



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO CAMPUS CARAÚBAS
CURSO CIÊNCIA E TECNOLOGIA

LAYON ACADIAS ALVES BASILIO PADRE

**AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM
SISTEMA DE COLETA DE ÁGUAS PLUVIAIS NA UFERSA-CAMPUS CARAÚBAS**

CARAÚBAS - RN

2015

LAYON ACADIAS ALVES BASILIO PADRE

**AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM
SISTEMA DE COLETA DE ÁGUAS PLUVIAIS NA UFERSA-CAMPUS CARAUBAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
(UFERSA), como exigência final para
obtenção do título de graduação em Ciência e
Tecnologia.

Orientador: Cibele Gouveia Costa Chianca -
UFERSA

Coorientador: Andre Moreira de Oliveira -
UFERSA

CARAÚBAS - RN

2015

© Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Campus Caraúbas (BCC)
Setor de Informação e Referência

P123a Padre, Layon Acadias Alves Basilio.

Avaliação técnica e econômica da implantação de um sistema de coleta de águas pluviais na UFERSA – Campus Caraúbas/ Layon Acadias Alves Basilio -- Caraúbas, 2015. 46f.: il.

Orientador: Prof. Me. Cibele Gouveia Costa Chianca

Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

1. Águas pluviais. 2. Sistema de captação - chuva. 3. Reservatório - água. I. Título.

RN/Ufersa/BCC

CDD: 628.21

Bibliotecário: Eugênio Pacelli Ferreira da Costa
CRB-15/658

LAYON ACADIAS ALVES BASILIO PADRE

**AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM
SISTEMA DE COLETA DE ÁGUAS PLUVIAIS NA UFERSA-CAMPUS CARAUBAS**

Trabalho de conclusão de curso (TCC)
apresentado à Universidade Federal Rural do
Semi-Árido (UFERSA), como exigência final
para obtenção do título de graduação em
Ciência e Tecnologia.

APROVADO EM 28/01/2015

BANCA EXAMINADORA


Me. Cibele Gouveia Costa Chianca
Presidente


Me. André Moreira de Oliveira
Membro


Dra. Edna Lucia da Rocha Linhares
Membro

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida, saúde e por me dar força nos momentos de fraqueza e tornar possível essa grande conquista na minha vida.

À minha mãe Rubia Alves Basílio, mulher guerreira que mesmo com todas as adversidades nunca desistiu de ver seu filho formado, pelo exemplo de pessoa que ela é pra mim, por tudo que me ensinou, sendo sempre meu alicerce.

Ao meu Avô que mesmo não estando mais entre nós sempre vai ser minha inspiração de ser humano.

À minha orientadora Cibele Gouveia Costa Chianca por toda dedicação, atenção, incentivo, ensinamentos, e por ser a grande colaboradora de uma das fases mais importantes da minha vida á minha primeira formação.

Ao meu amigo e coorientador André Moreira pelo incentivo na realização deste trabalho.

À minha namorada Fernanda Fernandes por toda compreensão, incentivo, amor e apoio nos momentos difíceis dessa caminhada, você sabe o quanto é importante na minha vida.

À minha irmã Layane Acadias por servir de inspiração para que possa me tornar uma pessoa em que ela possa se espelhar sempre, essa conquista também é sua.

Ao meu Pai Jose Marcos Padre pelo exemplo de superação que me deu, mostrando que quando queremos tudo é possível.

À minha Vó por todo amor e confiança em mim depositado.

À todos os professores que me transmitiram seus conhecimentos e são uns dos responsáveis por essa minha conquista em especial à Ceres que me deu a oportunidade de crescer como estudante desde o início, que sempre me auxiliou em todos os momentos muito obrigado de coração você faz parte desse momento.

Aos meus demais familiares por toda ajuda e confiança dada, em especial a você Tio BABALU (Acadias), que sempre me mostrou que fazer os outros felizes é uma das coisas mais importantes da vida, espero que nesse momento esteja lhe fazendo feliz.

Aos meus irmãos mesmo que não de sangue são irmãos, Luiz Fretas, Lucas Bacatela (galego), Lucas Lessa (Ceara), Lucas Barbosa (paulista), Edgley (O Maestro ZANZAN), Jonh Diere, Cristiano Macedo (Bahia) pela confiança, força, respeito e por todos os momentos alegres que me proporcionaram, obrigado por serem minha família.

À Domilene que sempre esteve comigo me auxiliando com conselhos, força, incentivos sempre acreditando que eu sou capaz, agradeço por tudo mesmo, você sabe o carinho que tenho por você é enorme, e pela ajuda na elaboração deste trabalho agradeço.

À Cristina e Jessica por toda força quando necessitei, conselhos, brigas quando mereci e a alegria quase que em parte integral desde que nos conhecemos, vocês sabem que tem lugar cativo já.

À Monalisa Regalado e Monallisa Holanda (As Monas) por terem se tornado tão importantes em minha vida agradeço a amizade de vocês e a confiança que adquirimos, espero levar para o resto da vida.

À Alice Andrade por toda confiança depositada em mim, por todas conversas, conselhos e pela amizade.

Aos meus amigos e os amigos os de farra que são muitos, aos de estudo é aos colegas de sala agradeço de coração a todos, mesmo os que eu não citei o nome, saibam que todos que querem ver minha alegria e me ajudaram mesmo que indiretamente eu agradeço de mais.

À minha Mãe Rubia Alves Basílio por ser sempre quem me acalma, alegra, ensina e ama incondicionalmente, à senhora é a principal responsável por esse momento, nada mais justo que dedicar integralmente essa conquista à senhora, pessoa que me tornou o que sou hoje.

EPIGRAFE

Somente quem carrega sua própria água sabe do
valor de cada gota derramada no chão.

