



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL
CAMPUS SERTÃO
ENGENHARIA CIVIL

STEPHANE LIMA PEREIRA DE ANDRADE

**Dimensionamento de Cisternas Tipo Calçadão Associado à Variabilidade
Pluviométrica do Município de Delmiro Gouveia - Al**

Delmiro Gouveia - AL

2015

STEPHANE LIMA PEREIRA DE ANDRADE

**Dimensionamento de Cisternas Tipo Calçada Associado à Variabilidade
Pluviométrica: Estudo de Caso no Município de Delmiro Gouveia - Al**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas – Campus do Sertão, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Msc. Thiago Alberto Pereira da Silva

Delmiro Gouveia - AL

2015

A553d Andrade, Stephane Lima Pereira.

Dimensionamento de cisternas tipo calçadão associado à variabilidade pluviométrica do município de Delmiro Gouveia-AL / Stephane Lima Pereira Andrade, 2015.

47f.:il.

Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2015.

Orientação: Prof. Msc. Thiago Alberto Pereira da Silva

1. Cisterna de placas. 2. Águas pluviais.

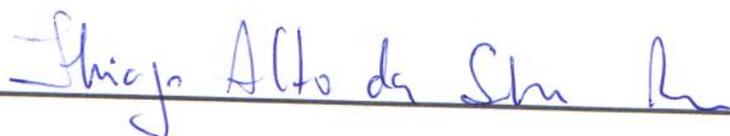
CDU 628

Folha de Aprovação

AUTORA: STEPHANE LIMA PEREIRA DE ANDRADE

Dimensionamento de Cisternas Tipo Calçadão Associado à Variabilidade Pluviométrica: Estudo de Caso no Município de Delmiro Gouveia - Al

Este trabalho de conclusão de curso foi julgado adequado para a obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo professor orientador e pelo Colegiado do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas – Campus do Sertão, em 27 de Janeiro de 2015.



Prof.º Msc. Thiago Alberto Pereira da Silva, UFAL

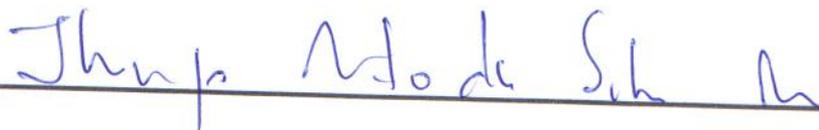
(Orientador)

Banca Examinadora:



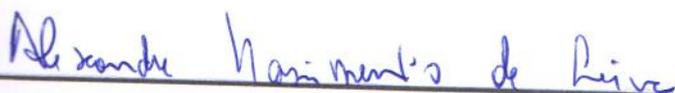
Msc. Clênio da Silva Santana, UFAL

(Examinador Externo)



Prof.º Msc. Thiago Alberto Pereira da Silva, UFAL

(Examinador Interno)



Prof.º Msc. Alexandre Nascimento de Lima, UFAL

(Examinador Interno)

Ao meu avô Francisco Pereira de Souza (in memoriam)
exemplo de pessoa humilde e de caráter admirável que me
incentivou através do orgulho e amor que sentia e
demonstrava por mim, a sempre seguir em frente
buscando crescer através do meu esforço e dedicação.

AGRADECIMENTOS

Antes de todos à Deus por ter me abençoado e protegido ao longo de toda caminhada, pois sem a fé que tenho nEle eu nada seria. À toda minha família, irmã, primos (as), tios (as) e avós pela força e credibilidade, em especial aos meus pais Cheilla Andrade e Francildes Andrade por não terem medido esforços para me darem a melhor educação possível que me permitiu chegar até onde estou hoje e também por serem as pessoas que me inspiram a buscar cada dia crescimento pessoal e profissional para que eu possa retribuir tudo o que me foi dado até aqui.

Sem esquecer dos meus colegas e amigos de turma com quem ao longo desses cinco anos, tive o privilégio de conviver compartilhando experiências não só profissionais mas também pessoais que jamais serão esquecidas e construir vínculos de amizade que quero levar para minha vida toda, em especial à Danilo Régis e Lorena Calazans pelas jornadas de estudo e presença marcante nos meus dias, nos quais pudemos despertar os melhores sentimentos de amizade, carinho, admiração, crescimento pessoal e profissional lado a lado, torcendo um pelo outro a cada obstáculo (que não foram poucos) surgido no caminho.

Aos amigos que não fazem parte da minha turma, agradeço na pessoa de Vitória Régia pela participação nos momentos mais importantes em relação ao meu futuro profissional e que mesmo à distância acompanhou toda a caminhada e luta por todos esses anos, sempre apoiando e confiando em mim nas horas em que mais precisei. Cada um de vocês melhorou os meus dias a partir do momento em que dividíamos experiências especiais e de grande valia que só nos proporcionavam lembranças boas e risadas. Saibam que o sentimento é recíproco.

À todos os meus professores da graduação que com certeza me transmitiram aprendizados que serão de fundamental importância para minha carreira profissional como engenheira civil, pessoas estas que admiro pelo nobre ato de compartilhar seus conhecimentos, riqueza esta de grande valor para a formação do caráter humano, em especial à meu orientador Thiago Pereira pela confiança, apoio e paciência durante o andamento desse trabalho.

RESUMO

Tendo em vista os longos períodos de secas provocados por vários fatores climáticos associados que atingem a região Nordeste do Brasil, a busca por soluções alternativas para armazenamento de água da chuva para ser utilizada no período de estiagens torna-se cada vez mais importante. Neste contexto destaca-se a cisterna tipo calçadão que coleta água de um calçadão construído no solo. Para atendimento integral da demanda, a área do calçadão dependerá do regime pluviométrico local, no entanto a precipitação é uma componente totalmente aleatória, sendo necessário estudo de probabilidade para entendimento desta variável. Logo, pretende-se aqui introduzir um novo mecanismo de dimensionamento da cisterna tipo calçadão, associada ao grau de permanência de um determinado valor de precipitação (ou risco), a partir de uma alteração do modelo de dimensionamento proposto pela ABNT (Associação Brasileira de Normas e Técnicas). Com isso, foram coletados dados hidrológicos do município de Delmiro Gouveia – AL, para a construção da curva de permanência da precipitação, criada uma situação hipotética para determinação da demanda e realizados orçamentos para diferentes valores da área de calçadão, leia-se risco. Os resultados apontam que é possível dispendir pequenos valores incrementais de maneira que diminuam significativamente o risco de não atendimento da demanda necessária.

PALAVRAS-CHAVE: Cisterna tipo calçadão; semiárido; precipitação; risco de não atendimento.

ABSTRACT

Everybody know northeast region of Brazil suffers long periods of droughts caused by fewer climatic events, so it's important to search for alternative to store rainfall to be used in droughts. Thus, the cistern type boardwalk stands out as option to collection of rain water from floor of concrete to use in dry periods. However, for complete assistance on the demand, the area of floor going to depend of the rainfall's local regime, although the precipitation is a component totally aleatory, therefore it's necessary studies of probability for understanding of behavior precipitations. So, a new mechanism of sizing of the cistern type boardwalk was introduced, associated to the level of frequency of a determined value of precipitation (or risk) and from alteration of a model proposed by ABNT (Association Brazilian of Rules and Techniques). Then, hydrologic information from the town of Delmiro Gouveia - AL were collected for the construction curve of frequency precipitations, and a hypothetic situation was created for the determination of the demand and estimative cost of cistern for different values of area of concrete floor, namely risk. The results show that it's possible spend small values incremental so that decreases significantly decreases the risk of no assistance on the necessary demand.

KEYWORDS: Cistern type boardwalk, semi-arid, precipitation and risk of no assistance.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1 Considerações Iniciais	8
1.2 Objetivos.....	9
1.3 Justificativa.....	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	10
3. METODOLOGIA	29
3.1 Área de Estudo	30
3.2 Coleta de dados Pluviométricos	31
3.3 Avaliação dos principais padrões da variabilidade da chuva.....	31
3.4 Dimensionamento do Reservatório.....	32
3.5 Dimensionamento da Área do Calçadão	32
3.6 Relação da Área do Calçadão <i>versus</i> Probabilidade ou Risco.....	33
3.7 Estimativas dos custos de Implantação da Cisterna Tipo Calçadão	33
4. RESULTADOS OBTIDOS.....	35
5. CONCLUSÕES.....	43
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1. INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

Em tempos de escassez de recursos hídricos os estudos a respeito de técnicas ou meios que possibilitem o melhor aproveitamento da água são de extrema importância para a sociedade como um todo. A situação se agrava ainda mais em diversas cidades situadas na região Nordeste do Brasil, lugares estes onde a precipitação média anual é bastante baixa, comprometendo o abastecimento de água da população. Outro agravante em relação à disponibilidade de água nas regiões brasileiras é a distribuição desigual desse líquido.

O Brasil, com 14% da água do planeta, possui, entretanto, uma distribuição desigual do volume e disponibilidade de recursos hídricos: enquanto um habitante do Amazonas tem 700.000 m³ de água por ano disponível, um habitante da Região Metropolitana de São Paulo tem 280 m³ por ano disponível ^[1].

Diante disso, procuram-se alternativas para que a população, em especial sertaneja, conviva com a realidade da seca, destacando-se entre elas a construção de cisternas com o intuito de armazenar a água da chuva para ser utilizada no período de estiagens. A modalidade de cisterna mais utilizada é a aquela que capta água do telhado das casas, no entanto, o volume captado por esta modalidade de cisterna se limita a extensão do telhado perfazendo montantes não suficientes para atender a demanda da população rural ^[2].

Assim, surge a cisterna calçadão que tem a base do seu funcionamento em um calçadão construído no terreno do proprietário com uma determinada área que dependerá do volume de água que se deseja armazenar e também da precipitação média anual da região. A precipitação cai diretamente sobre o calçadão, onde existem tubulações por onde esta água irá escoar e finalmente será armazenada na cisterna. Como se trata de uma água proveniente da chuva não deverá ser utilizada para consumo humano, mas somente para outros fins como: criação de animais e produção de alimentos. Portanto, existe a flexibilização da área de captação da água, limitada logicamente a extensão territorial das propriedades, de maneira tal que possa armazenar volumes maiores de água ^[3].

