma bomba manual. A água pode ser bombeada diretamente para um reservatório menor localizado na cozinha da casa, por exemplo.

No município de Garanhuns o processo de construção das cisternas é moldado *in loco*, no qual as placas são juntas por malhas colocadas na parte interna da cisterna, que em seguida é coberta por uma camada de argamassa e por fim é dado o acabamento.



Figura 14- Construção de Cisterna.

Fonte: Próprio autor

3.4.Chuva em Garanhuns

A seguir esta representada na tabela 1 a precipitação de chuva no período de um ano. Garanhuns tem variação sazonal significativa na precipitação mensal de chuva.

O período chuvoso do ano dura 10 meses, de 5 de dezembro a 20 de outubro, com precipitação de chuva de 31 dias contínuos mínima de 13 milímetros. O máximo de chuva ocorre entre maio e julho. A acumulação total média de 72 milímetros.

Tabela 2- Precipitação da chuva mensal em Garanhuns.

Fonte: Adaptado de Clima Tempo

Mês	Mínima (°C)	Máxima (°C)	Precipitação (mm)
Janeiro	18°	29°	42
Fevereiro	18°	28°	59
Março	19°	28°	91
Abril	18°	26°	124
Maio	18°	25°	112
Junho	17°	23°	127
Julho	16°	22°	135
Agosto	16°	23°	66
Setembro	16°	25°	45
Outubro	17°	27°	27
Novembro	17°	29°	21
Dezembro	18°	29°	23

Para a região em questão o dimensionamento será feito com o cálculo sugerido por GRINGS (2006).

Cisterna para o município de Garanhuns-PE (16 pessoas por casa):

$$\text{Demanda diária: } (14\text{L}) \times (16 \text{ pessoas}) = 224\text{L}$$

Precipitação média anual em Garanhuns-PE: 72mm

$$V_c = (V_d + N_{\text{dia}}) + 10\% \quad V_c = (0,224 + 15) + 0,1$$

$$V_c = 15,324\text{m}^3 = 15324\text{L}$$

$$\text{Área de captação em m}^2: A = V_c / \text{Precipit_período}$$

$$A = 15324/872$$

$$A = 17,57\text{m}^2$$

$$A = 20,06\text{m}^2$$

Vale salientar que, conforme exposto no tópico 2.7 desta pesquisa há ainda a determinação da norma NBR 5626 (Instalação predial de água fria) que estima o consumo médio por pessoa de 150 litros/dia para atender a edificações do tipo residência. Esse dado deixa claro a precariedade que as famílias da região semiárida vivem nos períodos de seca, tendo que se adaptar com um consumo de água muito abaixo do regular.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se que a região de Garanhuns-PE sofre com a escassez de água, bem como demais cidades da região. E que a seca é mais rigorosa em determinados meses, pó esta razão a utilização de cisternas é uma solução para que a população da região se adapte as condições climáticas sem sofrer com a escassez de água.

A instalação de tambores para armazenar a água captada é um recurso ainda utilizado na região, porem este meio não é recomendado, uma vez que pode ser exposto à ação do tempo e contaminantes como produtos químicos, por exemplo, que tornarão a água imprópria para uso, o ideal é a utilização de cisterna semienterrada ou totalmente enterrada, que evita tanto a proliferação de algas quanto a contaminação causada por animais, esgoto e enxurrada, entre outros fatores.

É importante considerar o local de instalação, o tipo de material, por exemplo, para a região de Garanhuns, uma cisterna de plástico seria inviável, sendo passível de apresentar problemas de deformação por causa da incidência do sol forte e ainda deve ser considerado o dimensionamento da cisterna.

Com a instalação das cisternas mesmo em uma época de seca as famílias terão água para beber, cozinhar e realizar a higiene pessoal há ainda mais um benefício: a redução do escoamento da água de chuva na rede pluvial, desafogando o sistema e reduzindo enchentes.

REFERÊNCIAS

JALFIM, F. T. **Considerações sobre a viabilidade técnica e social da captação e armazenamento da água da chuva em cisternas rurais na região semi-árida brasileira.** In: Anais do 3º Simpósio Brasileiro de Captação de água de Chuva no Semi-árido. Campina Grande. Petrolina: ABCMAC. (2001)

SANTOS, M.J. **Seca, precipitação e captação de água de chuva no Semi-árido.** Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 1, p. 055-073, jan/abr 2009.

SILVA, V. N.; DOMINGOS, P. **Captação e manejo de água de chuva.** Saúde & Ambiente em Revista, v. 2, n. 1, 2009.

GNADLINGER, J. **A contribuição da captação de água de chuva para o desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro—uma abordagem focalizando o povo.** Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semiárido, v. 3, 2001.

COHIM, E; GARCIA, A. P. A; KIPERSTOK, A.(2007). **Captação e utilização de água pluvial em residências para população de baixa renda em áreas urbanas: estudo de caso** IX Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste 2007. 10p.

METTZER, Blog do Mettzer, 2018. **Saiba como desenvolver uma pesquisa descritiva no seu TCC.** Disponível em: <https://blog.mettzer.com/pesquisa-descritiva-tcc/>
Acesso em: 13/09/18

GRINGS, V.H.; OLIVEIRA, P.A.V. **Cisternas para armazenagem de água da chuva.** Embrapa Suínos e Aves. Outubro, 2006

CLIMA TEMPO. Garanhuns-PE, 2018. Disponível em:

<https://www.climatempo.com.br/climatologia/257/garanhuns-pe> Acesso em: 27/10/18

CLIMATE-DATA.ORG. Clima em Garanhuns-PE. Disponível em:

<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/pernambuco/garanhuns-4458/> Acesso em:
27/10/18

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 5626. Sede: Rio de Janeiro Av.
Treze de Maio, 13 - 28º andar