(Autor Desconhecido)

RESUMO

O Presente trabalho trata da questão de preservação dos recursos hídricos, mais especificamente do aproveitamento de águas pluviais, sendo elas coletadas através da implantação de um sistema de coleta nas áreas de coberturas dos telhados da UFRSA-Campus Caraúbas. Portanto esse trabalho foi abordado na forma de um estudo da viabilidade técnica e econômica da implantação do sistema de coletas na instituição. Diante da análise da viabilidade foi feita de acordo com a norma da ABNT NBR 15527/2007, buscando chegar ao dimensionamento necessário para a captação da água da chuva necessária pra atender a demanda de irrigação do campus, para que isso fosse realizado foram feitos levantamentos pluviométricos do município de Caraúbas onde a universidade situa-se, custos dos reservatórios e análise do período de retorno do investimento. O estudo mostra toda a avaliação que foi feita mostrando em seu termino a viabilidade da implantação do sistema de coleta de águas pluviais, que fica bem expressa pela redução de consumo de 2202,46 m³ anuais que acarretam em uma redução de R\$17090,9 nas despesas com a companhia de abastecimento e tendo como período do retorno de investimento inicial que foi de R\$ 242788,9 que se auto pagará em 14,2 anos.

Palavras-chave: Águas pluviais, Sistema de captação - chuva, reservatórios.

ABSTRACT

The following work deals with question of preservation of water resources, more specifically of rainwater harvesting, and they collected about of implementation of collect system in the areas of coverage of the roofs of UFERSA- Camp Caraúbas. Therefore this work was approached as a technical feasibility study and economy of implementation of collect system is institution. Before of analysis of feasibility was performed according to standard of ABNT NBR 15527/2007, seeking to get in necessary sizing for the rainwater's catchment necessary to meet the demand of the campus irrigation, for this to be done were done rainfall surveys of Caraúbas city when the university are, reservation's costs and analysis of period of returns of investments. The study shows all evaluation that done were showing is your end the viability of implementation of system of collect of rainwater, that express for reducing consumption of 2202,46 m³ for year that causes reduction of R\$17090,9 in costs with the water supply company and having as return's period of initial investment that was of R\$ 242788,9 that paid in 14,2 years.

Word-keys: rainwater, capture system - rain, Reservoirs.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	15
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3.1. DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO MUNDO	16
3.2. DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO BRASIL	17
3.3. CICLO HIDROLÓGICO	20
3.4. USOS DA ÁGUA	23
3.5. ESCASSEZ E POLUIÇÃO DA ÁGUA	25
3.6. APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS	26
3.7. APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM AMBIENTES ESCOLARES 28	
4.1. ÁREA DE ESTUDO.....	30
4.2. DADOS PLUVIOMÉTRICOS.....	31
4.3. ÁREAS DE COBERTURA DA UFERSA-CAMPUS CARAÚBAS	31
4.4. DEMANDA DE ÁGUA UTILIZADA NA IRRIGAÇÃO DOS CANTEIROS DA UFERSA	31
4.5. MÉTODOS PARA DIMENSIONAMENTO DOS RESERVATÓRIOS	32
4.5.1. Método de Rippl.....	33
4.5.2. Método da Simulação	33
4.5.3. Método Prático Alemão	34
4.5.4. Método Prático Inglês.....	35
4.5.5. Método Prático Australiano.....	35

4.5.6. Método Azevedo Neto	36
4.6. ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO DAS CISTERNAS.....	37
4.7. VIABILIDADE	37
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
5.1. DADOS PLUVIOMÉTRICOS	38
5.2. ÁREAS DE COBERTURA DA UFERSA – CAMPUS CARAÚBAS	39
5.3. DEMANDA DE IRRIGAÇÃO	39
5.4. DIMENSIONAMENTO DAS CISTERNAS.....	40
5.5. VIABILIDADE	41
6. CONCLUSÃO	45
7. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição espacial de água pelo mundo.....	17
Figura 2. Mapa do Aquífero Guarani.....	18
Figura 3. Mapa do semiárido brasileiro	19
Figura 4. Ciclo Hidrológico: quantidade de água existente em cada etapa	20
Figura 5. Mapa de regime pluviométrico brasileiro.....	22
Figura 6. Mapa regime pluviométrico do semiárido.	22
Figura 7. Uma das cisternas de <i>Masada</i> em Israel.	27
Figura 8. Instalação de uma cisterna do programa cisternas nas escolas.....	29
Figura 9. Foto vista superior da UFERSA Campus Caraúbas.	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados pluviométricos município de Caraúbas.....	39
Tabela 2. Áreas de cobertura da UFERSA-Campus Caraúbas	39
Tabela 3. Determinação do volume para irrigação mensal.	40
Tabela 4. Métodos utilizados para o dimensionamento dos reservatórios	41
Tabela 5. Valores da mediana e valores adotados.	41
Tabela 6. Valores tarifários da CAERN.....	42
Tabela 7. Valores do consumo de água na irrigação das plantas da UFERSA-Campus Caraúbas.	42
Tabela 8. Valores e volumes dos reservatórios encontrados no mercado.	43
Tabela 9. Custos dos reservatórios.....	44

1. INTRODUÇÃO

Segundo a UNIAGUA (2010), cerca de 97,5% da água no mundo é salgada, encontrada nos oceanos e mares, já o restante, cerca de 2,5% são de água doce, encontradas em locais de difícil acesso. Apenas 0,007% do total de água doce são encontradas em regiões de fácil acesso, como lagos, rios e na atmosfera. A região do semiárido tem como característica marcante o clima seco e o baixo índice hídrico em longos períodos. Mas, não implica na falta de água, logo, temos o semiárido mais chuvoso do mundo, com médias de 200 mm a 800 mm de chuvas anuais, variando de região pra região, no município de Caraúbas, as médias pluviométricas variam de 365 mm a 1.175 mm anuais.

A Universidade Federal Rural Do Semi-árido (UFERSA) Campus Caraúbas situa-se na região semiárida, na qual a racionalização e a utilização de águas alternativas como águas pluviais, efluentes dos sistemas de tratamento de esgotos, são de extrema importância para a preservação e manutenção dos recursos hídricos, muitas vezes escassos. Apesar de possuir médias pluviométricas elevadas para a região semiárida as mesmas são espaçadas aos longos dos meses ocasionando escassez.