Outro fator relevante é a variabilidade dos índices pluviométricos que se reflete em um risco de não enchimento das cisternas, conseqüentemente um prejuízo à população. Diante disso, este trabalho visa encontrar a relação da probabilidade (risco) de não atendimento a

demanda (risco) em função da área de captação das cisternas calçadão, e também o custo de implantação das mesmas.

1.2 Objetivos

A pesquisa em si pretende encontrar uma relação entre o custo de implantação de uma cisterna tipo calçadão e a probabilidade das precipitações ocorre no município de Delmiro Gouveia – AL.

1.3 Justificativa

A realização de estudos hidrológicos que caracterizem a região é de extrema importância para que a cisterna tipo calçadão funcione da maneira esperada. Somente assim será possível calcular a área necessária para o calçadão de captação que garantirá o atendimento a demanda de maneira permanente mesmo durante o período de escassez, sem contar o fato que cálculos de áreas erradas podem acarretar prejuízos para os proprietários da cisterna, uma vez que caso seja construída uma área muito grande em uma região com poucas chuvas, fará com que a capacidade do reservatório não seja alcançada, causando apenas gastos em excesso com material.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A água é o bem natural mais importante para a existência, manutenção e continuidade da vida humana na Terra, esta se torna a base para o desenvolvimento econômico mundial através de sua utilização nas mais diversas áreas como: agricultura, pecuária, setor industrial, geração de energia elétrica e etc. Além de ser um fator preponderante na qualidade de vida das pessoas, através da utilização para o próprio consumo e realização de atividades domésticas como cozinhar, lavar e tomar banho.

A água é um elemento essencial para o funcionamento dos ecossistemas e da vida, como a formação e dinâmica dos solos e do clima. Constitui-se um habitat de incontáveis espécies; é indispensável para o funcionamento metabólico de todas as formas de vida e tem uma infinidade de usos como insumo direto ou indireto em tudo o que a humanidade utiliza e produz. A busca por vida em outros planetas inicia-se pela busca de evidências da existência de água, já que sem água não existe vida ^[4].

Porém, fatores importantes como o crescimento acelerado da população, o uso desordenado dos recursos naturais, aquecimento global, poluição doméstica e industrial de rios e lagos e a industrialização, afetam diretamente a quantidade de água presente em nosso planeta nos seus mais diversos estados físicos: sólido, líquido ou gasoso. Logo, a preocupação com os crescentes índices de escassez de água despertam na população a necessidade de procurar medidas mitigadoras para tentar controlar essa situação.

De acordo com o site “Toda Matéria” um fato relevante sobre a escassez de água no Nordeste é a existência de uma região denominada Polígono das Secas, que compreende grande parte dos estados da região nordestina, são eles: Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e uma parcela do norte de Minas Gerais. O Polígono das Secas caracteriza-se por apresentar chuvas concentradas apenas em três meses do ano, altos índices de evaporação e elevada temperatura, situações estas que tornam ainda mais necessária a implantação de medidas que possibilitem à população o armazenamento de águas pluviais para minimizar os impactos trazidos pelos longos períodos de estiagem ^[5].

As principais vantagens trazidas pelo aproveitamento de água das chuvas são:

- Redução do consumo de água da rede pública e do custo de fornecimento da mesma;

- Evita a utilização de água potável onde esta não é necessária, como por exemplo, na descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins, lavagem de pisos, etc;
- Ajuda a conter as enchentes, represando parte da água que teria de ser drenada para galerias e rios;
- Encoraja a conservação de água, a autossuficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais da cidade ^[6].

Várias são as alternativas utilizadas para que seja realizado esse aproveitamento de água das chuvas. O intuito dessas soluções alternativas é facilitar a sobrevivência das pessoas com as épocas de seca, principalmente nas regiões semiáridas do Brasil. A implantação de tecnologias de baixo custo e construção simples como: tanques de pedra, barreiros trincheira, bomba d'água popular, cisternas enxurrada, cisternas tipo telhado e cisternas tipo calçadão, permitem aos moradores do semiárido o acesso permanente à água para que se possa plantar alimentos e criar animais, deixando para trás a imagem negativa da região Nordeste como uma terra seca e de pessoas sofridas.

Como algumas dessas técnicas que permitem aproveitar a água das precipitações citam-se:

- Tanque de Pedra: Permite fazer o armazenamento de água das chuvas nos lajedos, que são grandes rochas localizados no semiárido brasileiro. Através do tanque de pedra (figura 1) é possível garantir água para que as famílias moradoras da região lavem roupas, criem peixes, plantem e produzam alimentos durante todo o ano, independente dos períodos de chuva. Lembrando que o excedente pode ser comercializado para gerar renda para essas pessoas ^[7].



Figura 1: Tanque de Pedra como alternativa para a estocagem de água. Fonte: Centro Juazeiro.

- Barreiro Trincheira: São tanques de grande comprimento e pequena largura escavados no solo e simples de serem construídos, parecem muito com uma trincheira (figura 2), por isso o nome da tecnologia é este. A água armazenada pode ser utilizada para fazer a dessedentação animal, garantir a produção de alimentos e fortalecer a economia da região através da comercialização de produtos excedentes. Evitando a instabilidade no abastecimento de água para as famílias beneficiadas gerada pelos longos períodos de estiagem típicos da região nordestina do Brasil ^[8].



Figura 2: Barreiro Trincheira localizado no município de Campo Grande – RN. Fonte:

<http://www.campograndern.com.br/?p=16267>

- Bomba d'água popular: É um equipamento destinado à captação de água em poços desativados com profundidade de até 100 metros. Em profundidade de 40 metros, produz 1000 litros por hora. Uma quantia de 12 mil litros por dia dá para atender 60 famílias, incentivando as práticas agrícolas e aumentando a renda dessas pessoas. Ver figura 3 ^[9].



Figura 3: Bomba d'água popular localizada na comunidade de Mocó, em Riachão do Jacuípe-Ba. Fonte: ABAEP Serrinha.

- Cisterna Enxurrada: É construída abaixo do solo, ficando somente a tampa de formato cônico acima do terreno (figura 4). A água de chuva que escorre pela terra, antes de chegar à cisterna, passa por duas ou três pequenas caixas, uma seguida da outra. Essas caixas são os decantadores da cisterna, e servem para que a areia que vem junto com a água da chuva fique depositada no fundo dessas caixas para que sejam retiradas posteriormente e impedir que essa areia chegue à cisterna. A água armazenada na cisterna serve para a produção de alimentos e consumo de água para pequenos animais ^[10].



Figura 4: Cisterna Enxurrada localizada em Conceição do Coité – Ba. Fonte: SINTRAF

Além das diversas possibilidades empregadas para melhorar o abastecimento de água citadas acima, pode-se mencionar ainda, como uma das técnicas mais utilizadas para o aproveitamento de água das chuvas a construção de cisternas.

O aproveitamento da água de chuva é feito desde a antiguidade. O primeiro registro que se tem do uso da água de chuva é verificado na pedra Mohabita, data de 830 a.C, que foi achada na antiga região de Moab, perto de Israel. Esta relíquia traz determinações do rei Mesa, de Moab, para a cidade de Qarhor, dentre as quais destaca-se “ para que cada um de vós faça uma cisterna para si mesmo, na sua casa.

[11]

A cisterna é um reservatório construído com o intuito de armazenar água da chuva para abastecer famílias durante os meses mais secos do ano, pode variar quanto ao formato: retangular ou cilíndrico e também quanto à localização no terreno: enterradas, apoiadas ou elevadas, além de poder ser construída dos mais diversos materiais como tijolos, plástico, cal e placas de cimento. A área de captação pode ser o telhado das casas ou calçadões de piso cimentado.

As primeiras construções de cisternas possuem como área de captação das águas provenientes das precipitações o telhado das residências, que são ligados através de tubulações às cisternas que ficam no solo, onde é feito o armazenamento de água para os mais diversos fins. Pode-se ver abaixo uma definição melhor para esse tipo de cisterna:

A cisterna capta a água da chuva por meio do telhado e de calhas. Esta água fica armazenada ao abrigo da luz e do calor e é bombeada para uma caixa d'água paralela à rede hidráulica normal, que pode abastecer o banheiro, a lavanderia etc. A água de chuva é captada pelo telhado, conduzida pelo sistema através da calha para filtragem e armazenada em cisternas ou caixas d'água. Cada sistema é dimensionado de acordo com a área de captação e os índices de chuva da região onde será instalado ^[12].

Existem também as cisternas tipo calçadão (figura 5), que ao invés de captarem as águas dos telhados, possuem um calçadão construído no solo com esse objetivo. A cisterna tipo calçadão é composta por um calçadão de captação de águas provenientes das precipitações ligado a uma cisterna semienterrada através de tubulações que direcionam estas águas para este reservatório, onde será armazenada para utilização destinada a fins não

potáveis como irrigação, consumo de animais de pequeno e médio porte e cultivo de alimentos.



Figura 5: Cisterna Tipo Calçadão.

Fonte: <http://lagoagrande.net/lagoa-grande-recebe-175-cisternas-calçada0/>

Por se tratar de uma cisterna em que sua maior parte fica abaixo do solo, apresenta algumas importantes vantagens como: temperatura da água mais amena, o que consequentemente diminui a proliferação de microrganismos, paredes mais finas que possibilitam a diminuição no custo dos materiais e facilidade de acesso para os moradores conseguirem água^[13].

Em relação às cisternas que têm como área de captação das águas das chuvas os telhados das casas, a cisterna tipo calçadão apresenta vantagens como: manutenção mais fácil do calçadão de captação, devido a sua localização no solo e a área do calçadão não ser um fator limitante para a captação, como é o caso das casas que apresentam áreas de telhado consideradas pequenas ou de baixa qualidade, prejudicando assim, a quantidade de água que deseja-se armazenar.