Ao redor do mundo existem vários sistemas de armazenamento de água pluviais em alternativa a falta de recursos hídricos. No Brasil, os recursos pluviais veem sendo bastante utilizado, principalmente na região nordeste, através do armazenamento da água das chuvas em cisternas.

O programa do governo federal projeta um milhão de cisternas (P1MC), que é um projeto pioneiro e que é gerenciado pela Articulação no Semiárido (ASA), tem como objetivo a construção de cisternas no semiárido, o mesmo iniciou-se em 2003 e desde que surgiu até março de 2014, já beneficiou mais de 2 milhões e 250 mil pessoas no semiárido brasileiro com a construção de 523.654 mil cisternas. Em virtude da escassez dos recursos hídricos e ao grande desperdício de água, a implantação de cisternas para a captação de águas pluviais e a utilização na irrigação dos canteiros da UFERSA-Campus Caraúbas, irá proporcionar a redução dos gastos da instituição com a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), e de forma mais geral a preservação dos recursos hídricos.

2. OBJETIVOS

O projeto tem como objetivo geral o estudo da viabilidade da implantação de um sistema de coleta de águas pluviais na UFERSA-Campus Caraúbas.

2.1. Objetivos Específicos

- Dimensionamento dos reservatórios para o armazenamento dos recursos pluviais;
- Escolha do material mais adequado para a confecção das cisternas;
- Utilização da água captada para irrigação dos canteiros da UFERSA-Campus Caraúbas;
- Avaliação técnica e financeira da implantação dos sistemas.

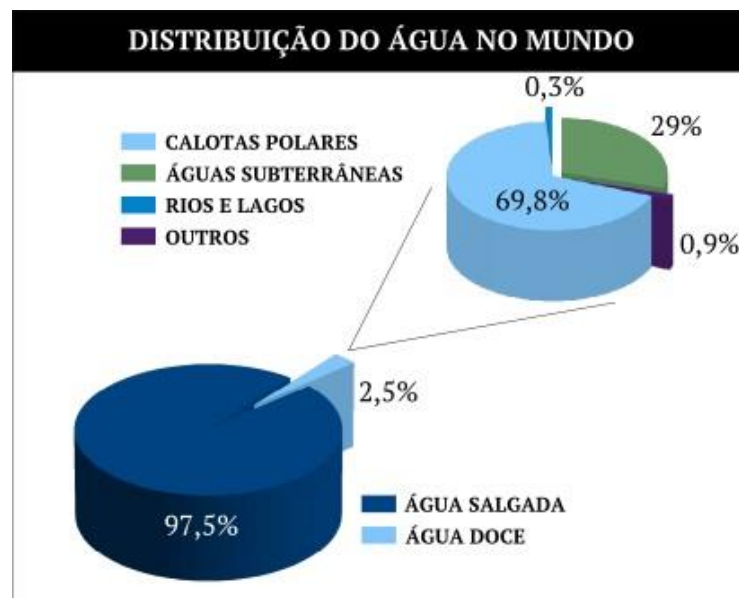
3. REFERENCIAL TEORICO

3.1. Disponibilidade hídrica no mundo

A água é a seiva do nosso planeta, ela é a condição essencial de vida de todo ser vegetal, animal ou humano, sem ela não poderíamos conceber como é a atmosfera, o clima, a vegetação, a agricultura. Diante disso, a ONU (Organização das Nações Unidas), em 22 de março de 1992, instituiu a Declaração Universal dos Direitos da Água, que conta com dez itens sobre o uso consciente da água. Segundo o item 4 da declaração, o equilíbrio e o futuro de nosso planeta dependem da preservação da água e de seus ciclos. Estes devem permanecer intactos e funcionando normalmente para garantir a continuidade da vida sobre a Terra, este equilíbrio depende particularmente, da preservação dos mares e oceanos, onde os ciclos começam.

No mundo, 97,5% da água é salgada, a água doce corresponde somente aos 2,5% restantes, porém 69,8% da água doce estão congeladas em calotas polares do Ártico, Antártica e nas regiões montanhosas. A água subterrânea compreende 29% do volume total de água doce do planeta, somente 0,3% da água doce representa toda a água dos lagos e rios, e 0,9% do total de água doce restante estar na biomassa e na atmosfera a forma de vapor conforme Gráfico 1, (TOMAZ, 2003).

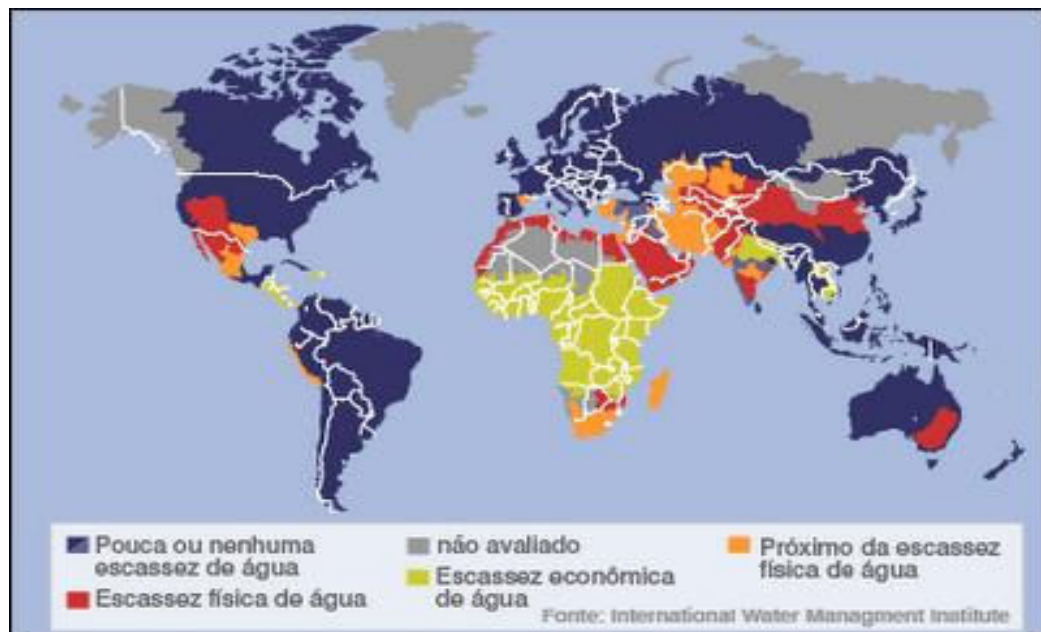
Gráfico 1. Distribuição proporcional dos recursos hídricos da Terra



Fonte: Alunosonline.com.br.

De acordo com *Marinoski*, (2007), Entende-se como a disponibilidade de recursos hídricos, todos os recursos de água existente em determinada região ou bacia hidrográfica, independente para qual uso for e onde encontrar-se armazenada, tanto superficiais quanto subterrâneas. Sabemos que o volume de água presente no planeta é mal distribuído, pois os ciclos hidrológicos variam de região pra região, assim em alguns locais a abundancia e outros escassez, que fica ilustrado na figura 1.

Figura 1. Distribuição espacial de água pelo mundo.



Fonte: Alunosonline.com.br.

3.2. Disponibilidade Hídrica no Brasil

O Brasil possui o maior potencial hídrico do planeta, com 12% do total de água doce existente na Terra, o Brasil possui uma área de 8.512.000 km² de extensão e uma população de aproximadamente 200 milhões de habitantes, sabemos também que o Brasil detém uma vazão média aproximada de água 177,900 km³/ano, que corresponde a 53% da vazão da América do sul.

Segundo *Marinoski*, (2007), a maior rede hidrográfica do planeta é a da bacia Amazônica, que possui uma drenagem da ordem de 6.112.000 km². E ocupa aproximadamente 42% do território superficial brasileiro, e estende-se além da fronteira com a Venezuela à Bolívia.

A água no Brasil também está armazenada de forma subterrânea, no que é conhecido como aquífero, de acordo com Fontanela, (2010), o Brasil está inserido geograficamente em 71% de um dos maiores mananciais de água subterrânea do mundo, o Aquífero Guarani, que cobre uma superfície de quase 1,2 milhões de km², fazendo parte da Bacia Geológica Sedimentar do Paraná (figura 2). O Aquífero Guarani abrange também territórios do Uruguai e Argentina, sendo que se constitui a principal reserva de água subterrânea da América do Sul, com um volume estimado em 46 mil km³.

Figura 2. Mapa do Aquífero Guarani.



Fonte: Jornal Hoje.

Apesar da grande disponibilidade de recursos hídricos no Brasil o mesmo não está distribuído uniformemente sobre seu território o que dificulta uma melhor distribuição e utilização dos recursos, a região norte possui a maior concentração de água 69% das reservas de água do país e a menor população com apenas 8% do total de habitantes, já a região sudeste apresenta cerca de 6% de reserva e 42% da população, chegando à região nordeste temos que 29% da população brasileira e somente assistidas por 3% da disponibilidade hídrica nacional.

O município de Caraúbas situa-se no semiárido brasileiro (figura 3), que apresenta longos períodos secos e chuvas ocasionais concentradas em poucos meses do ano.

Figura 3. Mapa do semiárido brasileiro



Fonte: Agencia Nacional de Águas (ANA).

Segundo Beltrão (2005), o município de Caraúbas encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica Apodi-Mossoró, sendo banhado pela sub-bacia do Rio Umarizal, que o atravessa na porção Oeste, no sentido Sul-Norte. Cursos d' água secundários banham o município, sendo os principais: a Norte, os riachos do Livramento, do Meio, Preto e Monte Alegre; a Sul, os riachos Santa Maria, Jatobá, dos Bois, Piraquira, Fechado, Corrente, Apodizinho, Pedro Mendes, São José e Salgado; a Leste, riacho da Cachoeirinha, Baixa Grande e Grande; a Oeste, da Pedra d' Água, do Porto, Sabe-Muito, de Caraúbas, do Meio, Cumbe e Bom Jardim. Os principais corpos d' água do município são: as lagoas dos Grossos, do Pereira, Piraquira, da Forquilha, do Junco, da Arara, da Borracha e Paco, além dos açudes Apanha Peixe (10.000.000 m³/público), Santo Antônio de Caraúbas (público), Do Governo ou Vila de Caraúbas (11.110.000 m³/público), Saboia (676.000 m³/Público), Comunitário (1.450.000 m³/comunitário), Jordão (100.000 m³/comunitário) e Baixa dos Defuntos (1.000.000 m³/comunitário).

3.3. Ciclo Hidrológico

O ciclo hidrológico ou ciclo da água é descrito pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), como o movimento contínuo da água presente nos oceanos, continentes (superfície, solo e rocha) e na atmosfera. Esse movimento é alimentado pela força da gravidade e pela energia do Sol, que provocam a evaporação das águas dos oceanos e dos continentes.

Na atmosfera, forma as nuvens que, quando carregadas, provocam precipitações, na forma de chuva, granizo, orvalho e neve.

Figura 4. Ciclo Hidrológico: quantidade de água existente em cada etapa



Fonte: IHP/UNESCO.

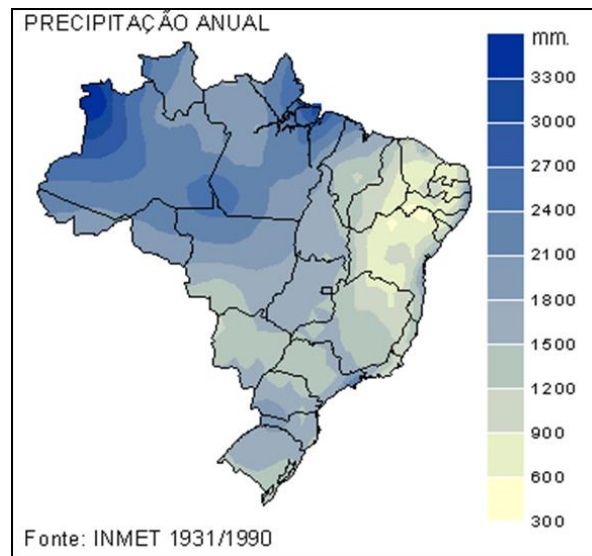
Nos continentes, a água precipitada pode seguir os diferentes caminhos:

- Infiltra e percola (passagem lenta de um líquido através de um meio) no solo ou nas rochas, podendo formar aquíferos, ressurgir na superfície na forma de nascentes, fontes, pântanos, ou alimentar rios e lagos.
- Flui lentamente entre as partículas e espaços vazios dos solos e das rochas, podendo ficar armazenada por um período muito variável, formando os aquíferos.