Antes da implantação da cisterna é importante a realização de um trabalho de conscientização a respeito da utilização e importância de projetos desse tipo para o

desenvolvimento econômico do sertão alagoano, esclarecendo questões a respeito da manutenção da cisterna e como deve ser feito o uso dessa água, deve-se informar também que o uso para consumo humano precisa ser evitado, devido às impurezas presentes na água. Sem contar que para a instalação da cisterna nos quintais dos proprietários, as próprias famílias podem fornecer mão de obra para a construção da mesma, barateando dessa forma, o custo de implantação do projeto.

É importante salientar que o local onde serão implantados a cisterna e o calçadão deve ser analisado para que sejam evitadas situações como solos rochosos, dificultando o processo de escavação, presença de fossas sépticas para impedir contaminação da água e locais muito distantes da casa dos proprietários.

As cisternas tipo calçadão podem ser divididas em três elementos, os quais são:

- Reservatório: Funciona como um tanque circular que tem como objetivo principal armazenar água para as mais diversas finalidades. Como principal material que o constitui tem-se as placas pré-moldadas que formam as paredes e também a tampa do reservatório, já o piso é feito com uma tela de reforço e construção da laje de concreto não estrutural sobre a mesma. Deve possuir um extravasor para quando o nível de água dentro do tanque estiver muito alto e também uma tampa metálica com cadeado para facilitar a retirada de água e realização de manutenção na parte interna do reservatório e também evitar acidentes. Além disso, é importante a aplicação de impermeabilizante nas paredes e fundo da cisterna para evitar infiltrações e vazamentos de água.
- Decantador: Tem como objetivo impedir que partículas de sujeira consigam chegar até a cisterna. Trata-se de uma pequena abertura geralmente quadrada e de profundidade rasa onde as sujeiras ficam sedimentadas para posterior remoção, fica localizado dentro do calçadão de captação próximo a cisterna, ambos são ligados através de uma tubulação de 100 mm. Há a necessidade também, que exista um tubo de menor diâmetro para funcionar como extravasor do decantador e evitar que a água fique parada nesse compartimento para que não ocorram casos de proliferação de mosquitos da dengue. É construído com alvenaria comum.
- Calçadão: Faz a captação das águas da chuva e as conduz por gravidade através de uma declividade mínima de 3% para que sejam armazenadas no reservatório. É composto por um piso de concreto bem nivelado e construído no mesmo dia para

evitar trincas e rachaduras sendo rodeado por um muro de alvenaria comum, sem esquecer das juntas de dilatação que impedem o surgimento de futuras patologias. A área desse calçadão varia de acordo com os índices pluviométricos da região e o volume de água que deseja-se armazenar^[14].

Em relação às etapas de construção das cisternas tipo calçadão podemos separá-los de acordo com as fases onde serão utilizados, são elas: escavação, construção das placas da parede, placas do teto, caibros, construção da laje do fundo, levantamento das placas da parede, construção do pilar central, reboco da parte externa, reboco da parte interna, colocação das vigas, colocação das placas do teto, reboco da cobertura, reboco da tampa, preparo do terreno para o calçadão, construção do contorno do calçadão, construção do piso do calçadão, construção do decantador e pintura.

- Escolha do local onde será implantada a cisterna tipo calçadão: é preferível que esse local seja próximo à residência das famílias para facilitar o acesso à mesma. Em relação ao solo deve ser o mais plano possível para que aterros e reaterros sejam evitados para que no decorrer do uso da cisterna não apareçam rachaduras que comprometam o funcionamento do sistema cisterna e calçadão.
- Escavação para implantação da cisterna: é realizada com a ajuda da comunidade local, pode-se fazer a utilização de máquinas, desde que na metragem final a escavação seja manual para que o cuidado seja redobrado evitando-se aterros que prejudiquem o funcionamento do reservatório através do surgimento de fissuras. Ver figura 6.
- Confecção das placas da parede: deve-se preparar a argamassa com traço 9:1 (nove latas de areia para um saco de cimento) e preencher as formas de madeira sobre uma lona para evitar a perda de água, em seguida deve-se molhar as placas de 2 a 3 vezes por dia para garantir o processo de cura da massa, conforme figura 7. É importante citar que são confeccionadas 4 placas por vez, para garantir a economia das formas necessárias e também que as dimensões para as placas são: 0,60 m de altura por 0,50 m de largura e 5 cm de espessura.
- Confecção das placas do teto: o traço da argamassa utilizada deve ser 7:1 (sete latas de areia para um saco de cimento) e repete-se os passos para a construção das placas das paredes, como pode-se ver na figura 8. Também serão confeccionadas 4 placas por vez para economia de formas.

- Confeção das vigas: utiliza-se o traço 6:5:1 (latas de areia, cinco latas de brita e um saco de cimento) para o concreto, para armação das vigas são utilizados ferro com 8 mm de bitola, mistura-se o concreto ao aço dentro das formas de madeira que serão colocadas sobre a lona para evitar a perda de água, e molha-os de 2 a 3 vezes por dia para a garantia da cura, para que se possa montar as vigas é necessário aguardar em média 2 dias. Serão confeccionadas 38 vigas para sustentação da tampa do reservatório. A etapa está ilustrada na figura 9.
- Construção da laje do fundo da cisterna: preparar um traço seguindo as proporções 9:4:1 (nove latas de areia, quatro latas de brita, um saco de cimento) e utilizar uma armação em tela de aço para reforçar o piso, sendo bastante importante nivelar o solo para evitar alguns problemas já mencionados. Ver figura 10.
- Construção da parede da cisterna: para colocação das placas da parede da cisterna estas devem ser escoradas dos dois lados, cada placa deve ter duas escoras feitas de peças de madeira roliça até que a estabilidade das mesmas esteja garantida e se possa iniciar as fileiras superiores com a colocação das próximas placas, como pode-se observar na figura 11. Nessas placas serão realizados dois furos, um para o tubo de captação de água e outro por onde passará o extravasor.
- Construção do pilar que apoia a tampa: é construído com um cano de PVC de 150 mm de diâmetro e com 3,23 m de altura preenchido com concreto (figura 12). O principal objetivo é de sustentar a tampa da cisterna, conforme figura 8. É armado com dois ferros de 8mm e 3,40m de comprimento cada um, sendo que 17 cm são necessários para fazer a amarração destes.
- Reboco da parte externa: deve ser aplicado apenas na parte que fica acima da superfície do solo, utilizando traço 9:1 (nove latas de areia, um saco de cimento) de forma que seja feita uma camada uniforme, lembrando que deve ser aplicado apenas depois que as placas estiverem totalmente secas. Observar figura 13.
- Reboco da parte interna: preparar o traço nas seguintes proporções 3:1 (três latas de areia, um saco de cimento) para a parte interna das paredes e para o reboco do fundo deve-se mudar o traço para 6:1 (seis latas de areia, um saco de cimento), sendo de extrema importância a utilização de substâncias impermeabilizantes dissolvidas na argamassa. A etapa está ilustrada na figura 14.

- Colocação das vigas: devem ser colocadas uma de cada vez sempre utilizando escoras e fazendo a amarração das vigas nos arames que envolvem as paredes da cisterna, conforme figura 15.
- Colocação das placas do teto: devem ser montadas uma de cada vez de forma que se apoiem sobre as vigas já colocadas, como está ilustrado na figura 16.
- Reboco do teto: é necessário cuidado ao espalhar a massa para não danificar as placas pré moldadas, sendo necessário rebocar apenas a parte externa da tampa. Observar figura 17.
- Pintura da Cisterna: após todas as etapas citadas o reservatório é pintado com cal hidratada de cor branca, apenas na parte externa acima do solo e também a tampa.
- Preparo do solo onde será implantado o calçadão: deve-se escolher um local de preferência plano e fazer uma declividade mínima de 3% para que a água escoe em direção ao reservatório, lembrando também que assim como no fundo da cisterna, deve-se ter cuidado com o fundo do calçadão sempre evitando aterramentos para evitar prejuízos futuros.
- Construção do muro ao redor do calçadão: conforme figura 18, o calçadão é cercado por um muro de alvenaria de 20 cm de altura, que posteriormente será pintado com cal branca.
- Construção do piso do calçadão: pode-se ver de acordo com a figura 19, que será construído um piso cimentado e em seguida utilizam-se tintas impermeabilizantes sobre toda a área do calçadão.
- Construção do decantador: é construído um pequeno buraco com 0,40 X 0,40 m e 0,20m de profundidade, nele estão presentes dois tubos, um de 100 mm de diâmetro e outro de uma polegada, o primeiro serve como tubo de captação da água e o segundo para sangria. No tubo de 100 mm deve existir uma tela que evita a chegada de sujeira na cisterna^[15]. Ver figura 20.
- Finalização da Cisterna tipo calçadão: a figura 21 ilustra como ficará o projeto após a finalização de todos os processos construtivos.

Pode-se ver nas figuras 6 a 21 cada etapa construtiva da cisterna tipo calçadão:



Figura 6: Escavação para construção do reservatório. Fonte: ASA.



Figura 7: Confecção das placas para paredes da cisterna. Fonte: Diaconia.



Figura 8: Confeção das placas para o teto da cisterna. Fonte: Diaconia



Figura 9: Construção das vigas que sustentarão a tampa da cisterna. Fonte: Diaconia.



Figura 10: Armação da laje do fundo do reservatório. Fonte: Diaconia



Figura 11: Levantamento das placas da parede da cisterna. Fonte: Diaconia.

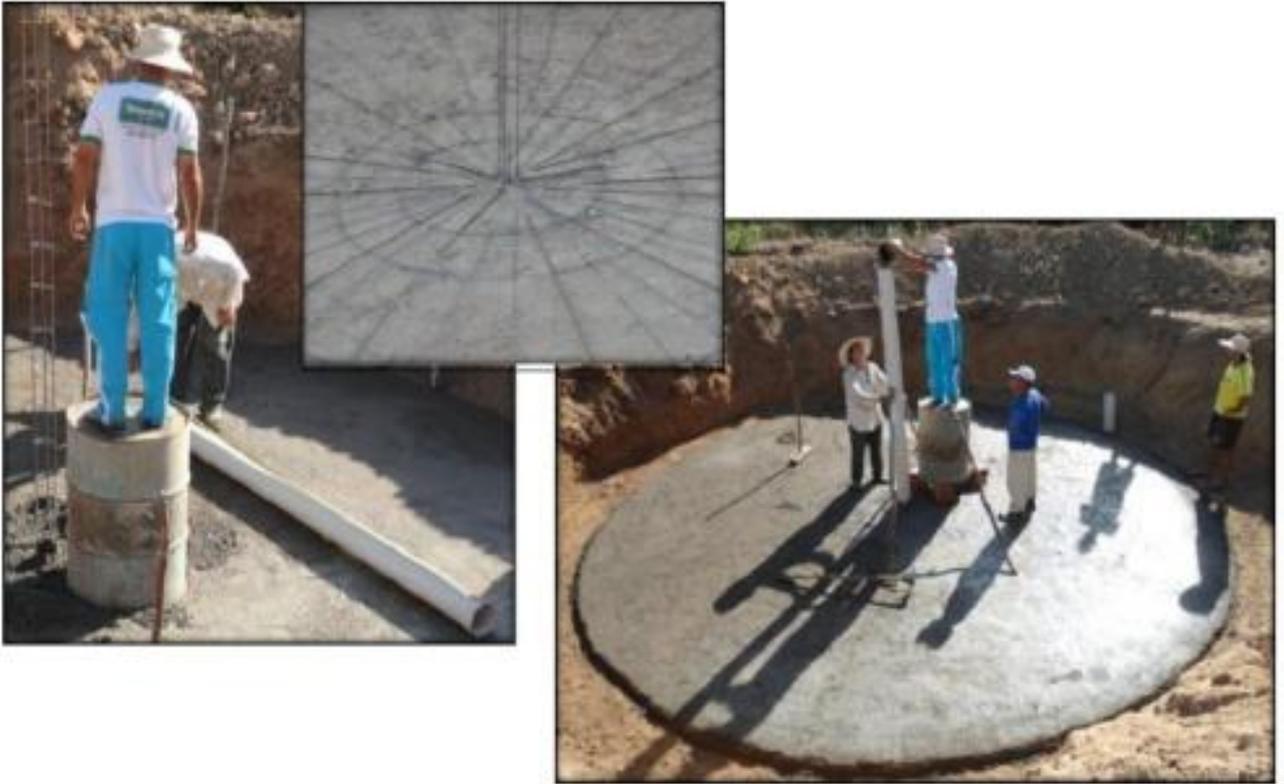


Figura 12: Construção do pilar central. Fonte: Programa Cisternas.



Figura 13: Reboco da parte externa. Fonte: Programa Cisternas.



Figura 14: Execução de reboco da parte interna. Fonte: Diaconia.



Figura 15: Colocação das vigas para o teto do reservatório. Fonte: Diaconia.



Figura 16: Colocação das placas para o teto do reservatório. Fonte: Diaconia



Figura 17: Reboco do teto da cisterna. Fonte: Programa Cisternas



Figura 18: Construção do muro do calçadão de captação. Fonte: Diaconia.



Figura 19: Construção do piso cimentado do calçadão. Fonte: Diaconia.



Figura 20: Construção do decantador. Fonte: Diaconia.



Figura 21: Cisterna Tipo Calçada finalizada. Fonte: Diaconia.

Vale citar a importância que os moradores e proprietários das cisternas implantadas precisam ter para evitar qualquer tipo de prejuízo proveniente da falta de manutenção do sistema cisterna calçadão e também para não comprometer a qualidade da água. Segundo a ASA (Articulação no Semiárido), alguns dos cuidados básicos para manter a cisterna calçadão são: manter a cisterna sempre fechada, lavar a cisterna todos os anos antes do inverno com cal e água sanitária, pintar a cisterna sempre com cal antes de iniciar o período chuvoso, fazer reparos imediatos sempre que aparecerem fissuras ou rachaduras ^[16].

A área do calçadão dependerá da variabilidade pluviométrica da região e da demanda a qual deseja-se atender, no entanto sabe-se que para o regime de precipitação não existe padrão definido e o processo de formação das mesmas são totalmente aleatórios, isto estabelece uma dificuldade básica no planejamento das atividades humanas vinculadas à este processo.

“Diante disso, desde o instante que o ser humano buscou planejar seus empreendimentos ele se preocupou em estabelecer instrumentos para o tratamento da aleatoriedade, daí surge à necessidade do estudo da teoria das probabilidades e estatística” ^[17]. Ou seja, os dados observados de um determinado processo hidrológico devem ser reunidos em uma amostra, esta amostra deve ser submetida à análise estatística visando à definição de probabilidade de certos eventos.

Sabendo que a área do calçadão necessária para o atendimento da demanda será em função da probabilidade de ocorrência da precipitação local, pois tem-se que quanto maior o índice pluviométrico, menor será a área de captação (calçadão) e conseqüentemente menor será o custo para a construção deste calçadão. Por outro lado, sabe-se que as chuvas intensas são menos frequentes, ou seja, possuem baixa probabilidade. Trata-se, portanto, de um dilema entre o custo de implantação da cisterna e a probabilidade de uma chuva ocorrer (leia-se probabilidade da demanda ser atendida).

Assim, vê-se a necessidade de estimar o valor de implantação da cisterna tipo calçadão para diferentes áreas de captação, ou seja, do calçadão, com intento de mostrar o quanto usuário da cisterna pode pagar a mais (na construção) de maneira que garanta uma segurança no atendimento à demanda.

3. METODOLOGIA

Segue abaixo um fluxograma que demonstra de forma objetiva todas as etapas necessárias para atingir o objetivo final deste trabalho (figura 22), sendo esta ferramenta utilizada para representação esquemática dos processos realizados no desenvolvimento da pesquisa, incluindo desde a coleta de dados hidrológicos da região abordada até a última etapa que envolve a elaboração do orçamento necessário para a implantação da cisterna tipo calçadão no quintal dos moradores. Pode-se observar que nele estão presentes todos os modelos adotados para a realização do dimensionamento tanto do reservatório como do calçadão de captação e as curvas obtidas através da utilização dos mesmos.

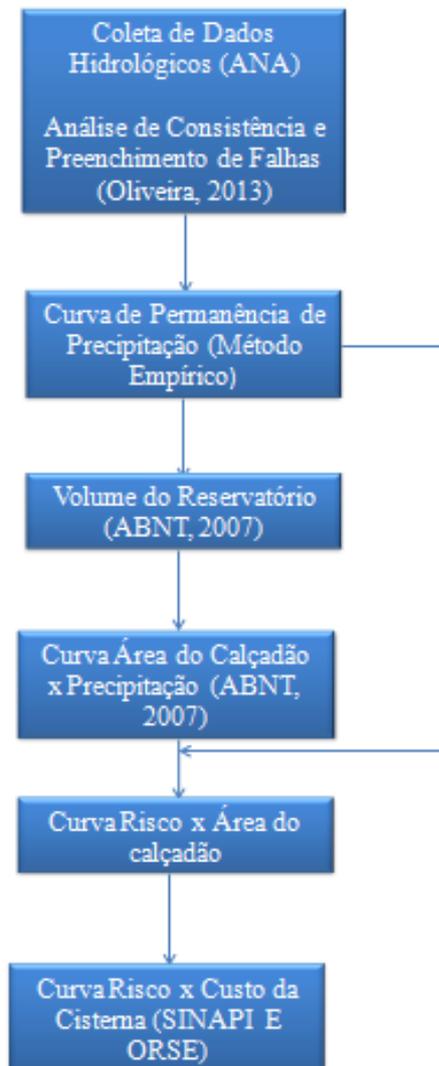


Figura 22: Fluxograma ilustrando a metodologia do trabalho.

Fonte:\Elaborado pela autora

3.1 Área de Estudo

O município brasileiro de Delmiro Gouveia está localizado no extremo oeste do estado nordestino de Alagoas, fazendo fronteira com os estados da Bahia, Sergipe e Pernambuco, conforme pode ser visto na figura 23. Encontra-se em uma região caracterizada pelo clima semi-árido, apresenta precipitação anual média em torno de 500 mm. Segundo o Censo 2010 realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) a cidade possui uma população estimada em 51349 habitantes e área da unidade territorial igual a 607,813 km² [18].

Apresenta beleza natural peculiar por abranger parte do Cânion do São Francisco, possuindo vários pontos de atrações turísticos como pode-se citar o Riacho do Talhado, a Usina Angiquinho, Praia Marina do Talhado, Praia Porto da Barra, Praia do Caixão entre outros, sendo a cidade considerada como uma das mais desenvolvidas do interior alagoano. Como principais fontes econômicas estão a indústria têxtil, comércio, agricultura e gado [19].

Mesmo sendo banhada pelo Rio São Francisco que é considerado um fato de grande importância social, econômica e cultural o município Delmiro Gouveia sofre, assim como todos os outros presentes na região do Polígono das Secas, com os períodos de falta de chuva na região, prejudicando algumas das principais atividades geradoras de renda da cidade como citadas anteriormente: agricultura e criação de gado, afetando diretamente na qualidade de vida da população rural do município.

Fica claro desta forma, a importância da implantação de cisternas tipo calçadão para garantir a produção de alimentos e criação de pequenos animais, contribuindo não só para a sobrevivência das famílias, mas também para comercialização do excedente, sendo uma ferramenta importante para manutenção da economia da cidade.