- Escoa sobre a superfície, nos casos em que a precipitação é maior do que a capacidade de absorção do solo.
- Evapora retornando à atmosfera. Em adição a essa evaporação da água dos solos, rios e lagos, uma parte da água é absorvida pelas plantas. Essas, por sua vez, liberam a água para a atmosfera através da transpiração. A esse conjunto, evaporação mais transpiração, dá-se o nome de evapotranspiração.
- Congela formando as camadas de gelo nos cumes de montanha e geleiras.

O Brasil é um país de grande diversidade climática o que implica em regiões bastante chuvosas e regiões onde os índices pluviométricos são mais baixos conforme (figura 5), na região sul predomina o clima subtropical, a característica marcante desse clima é que distingue-se totalmente do restante do Brasil. As médias anuais de temperatura giram em torno de 18°C, com alta amplitude térmica. As chuvas são bem distribuídas, os índices pluviométricos superam os 1.250 mm ao ano, já a região norte possui um clima equatorial de característica climática pela elevada temperatura, grande umidade e baixa amplitude térmica, variando entre 24°C e 26°C ao ano. A quantidade de chuvas é abundante, com índices pluviométricos superiores a 2.000 mm, praticamente não são percebidos períodos de estiagem. As regiões Sudeste e Centro-Oeste estão dispostas nos sistemas tropical, tropical de altitude e tropical atlântico com estação seca bem definida no inverno e estação chuvosa no verão, suas médias de temperatura variam de 17°C a 30°C em média variando por região assim como seus índices pluviométricos ficam entre 1500 a 2000 mm de chuvas anuais. Já a região nordeste onde o município de Caraúbas está inserido tem como predominância o clima semiárido, em razão da escassez de chuva, apresentam temperaturas elevadas o ano todo, a média anual varia entre 26°C e 34°C. As chuvas são escassas, com uma média anual inferior a 750 mm (figura 6), além disso, são mal distribuídas ao longo do ano.

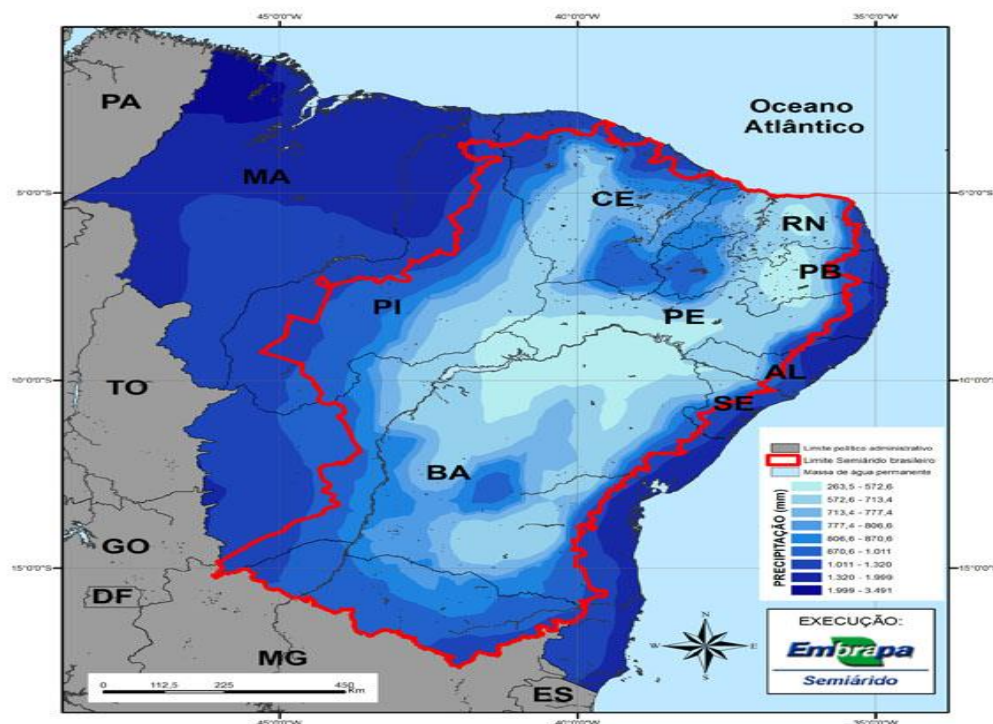
Figura 5. Mapa de regime pluviométrico brasileiro.



Fonte: INMET

Apesar do clima seco Brasil possui o semiárido mais chuvoso do mundo, com medias de 200 mm a 800 mm de chuvas anuais, variando de região pra região.

Figura 6. Mapa regime pluviométrico do semiárido.



Fonte: Embrapa

A cidade de Caraúbas está localizada no Rio Grande do Norte, e inserida na região semiárida apesar de se situar-se na região de clima marcante como seco suas medidas

pluviométricas variam de 365 mm a 1.175 mm anuais que ficam na media da região semiárida.

3.4. Usos da água

Sabemos que a água é fonte de vida, e a utilizamos para tudo, 69% da água é utilizada em atividades agropecuárias ao redor do mundo, para a produção alimentícia principalmente, já 21% da água é utilizada no setor industrial em seus processos de produção seja na refrigeração de máquinas como na limpeza das matérias primas e maquinário, dentre outras diversas utilizações,

Apenas 10% são utilizados pela população para realização de diversas tarefas, que vão desde o próprio consumo, cozinhar e beber, utilização para limpeza, lavagem de roupa, utilização nas descargas sanitárias e sua higiene pessoal, o gráfico da Aquatats a seguir mostra uma estimativa dos setores onde a água é mais utilizada.

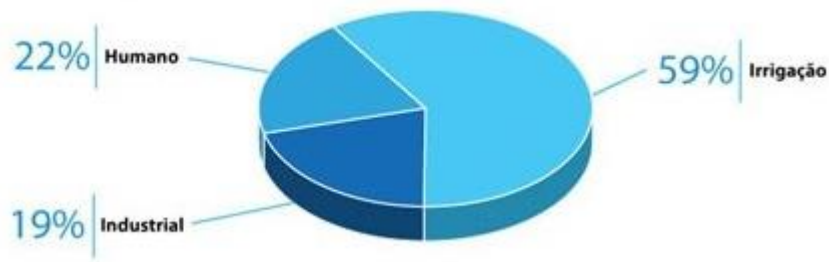
Gráfico 2. Usos de água no mundo.



Fonte: Aquatats

Já no Brasil o uso de água se distribui de forma semelhante ao uso no mundo, o gráfico a seguir mostra a divisão do consumo no Brasil.

Gráfico 3. Uso de água no Brasil.

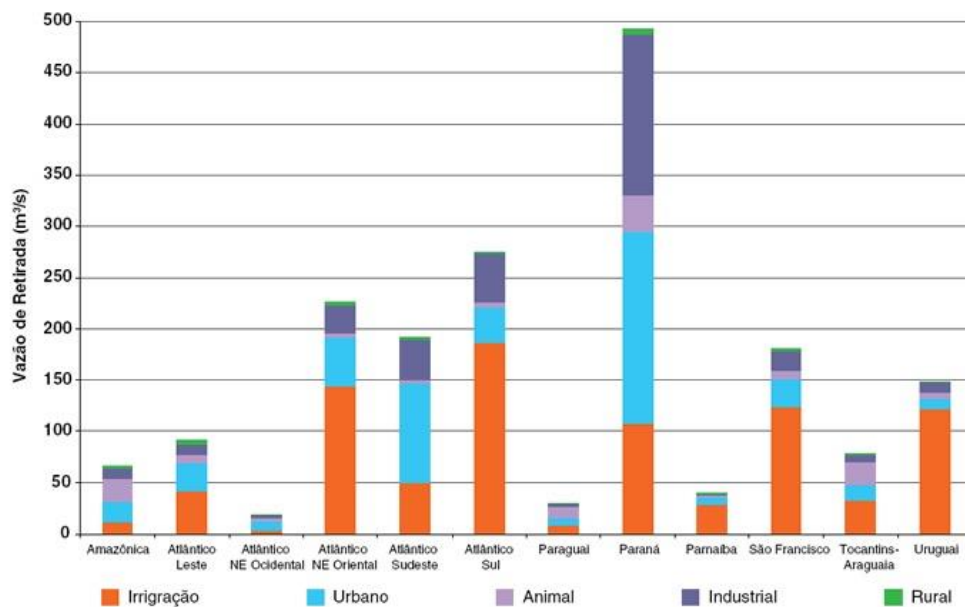


Fonte: Aquatats.

Em cada residência, no Brasil, cerca de 200 litros diários são consumidos por pessoa em media. 27% dessa água utilizada vão para consumo (cozinhar, beber água), 25% para higiene (banho, escovar os dentes), 12% para lavagem de roupa; 3% para outros fins (lavagem de carro) e, finalmente, 33% para descarga de banheiro.

Toda a água que se e utilizada no Brasil seja ela pra qual fim venha ser destinada seja ele tanto na irrigação como na indústria e no consumo humano, são retiradas das nossas bacias hidrográficas, a Agência Nacional de Águas (ANA) apresenta em seu site uma gráfico que detalha o consumo para cada setor consumidor e de qual bacia e retirada cada porcentagem por região, os valores estão disposto no gráfico abaixo.

Gráfico 4. Distribuição das demandas consumitivas por finalidade de uso por região hidrográfica.



Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA).

De acordo com o gráfico da Agência Nacional de Águas (ANA), a irrigação é o setor que mais utiliza água das bacias hidrográficas, no gráfico está disposta a bacia mais solicitada para esse tipo de consumo que é a bacia do Atlântico Sul com aproximadamente 180 m³/s, já a bacia do Paraná é a mais solicitada em todos os outros setores como na Indústria com cerca de 200 m³/s e 180 m³/s no consumo urbano.

3.5. Escassez e poluição da água

Um tema bastante alarmante é a poluição e escassez da água ocasionada de dejetos de esgotos domésticos, indústrias e resíduos sólidos nos lagos e rios um exemplo clássico dessa poluição e o rio Tietê em São Paulo, onde já foi lugar de pesca e banho, hoje e apenas um grande esgoto a céu aberto impróprio para consumo seja onde for, tudo devido à poluição, então percebe-se que a escassez de água não é só decorrente da falta de chuvas, é sim do descaso da população que polui constantemente a natureza de forma desordenada sem pensar nas consequências dos seus atos.

Cerca de 3 bilhões de pessoas no mundo não possuem um saneamento básico, a falta desse mínimo de qualidade de vida é responsável pela geração e proliferação de doenças no mundo, isso tudo ocasionado pela poluição da água, o homem é o principal responsável por esses transtornos, doenças como diarreia, esquistossomose, hepatite e febre tifoide, que matam mais de 5 milhões de seres humanos por ano dados da ONU.

No Brasil cerca de 35,5 milhões de casas sem tratamento de esgoto de acordo com o G1 portal de notícias do globo o investimento necessário para que o esgotamento sanitário chegue aos 100% é de 313 bilhões de reais até 2033.