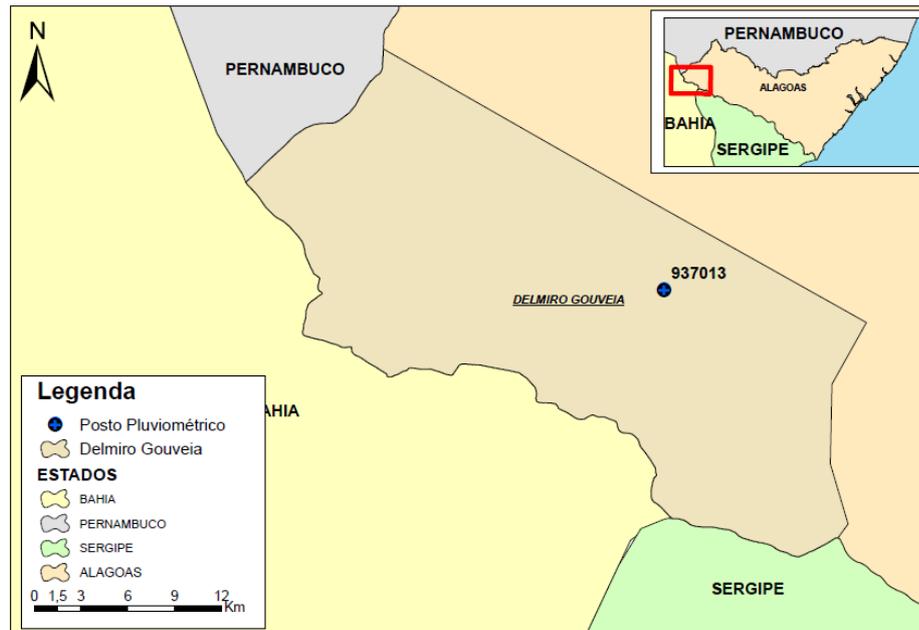


Figura 23: Localização do posto pluviométrico Delmiro Gouveia (00937013) no município de Delmiro Gouveia.

Fonte: Oliveira, 2014.

3.2 Coleta de dados Pluviométricos

Essa etapa inicia-se com a coleta de dados no portal hidroWeb do ANA (Agência Nacional de Águas) onde foi analisada a série histórica do posto pluviométrico de Delmiro Gouveia (00937013), que se localiza no interior do município de mesmo nome, conforme pode ser visto pela Figura 23. As informações coletadas referem-se a dados diários de precipitação entre os anos de 1936 e 2006 totalizando 70 anos, permitindo assim a caracterização da variabilidade pluviométrica do município, que serve como base para o desenvolvimento das informações necessárias para o dimensionamento da área do calçadão de captação da cisterna calçadão.

3.3 Avaliação dos principais padrões da variabilidade da chuva

Para isto foi construída a curva de permanência que indica a relação existente entre as precipitações e a frequência com que esta pode ser igualada ou superada, podendo os valores das precipitações serem coletados diariamente, mensalmente ou anualmente. Como estes valores são variáveis aleatórias contínuas o cálculo da probabilidade de ocorrência das mesmas é realizado através do método empírico dado pela seguinte expressão 1 :

$$P = \frac{I}{N + 1} \quad (1)$$

Onde:

P = probabilidade de ocorrer ou exceder um determinado valor de precipitação;

I = Ordem da precipitação;

N = Número de observações;

Para calcular a ordem da precipitação é necessário colocar a série de valores em ordem decrescente, de forma geral pode-se construir uma curva de permanência utilizando-se qualquer variável aleatória, logo esse tipo de curva pode ser utilizado para vários tipos de problemas envolvendo recursos hídricos.

A partir da curva de permanência pode se encontrar a curva do risco, representando como o próprio nome sugere, o risco de determinado evento ocorrer ou não, podendo este valor ser obtido através da equação 2^[20]:

$$R = 100 - P \quad (2)$$

3.4 Dimensionamento do Reservatório

O dimensionamento do volume da cisterna é realizado segundo a NBR 15527 (ABNT, 2007) com base em critérios técnicos, econômicos e ambientais, levando em conta as boas práticas da engenharia. Neste trabalho optou-se pela escolha do Método do Maior Período de Estiagem, que funciona de acordo com a seguinte equação 3^[21].

$$V = NxD \quad (3)$$

Onde:

V = Volume do reservatório em L

N = Número máximo de dias consecutivos sem chuva, ou seja, dias com precipitação inferior a 1 mm.

D = Demanda diária para chuva (L/dia).

3.5 Dimensionamento da Área do Calçadão

De acordo com o volume da cisterna e também do valor médio de precipitação anual da cidade, é realizado o dimensionamento da área necessária para o calçadão que receberá a

precipitação através da equação 4. Essa área será calculada também de acordo com um dos métodos de dimensionamento para reservatório de água pluvial proposto pela NBR 15527 (ABNT, 2007, p.7).

$$V = 0,042xPxAxT \quad (4)$$

Onde,

P= Precipitação média anual em mm

A= Área de captação em m²

T= Quantidade de meses de pouca chuva ou seca

Neste trabalho, este método será modificado, pois será levado em consideração a probabilidade de ocorrência da precipitação, assim foram testados diferentes valores de precipitação e encontradas as suas respectivas áreas, logo encontra-se uma curva que representa a relação entre a precipitação e a área de captação.

A quantidade de meses de pouca chuva ou seca é calculada tendo como base os dados obtidos sobre a distribuição mensal de chuvas durante um ano em Delmiro Gouveia.

3.6 Relação da Área do Calçadão *versus* Probabilidade ou Risco

Em seguida, combinando-se a curva de probabilidade (permanência) da precipitação com a curva que relaciona precipitação e área de captação da cisterna calçadão (equação 4), logo, chega-se a uma curva que representa área necessária para atender a demanda em função da probabilidade de ocorrência de um evento hidrológico.

3.7 Estimativas dos custos de Implantação da Cisterna Tipo Calçadão

Para complementar o trabalho foi realizado o orçamento baseado no SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos) e ORSE (Orçamento de Obras de Sergipe); e posteriormente ajustado para o mês de referência pelo Índice Nacional da Construção Civil (INCC), tornando possível a construção de uma curva relacionando custo da cisterna *versus* risco ou probabilidade, permitindo desta forma obter uma melhor noção sobre o quanto o valor do

investimento na área do calçadão pode diminuir ou aumentar o risco do mesmo atender à necessidade de disponibilidade de água para os proprietários da cisterna.

Vale ressaltar que para estimar o cálculo do custo do projeto, o valor da mão de obra auxiliar foi retirado para baratear o valor da implantação da cisterna tipo calçadão, permanecendo apenas a mão de obra do pedreiro, já que esta precisa ser qualificada para execução dos demais serviços. A retirada da mão de obra auxiliar foi realizada através da utilização de tabelas de composição de custos.

4. RESULTADOS OBTIDOS

Analisando os dados pluviométricos diários coletados na estação ANA 00937013 entre os anos 1936 e 2006, e após a realização do preenchimento de falha e análise de consistência mensais realizada por (OLIVEIRA,2014)^[22], foi possível acumular o dados para valores anuais. Deste modo, utilizando a equação 1 tem-se a curva de permanência de precipitação anual do município de Delmiro Gouveia-AL, conforme gráfico 1.

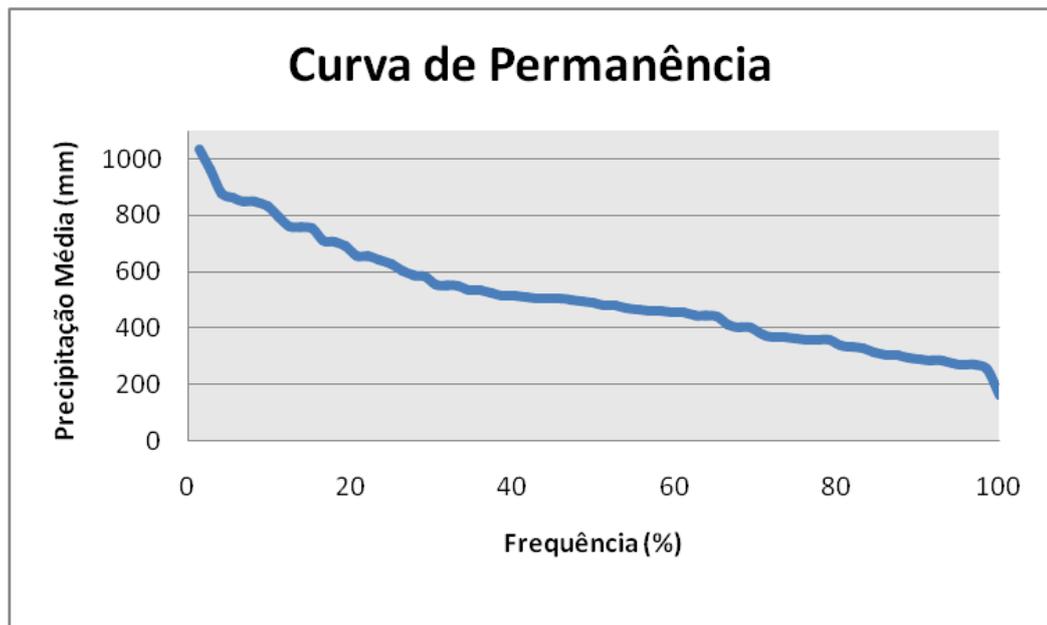


Gráfico 1: Curva de Permanência das Precipitações em Delmiro Gouveia – AL

Pode-se observar na curva que a probabilidade de uma precipitação de 200 mm ser igualada ou superada é de praticamente 100%, já uma precipitação de 1000 mm tem chance quase nula de ser igualada ou superada. Sobre o valor de precipitação médio da cidade que é 510,57 mm verifica-se que apresenta uma probabilidade de aproximadamente 41,66% de chance de ser igualada ou superada, indicando que se a cisterna for dimensionada nos moldes que preza a ABNT teríamos um risco de não atendimento da demanda de 58,33 %.

Para dimensionar a cisterna, considerou-se uma situação hipotética que consiste numa criação de animais (10 bovinos, 14 caprinos e 31 aves) e considerando o consumo per capita adotado de acordo com o tipo de espécie de animal ^[23], conforme pode ser visto na tabela 1. A demanda diária encontrada foi de 700 L/dia.

Espécie	Consumo per Capita (L/cabeça/dia)	Quantidade de Cabeça	Demanda (L/dia)
Bovinos	55,00	10	550,00
Caprinos	10,00	14	140,00
Aves	0,32	31	9,92
Total	-	-	699,92

Tabela 1: Situação hipotética utilizada para cálculo da demanda diária de água. Fonte: Autor.

O número máximo de dias consecutivos sem chuva foi obtido analisando os dados pluviométricos do posto Delmiro Gouveia, com número de série histórica 00937013, localizado no município de mesmo nome. Em relação aos anos que apresentavam falhas diárias, estes foram desprezados para a realização dos cálculos. Dessa forma, foi encontrado um valor médio de 70 dias consecutivos sem chuva, assim, utilizando a equação 3, tem-se que o volume necessário para uma cisterna localizada na zona rural de Delmiro Gouveia é igual a 49 m³.

Para encontrar a curva de Área x Precipitação foi utilizada a equação 4, onde a quantidade de meses com pouca chuva ou de seca durante o ano foi considerada igual a 7 meses, se estendendo desde o mês de agosto até fevereiro conforme é possível observar no gráfico 2, que apresenta as precipitações médias mensais de Delmiro Gouveia no período estudado. Adotando-se como meses mais secos aqueles que apresentam valor de precipitação menor que 50 mm.

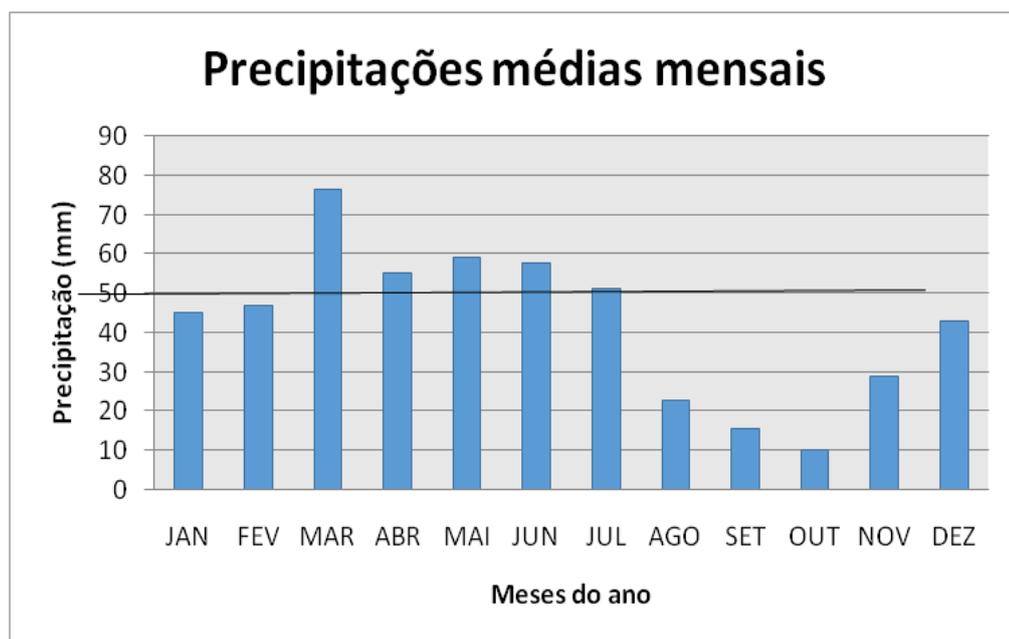


Gráfico 2: Meses mais secos durante um ano em Delmiro Gouveia.

Deste modo, é possível construir a curva que representa a área do calçadão responsável por captar o volume de água proveniente das chuvas correspondente a diferentes valores de precipitações médias que será suficiente para garantir o abastecimento desta família evitando prejuízos financeiros. Pode-se ver a curva citada no gráfico 3.

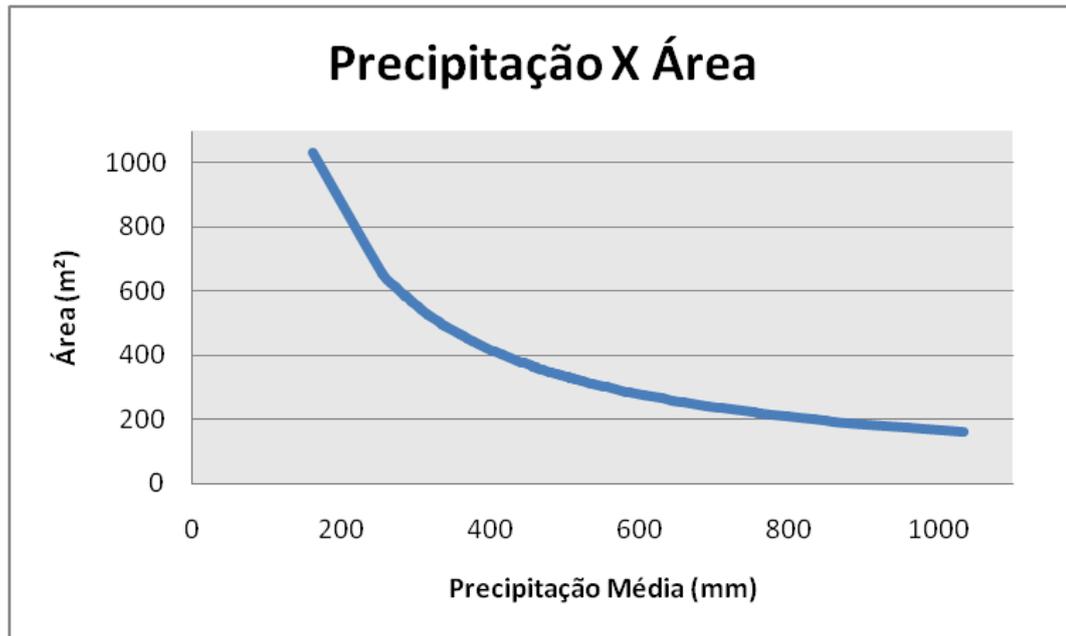


Gráfico 3: Curva área do calçadão *versus* precipitação média anual.

Pode-se observar que quanto maior a quantidade de precipitação menor será a área necessária para a construção do calçadão, fato este que é importante na realização do dimensionamento do sistema de armazenamento como um todo, evitando situações indesejadas como, por exemplo, construir um calçadão que não atenda à demanda de água necessária para armazenar na cisterna ou até mesmo construir um calçadão com área muito grande, acarretando custos desnecessários para o proprietário.

De acordo com a curva traçada para uma precipitação média anual de 1000 mm será necessária uma área igual a aproximadamente 200 m², já para 200 mm/ano de precipitação é necessário um calçadão com área igual a 1.000 m², ou seja, uma área relativamente grande que acrescentará um valor de execução bem maior em relação à primeira situação. Para 510,57 mm/ano que é a média anual para Delmiro Gouveia tem-se que a área necessária para a construção do calçadão está próxima a 326,79 m².

Analisando essas situações percebe-se a importância da realização desse estudo para que o investimento realizado alcance os objetivos esperados para as famílias beneficiadas com

a implantação das cisternas tipo calçadão, através do dimensionamento correto de acordo com as variações pluviométricas da região escolhida.

Em relação ao risco, foram associadas as curvas dos gráficos 1 e 3 e utilizou-se a equação 2 de maneira que seja relacionada a área do calçadão com risco de falha no abastecimento de água para a família utilizada nesta situação. Assim, o gráfico 4 traz a curva *Área versus Risco*.

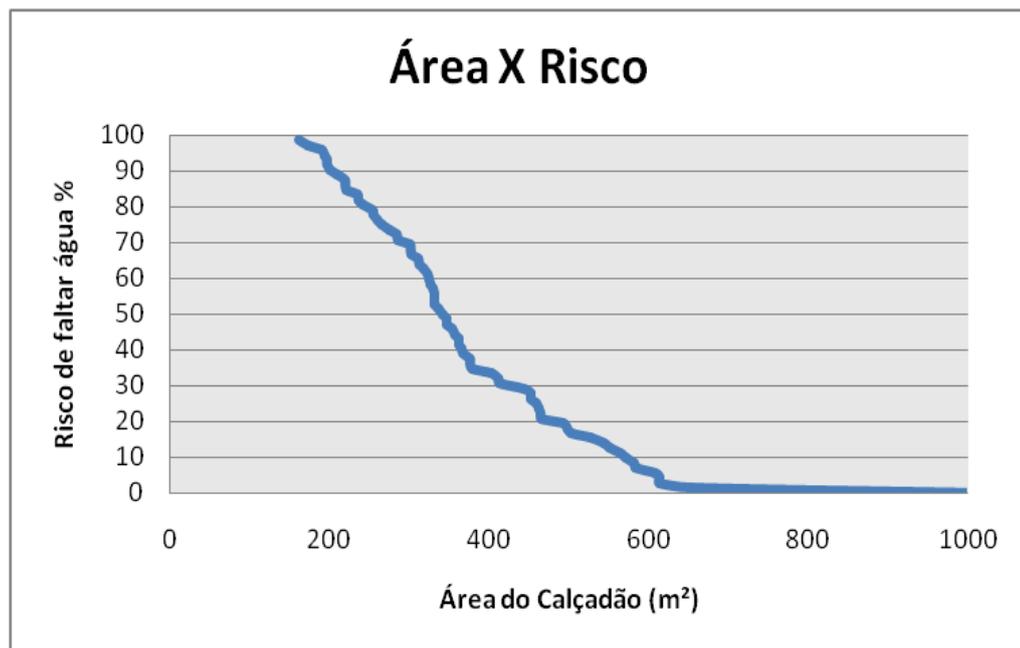


Gráfico 4: Curva área do calçadão que deve ser construída e o risco de faltar água na cisterna.