De acordo com a Organização das Nações Unidas ONU (1992), a situação da água no planeta é preocupante como mostra os dados a seguir:

- 40% da população mundial já enfrentam escassez de água;
- 2,2 milhões de pessoas morrem a cada ano por consumirem água contaminada;
- aproximadamente 21 países já sofrem com a escassez de água;
- a partir de 2025, segundo a ONU, teremos uma séria crise de abastecimento de água, atingindo 2,8 bilhões de pessoas;
- conflitos violentos pelo controle da água são registrados em 70 regiões do planeta;
- o consumo mundial de água dobra a cada 20 anos;

- a disponibilidade de água per capita no planeta foi reduzida em 60% nos últimos 50 anos;
- 25% da população do planeta não têm acesso à água potável;
- no mundo, 50% da água que vão para as grandes cidades são desperdiçadas;
- no Brasil este percentual chega a 40%;
- 99% da água existente no planeta não estão disponíveis para o uso humano;
- no mundo ocorrem 4 milhões de casos de diarreia por ano por água contaminada;
- 72% dos leitos hospitalares são ocupados por pacientes vítimas de doenças transmitidas pela água;
- 58% dos municípios brasileiros não têm água tratada.

3.6. Aproveitamento de águas pluviais

Atualmente, o uso racional da água está cada vez mais em pauta nos meios de comunicação e nos meios políticos buscando alternativas para a escassez e conscientizar as pessoas da importância de não desperdiçar, e sim preservar os recursos hídricos, diante disso, muitos programas relacionados ao uso racional da água estão sendo desenvolvido no mundo todo, inclusive no Brasil, o aproveitamento de água pluvial surge como uma medida que tenta resolver esse grave problema que é a escassez de água, que já atormenta um grande número de pessoas pelo mundo e que, em um futuro próximo, alcançará maiores proporções, e auxiliar na redução de enchentes represando parte da água que seria despejada em rios e ruas.

Dados de 3000 a.C. indicam que a água da chuva já era utilizada pela humanidade na mesopotâmia a água da chuva era armazenada em ânforas que são recipientes feitos de barro. Existem diversas cisternas escavadas em rochas, utilizadas para aproveitamento de água pluvial Em Israel, encontra-se um dos exemplos mais conhecidos, a famosa fortaleza de *Masada*, com dez reservatórios escavados na rocha, tendo como capacidade total 40 m³ de armazenamento. (figura 7). No México, também existem cisternas que ainda são utilizadas, que registros ostra que são de antes da chegada de Cristóvão Colombo à América.

Figura 7. Uma das cisternas de *Masada* em Israel.



Fonte: tripadvisor.

Ao redor do mundo principalmente em países industrializados, a utilização de água da chuva para irrigação, lavagem de carros, descargas sanitária já é uma realidade. Segundo Tomaz (2003), Na Europa em 2010, especialistas em recursos hídricos acreditam que aproximadamente 15% da água utilizada em toda a Europa é proveniente do aproveitamento de água pluvial.

O Japão é um dos países que mais investem em aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis, existe até uma lei que em Tóquio, onde o governo metropolitano obriga que todos os prédios com área construída maior que 30.000 m² utilizem mais de 100 m³ por dia de água para fins não potáveis, façam reciclagem da água de chuva. Além disso, a fim de evitar enchentes, devem ser construídos reservatórios de retenção de água de chuva em áreas de terrenos maiores de 10.000 m² ou em edifícios que tenham mais que 3.000 m² de área construída.

Em alguns países o incentivo do governo é tão grande que na Alemanha o governo financia parte da construção do sistema de coleta e aproveitamento da água da chuva, como forma de incentivo à população. Na Alemanha a cidade Hamburgo, concede-se cerca de US\$ 1.500,00 a US\$ 2.000,00 a quem aproveitar a água da chuva; este incentivo terá como retorno para o governo o controle dos picos das enchentes durante os períodos chuvosos TOMAZ, (2003).

Na Austrália os sistemas de aproveitamento de água de chuva na Austrália já proporcionam uma economia de 60% do consumo de água na agricultura, já nas residências, a economia chega a 60%.

Estudos que foram realizados no sul da Austrália em 1996 mostraram que 82% da população rural utilizam a água da chuva como fonte primária de abastecimento. (HEYWORTH *et al* , 1998).

Já no Brasil, até pouco tempo atrás pouco se ouvia falar em sistema de coleta de águas pluviais, essa pratica vem sendo difundida e aplicada dos últimos 20 anos pra cá, os recursos pluviais veem sendo bastante utilizado, principalmente na região nordeste, através do armazenamento da água das chuvas em cisternas. O Semiárido brasileiro foi pioneiro nessa pratica com a construção de cisternas para armazenar água da chuva, devido à falta de água na região e utilização dessa água para diversas atividades desde irrigação a alimentação dos animais produção de alimentos, é o governo federal e o grande incentivador dessa pratica sustentável financiando a construção e manutenção dos sistemas de coleta e armazenagem.

O programa do governo federal projeta um milhão de cisternas (P1MC), que é um projeto pioneiro e que é gerenciado pela Articulação no Semiárido (ASA), tem como objetivo a construção de cisternas no semiárido, o mesmo iniciou-se em 2003 e desde que surgiu ate março de 2014, já beneficiou mais de 2 milhões e 250 mil pessoas no semiárido brasileiro com a construção de 523.654 mil cisternas.

3.7. Aproveitamento de águas pluviais em ambientes escolares

O aproveitamento de águas pluviais em ambientes escolares vem em uma crescente no Brasil, e o nordeste sai na frente mais uma vez com o programa cisterna nas escolas do governo federal que financia a construção de cisternas para armazenamento de águas pluviais em instituições governamentais principalmente escolas do semiárido brasileiro, o programa piloto é uma extensão do (P1MC) do governo federal, o projeto Cisternas nas Escolas surgiu com o intuito garantir o direito à água para crianças e adolescentes no Semiárido. De acordo com o relatório Direito de Aprender, produzido em 2009 pelo UNICEF, das 37,6 mil escolas da zona rural no semiárido, 28,3 mil não são atendidas pela rede pública de abastecimento de água. Com a coordenação da Articulação no Semiárido (ASA), iniciou-se a construção de 843 cisternas em unidades escolares da zona rural semiárida, as cisternas nas escolas são construídas em dois tamanhos 52 mil e 30 mil litros dependendo do volume necessário a ser utilizado, e proporcionando melhoria na qualidade de vida dos alunos, com o acesso a água

para consumo. As escolas que participam do projeto recebem materiais pedagógicos que são trabalhados com as crianças na sala de aula. Os temas abordados nos produtos estão diretamente relacionados ao dia a dia dos alunos e da comunidade. Um deles é a série de desenhos Água, Vida e Alegria no Semiárido, composta por oito episódios que contam a aventura de um grupo de crianças e de um mandacaru falante, o Caru.