A partir do gráfico 4 vê-se que quanto maior a área do calçadão que receberá diretamente a precipitação menor será o risco de que falte água para os habitantes proprietários da cisterna. Logo, apesar do aumento da área acarretar custos maiores, será um investimento que beneficiará os usuários do sistema, uma vez que o abastecimento de água será garantido de forma eficiente e segura, buscando eliminar os riscos trazidos pelos longos períodos de escassez.

De acordo com a curva para uma área de calçadão maior que 600 m² o risco da cisterna calçadão não garantir o abastecimento é praticamente nulo, no entanto, quando a área diminui o risco aumenta, chegando-se ao limite de 100% de falha para área de 200 m². Percebe-se que se for considerada uma área de 326,79 m² (área correspondente a precipitação média anual de Delmiro Gouveia) há o risco de não abastecimento de 58,33%, logo, mostra-se que o dimensionamento, adotado atualmente, das cisternas calçadão pode apresentar altos índices de falhas, por levar em consideração apenas valores médios de precipitação, portanto

introduz-se aqui a ideia do dimensionamento levando em consideração a probabilidade de ocorrência de uma chuva, conseqüentemente de uma demanda ser suprida.

Por fim, obtém-se o custo da construção da cisterna para os diferentes valores de área do calçadão, assim foi realizado o orçamento de todos os elementos deste tipo de cisterna (reservatório, decantador e calçadão), lembrando que os valores associados ao reservatório e o decantador são constantes para qualquer que seja o valor da precipitação analisada (ou risco), na verdade o que deve variar é apenas o custo da implantação do calçadão.

Logo, foram levantadas todas as etapas necessárias para a implantação desta cisterna, quantificados os materiais (tabela 02) e encontrados valores unitários a partir das tabelas SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos) e ORSE (Orçamento de Obras de Sergipe); e posteriormente ajustado, para o mês de referência, pelo Índice Nacional da Construção Civil (INCC), retirando-se o valor correspondente à mão-de-obra auxiliar, permanecendo apenas a mão-de-obra do pedreiro, pois sabe-se que a cisterna é construída com o auxílio da mão-de-obra dos próprios moradores. É importante lembrar que o quantitativo associado ao calçadão varia em função do risco adotado, assim teremos diferentes valores da cisterna para diferentes riscos, conforme a gráfico 5.

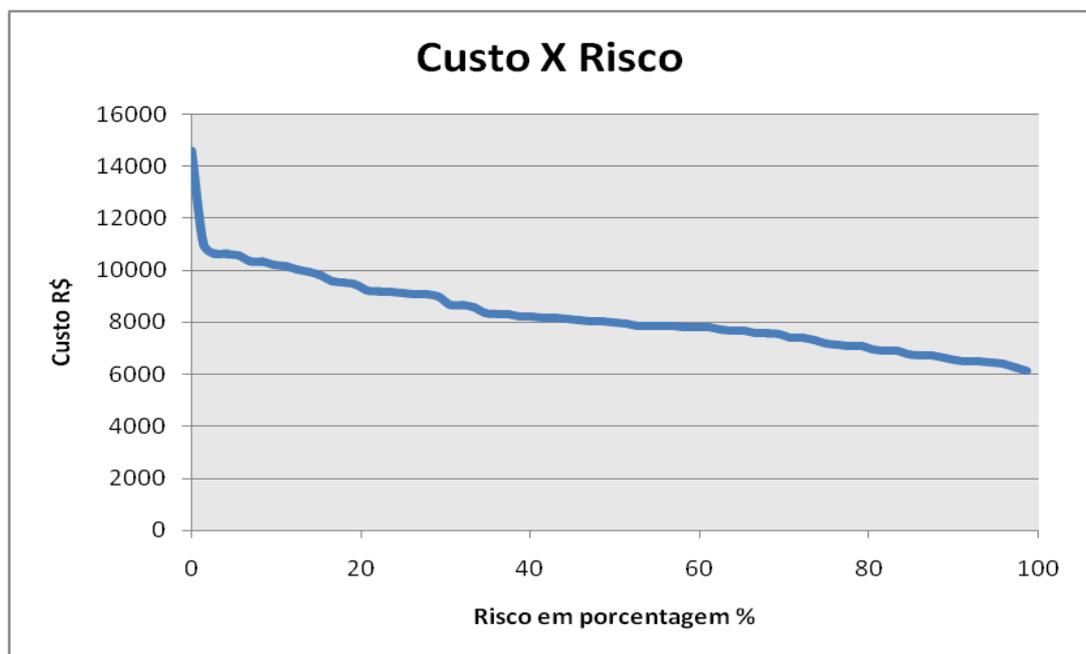


Gráfico 5: Curva relacionando o custo para a implantação da cisterna com o risco de faltar água.

Tem-se que para o investimento no valor em torno de R\$ 6122,75 o risco para que a área adotada para a construção do calçadão não atenda à demanda de água necessária para abastecer a propriedade rural em estudo é praticamente 100%, logo, apesar do custo ser mais

baixo, pelo alto risco de não se atingir o objetivo da construção da cisterna tipo calçadão as dimensões adotadas para o calçadão seriam inviáveis.

Ainda analisando o gráfico 5, vemos que para uma cisterna calçadão que custará na faixa de R\$ 14617,9 o risco da mesma não atender às suas finalidades básicas é quase nulo, diante dos valores de precipitação já observados na região. Logo, vê-se que para diminuir os índices de risco é viável investir a mais (mais que o dobro em relação ao valor correspondente aos adotados hoje) no projeto para que sua eficiência seja garantida.

Vale ressaltar que a declividade da curva entre os intervalos de risco variando de 30% a 80% não é muito acentuada, o que implica dizer que não é necessário fazer altos investimentos incrementais para diminuir o risco de falha do projeto. Observa-se que neste trecho da curva, a diminuição de 10% do risco deve dispendir apenas R\$ 400,00 a mais para a construção da cisterna. Levando-se em consideração que a vida útil de uma cisterna é de 30 anos, então a cada R\$ 400,00 investido a mais tem-se atendimento integral da demanda de mais 3 anos.

Para o risco de 58,33% (risco calculado para a área necessária para a construção do calçadão em Delmiro Gouveia baseado na média pluviométrica da região) pela curva observamos que será necessário fazer um investimento em torno de R\$ 7825,44. Se, por exemplo, for diminuído este risco para apenas 30%, teríamos um valor necessário para a construção desse calçadão na zona rural do município de Delmiro Gouveia em torno de R\$ 8.680,64.

ITENS	FORTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UND
1	RESERVATÓRIO			
1.1	SINAPI	79517/001	Escavação manual em solo - prof até 1,5 m	m ³
1.2	ORSE	01327	Lona Plástica Preta, cor preta, espessura 150 micras	m ²
1.3	SINAPI	00014041	Fundo do Reservatório/Concreto usinado convencional (não bombeável) classe re resistência C10, com brita 1 e 2, slump= 80mm +/- 10mm (NBR 8953)	m ³
1.4	ORSE	02172	Placas Moldadas in Loco para as paredes (50X60X5)/ Piso cimentado desempolado traço 1:5, e = 3 cm	m ²
1.5	SINAPI	00001355	Forma para as placas das paredes/ Chapa de madeira compensada resinada para forma de concreto, de *2,2X1,1m, espessura 14mm	m ²
1.6	SINAPI	00009836	Extravador (tubo de 100 mm)/ Tubo PVC série normal - esgoto predial DN 100 mm - NBR 5688	m
1.7	SINAPI	74106/001	Impermeabilização de estruturas enterradas, com tinta asfáltica, duas demãos	m ²
1.8	SINAPI	75481	Reboco Argamassa traço 1:2 (cal e areia fina peneirada), espessura 0,5cm, preparo manual da argamassa (externo)	m ²
1.9	ORSE	10428	Tela aço soldada nervurada CA-60, malha 15x15cm, ferro 4.2mm, painel 2x3m, (1,50kg/m ²), Malha Pop Reforçada Gerdau ou similar	m ²
1.10	SINAPI	00009881	(Coluna)Tubo PVC tipo leve pbl DN 150mm	m
1.11	SINAPI	00014041	(Coluna) Concreto usinado convencional (não bombeável) classe re resistência C10, com brita 1 e 2, slump= 80mm +/- 10mm (NBR 8953)	m ³
1.12	ORSE	00081	Armação (coluna)/ Aço ca-50 6,3 a 12,5 mm	kg
1.13	SINAPI	14439	Peça de madeira roliça, sem tratamento (eucalipto ou regional equivalente) D= 8 a 11 cm, para escoramento h=6m	m
1.14	SINAPI	00014041	(Coroa central) Concreto usinado convencional (não bombeável) classe re resistência C10, com brita 1 e 2, slump= 80mm +/- 10mm (NBR 8953)	m ³

Tabela 2 – Serviços Levantados Para Construção da Cisterna

2 TAMPA				
2.1	SINAPI	79334/001	Pintura à base de cal e fixador a base de cola, duas demãos	m ²
2.2	ORSE	02172	Placas Moldadas in Loco para o teto/Piso cimentado desempolado traço 1:5, e = 3 cm	m ²
2.3	SINAPI	14041	Vigas de Concreto Armado 0,08x0,08x4 m/Concreto usinado convencional (não bombeável) classe re resistência C10, com brita 1 e 2, slump= 80mm +/- 10mm (NBR 8953)	m ³
2.4	SINAPI	00001355	Forma para as placas das paredes/ Chapa de madeira compensada resinada para forma de concreto, de *2,2X1,1m, espessura 14mm	m ²
2.5	SINAPI	75481	Reboco Argamassa traço 1:2 (cal e areia fina peneirada), espessura 0,5cm, preparo manual da argamassa(externo)	m ²
2.6	ORSE	00081	Armação (viga)/ Aço ca-50 6,3 a 12,5 mm	kg
2.7	SINAPI	00038139	Tampa /Chapa da Aço Galvanizado lisa e=5mm (numero 26)	m ²
3 CALÇADÃO				
3.1	SINAPI	00014041	Fundo do calçadão/Concreto usinado convencional (não bombeável) classe re resistência C10, com brita 1 e 2, slump= 80mm +/- 10mm (NBR 8953)	m ³
3.2	SINAPI	74106/001	Impermeabilização de estruturas enterradas, com tinta asfáltica, duas demãos	m ²
3.3	SINAPI	73935/002	ALVENARIA EM TIJOLO CERAMICO FURADO 9X19X19CM, 1 VEZ (ESPESSURA 19 CM), ASSENTADO EM ARGAMASSA TRACO 1:4 (CIMENTO E AREIA MEDIA NAO PENEIRADA), PREPARO MANUAL, JUNTA1 CM	m ²
3.4	SINAPI	75481	Reboco Argamassa traço 1:2 (cal e areia fina peneirada), espessura 0,5cm, preparo manual da argamassa(externo)	m ²
3.5	SINAPI	79334/001	Pintura à base de cal e fixador a base de cola, duas demãos	m ²
3.6	SINAPI	00003670	Junta dilatação plástica p/piso h=10mm e e=4mm	m
4 DECANTADOR				
4.1	SINAPI	00009836	Tubo PVC série normal - esgoto predial DN 100 mm - NBR 5688	m
4.2	ORSE	01223	Joelho 90° pvc rigido sold. sanitario, d= 100mm	Unid
4.3	SINAPI	00009868	Tubo de PVC, soldável, DN 25 mm - Água Fria (NBR 5648)	m
4.4	SINAPI	73935/002	ALVENARIA EM TIJOLO CERAMICO FURADO 9X19X19CM, 1 VEZ (ESPESSURA 19 CM), ASSENTADO EM ARGAMASSA TRACO 1:4 (CIMENTO E AREIA MEDIA NAO PENEIRADA), PREPARO MANUAL, JUNTA1 CM	m ²
4.5	SINAPI	75481	Reboco Argamassa traço 1:2 (cal e areia fina peneirada), espessura 0,5cm, preparo manual da argamassa(externo)	m ²
4.6	ORSE	02758	Tela de nylon, fio 30-36 (3,6mm), malha 10x10cm	m ²

Tabela 2 – Serviços Levantados Para Construção da Cisterna (Continuação)

5. CONCLUSÕES

O sistema de coleta e armazenamento de água das chuvas estudado beneficiará as famílias moradoras do município de Delmiro Gouveia-AL de diversas formas. Entre elas pode-se citar o próprio abastecimento que será garantido de forma permanente, buscando eliminar os impactos da falta de água durante os longos períodos de estiagem, sofridos de forma acentuada pelos habitantes da zona rural do município, ganhos econômicos devido ao fato da água armazenada ser utilizada para fins não potáveis, possibilitando que a família tenha despesas apenas com água para consumo próprio, sem contar o fato de que a utilização de água das chuvas para estes fins é uma das formas mais viáveis economicamente entre as medidas adotadas para soluções alternativas para armazenamento de água.

Além disso, a garantia de abastecimento permanente mesmo durante a escassez permite que famílias de agricultores comercializem os produtos excedentes cultivados nos seus próprios terrenos, sendo uma importante fonte de renda para os proprietários da cisterna, contribuindo desta forma para o desenvolvimento econômico da região que, como já citado, é baseado na agricultura e criação de gado, sem contar o fato de que situações desagradáveis como ter que percorrer grandes distâncias para conseguir água de má qualidade seriam evitadas, aumentando a qualidade de vida desses cidadãos rurais.

No entanto, para que a Cisterna tipo Calçadão funcione da maneira esperada percebe-se que estudos sobre dados hidrológicos que caracterizem a região são de extrema importância, pois as dimensões do projeto necessárias para abastecer uma família moradora de uma região com precipitação média anual de 500 mm serão obviamente diferentes das dimensões necessárias para uma cisterna localizada em uma região com precipitação média anual de 800 mm. Analisando esta situação, percebe-se que a padronização da construção de calçadões e cisternas com mesma área e volume respectivamente para diferentes localidades do semiárido podem ser aperfeiçoadas.

Logo, a área do calçadão de captação varia de acordo com a variabilidade pluviométrica anual, devem-se analisar os riscos que essa área apresenta para suprir ou não a demanda de água, sendo possível, através desta análise, perceber se a área do calçadão deve ser ou não alterada para seus determinados fins. É bom sempre salientar que se o risco para determinada área do calçadão for muito alto, fazer um investimento maior no projeto será a melhor solução para aumentar a probabilidade de eficácia do mesmo e garantir a satisfação dos proprietários da cisterna.

Em relação ao orçamento realizado, é de fundamental importância, fornecer a estimativa de custos aos proprietários da cisterna para que possam fazer o investimento necessário de forma correta para a implantação do projeto em suas propriedades rurais. Como o orçamento foi feito para diversas áreas de calçada, facilita também a implantação da cisterna tipo calçada nas mais diversas regiões de diferentes condições hidrológicas.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ARAÚJO, Magnólia F. F. de; SILVEIRA, Mariana L. da. **Popularização da ciência por meio de ações desenvolvidas na rede pública de ensino do rio Grande do Norte, Brasil.** Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0347-2.pdf>> Acesso em 04 de outubro de 2014.
- [2] BLOG SAKAMOTO. **O problema da seca no Nordeste não é falta de água.** Disponível em <<http://blogdosakamoto.blogosfera.uol.com.br/2012/04/23/o-problema-da-seca-no-nordeste-nao-e-falta-de-agua/>> Acesso em 03/10/2014.
- [3] ASA BRASIL. **Cisterna-Calçadão.** Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD_MENU=5626&WORDKEY=Cisterna-Cal+ad-o> Acesso em 04 de outubro de 2014.
- [4] ÁGUA: CONHECER E ENTENDER PARA PRESERVAR. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1901-8.pdf>> Acesso em 07 de Dezembro de 2014.
- [5] TODA MATERIA. **Seca no nordeste.** Disponível em: <<http://www.todamateria.com.br/seca-no-nordeste/>> Acesso em 08 de Dezembro de 2014.
- [6] PORTAL DA EXTENSÃO-UFAL. **Aproveitamento Das Águas Pluviais.** Disponível em <<http://portaldeextensao.wikidot.com/aproveitamento-das-aguas-pluviais>> Acesso em 01 de Dezembro de 2014
- [7] ASA. **Tecnologias Sociais Para Convivência Com o Semiárido: Série Estocagem de Água para Produção de Alimentos.** Tanque de Pedra. 4. Ed.Recife, 2013.
- [8] ASA. **Tecnologias Sociais Para Convivência Com o Semiárido: Série Estocagem de Água para Produção de Alimentos.** Barreiro-trincheira. 5. Ed.Recife, 2014.
- [9] ASA. **Tecnologias Sociais Para Convivência Com o Semiárido: Série Estocagem de Água para Produção de Alimentos.** Bomba d'água popular. 3. Ed.Recife, 2013.
- [10] ASA. **Tecnologias Sociais Para Convivência Com o Semiárido: Série Estocagem de Água para Produção de Alimentos.** Cisterna-enxurrada. 3. Ed.Recife, 2013.

[11] TOMAZ, Plinio. **Aproveitamento de água de chuva de cobertura em área urbana para fins não potáveis**, 2014. Disponível em:

<http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro%20Agua%20pague%20menos/livro_pague_menos/novo_120214/Capitulo%2003-Aproveitamento%20de%20C3%A1gua%20de%20chuva.pdf> Acesso em 01/12/2014

[12] VASCONCELOS, Leonardo Ferreira de; FERREIRA, Osmar Mendes. **Captação de água de chuva para uso domiciliar:**

Estudo de caso. Disponível em:

<<http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/CAPTA%C3%87%C3%83O%20DE%20C3%81GUA%20DE%20CHUVA%20PARA%20USO%20DOMICILIA R.pdf>> Acesso dia em 08 de Dezembro de 2014.

[13] GNADLINGER, João. **Apresentação Técnica de Diferentes Tipos de Cisternas, Construídas em Comunidades Rurais do Semi-árido Brasileiro.** Disponível em:

<http://www6.univali.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=469>, Acesso em 23 de Dezembro de 2014.

[14] DIACONIA. **Convivendo com o semi-árido: Cisterna Calçadão 52000 litros, Série Compartilhando Experiências.** Recife, 2008.

[15] ASA. **Tecnologias Sociais Para Convivência Com o Semiárido: Série Estocagem de Água para Produção de Alimentos.** Cisterna Calçadão. 9. Ed. Recife, 2014.

[16] BRITO, Luiza et al. **Cisternas Domiciliares: Água para consumo humano.** Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/36536/1/OPB1517.pdf>> Acesso em 23 de Dezembro de 2014

[17] LANNA, Antonio Eduardo. **Elementos de Estatística e Probabilidade.** Pag 1-98.

[18] IBGE. Disponível em:

<<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=270240&search=||info%20grafico%20informa%20F5es-completas>> Acesso em 08 de Dezembro de 2014.

[19] A-BRASIL. **Delmiro Gouveia.** Disponível em: <<http://www.a-brasil.com/delmirogouveia/>> Acesso em 08 de Dezembro de 2014.

[20] Notas de Aula de Hidrologia. Professor Thiago Alberto Pereira. Universidade Federal de Alagoas – Campus Sertão.

[21] COHIM, Eduardo ET.al. (2008). **CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA: Dimensionamento de Reservatórios**. In: IX Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Salvador, Bahia, Brasil.

[22] OLIVEIRA, Alex; PEREIRA, Thiago. **Características Temporais e Espaciais da Precipitação do Município de Delmiro Gouveia**. 2014

[23] EMPRAPA. **Estimativa de demanda de água**. 2005.