Figura 8. Instalação de uma cisterna do programa cisternas nas escolas



Fonte: Articulação no Semiárido (ASA).

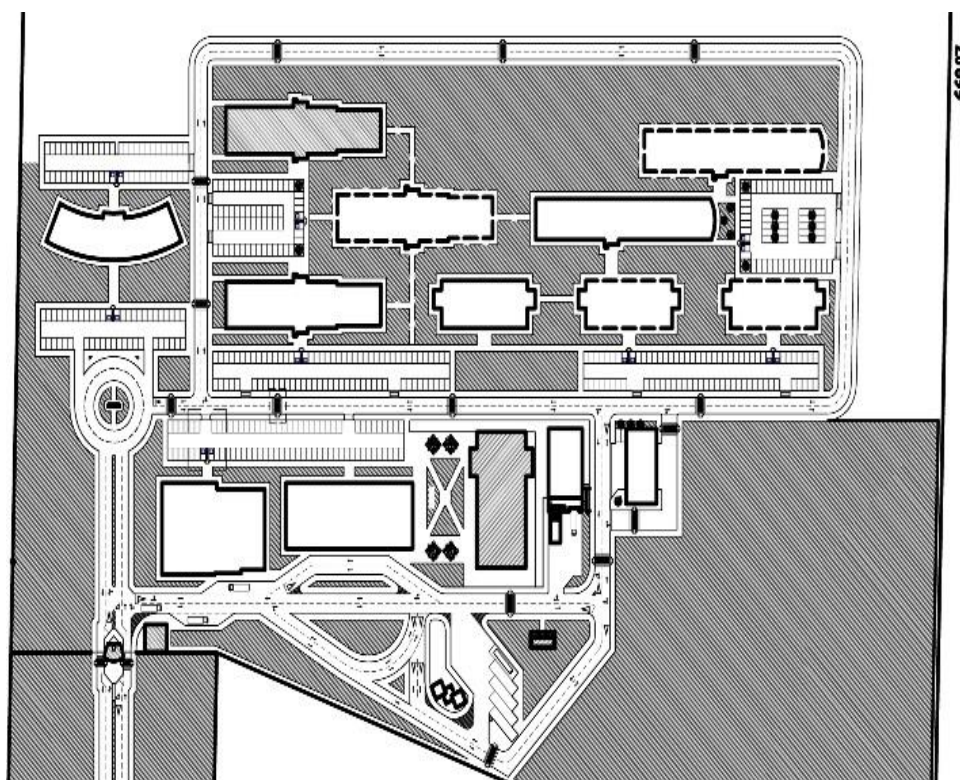
4. METODOLOGIA DA PESQUISA

4.1. Área de Estudo

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido - Campus Caraúbas (Figura 9), situa-se na área rural do município de Caraúbas, distante, aproximadamente, 01 km da zona urbana.

O município de Caraúbas está localizado nas coordenadas $05^{\circ}47'34,8''$ de latitude sul e $37^{\circ}33'25,2''$ de longitude oeste e inserido na mesorregião Oeste Potiguar e na microrregião Chapada do Apodi, do estado do Rio Grande do Norte, limitando-se com os municípios de Felipe Guerra, Governador Dix-Sept Rosado, Janduís, Patu, Olho D' Água dos Borges, Campo Grande, Upanema e Apodi e abrangendo uma área de 1095 km², com altitude média de 144 m. O mesmo está distante 302 km da capital do Estado, Natal. (BELTRÃO, 2005).

Figura 9. Foto vista superior da UFERSA Campus Caraúbas.



Fonte: UFERSA

A UFERSA-Campus Caraúbas conta atualmente com 15 edificações, sendo: 2 blocos de sala de professores; 3 blocos de sala de aulas; 2 blocos de laboratórios, estando 1 em construção; 1 bloco administrativo; biblioteca; centro de convivência; almoxarifado; setor de transporte ; restaurante universitário, o qual encontra-se em construção; e 2 blocos de

residências universitárias, estando as mesmas em construção. Diante desse cenário, o presente trabalho dimensionará cisternas somente para as edificações em funcionamento.

4.2. Dados Pluviométricos

O município de Caraúbas está inserido no semi-árido, o qual se caracteriza por um clima seco com poucas chuvas durante o ano. Para o dimensionamento das cisternas para captação das águas pluviais a serem implantadas na UFERSA-Campus Caraúbas foi necessário adquirir os dados pluviométricos do município de Caraúbas. Esses dados foram coletados junto ao posto meteorológico da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), a qual forneceu os índices pluviométricos dos últimos 20 anos.

4.3. Áreas de cobertura da UFERSA-Campus Caraúbas

Também para auxiliar o cálculo das cisternas, foi necessário adquirir as áreas de cobertura das edificações da UFERSA-Campus Caraúbas, as quais servirão para captação da água de pluviais. Para tanto foi solicitado ao setor de infraestrutura da instituição os projetos de cobertura das edificações e com auxílio do software AutoCAD versão estudantil, essas áreas foram medidas.

4.4. Demanda de água utilizada na irrigação dos canteiros da UFERSA

Os canteiros da UFERSA são irrigados duas vezes por semana através de uma mangueira, para o levantamento da demanda de água utilizada para este fim foi contabilizado primeiramente o tempo gasto na irrigação de cada canteiro e posteriormente, esse tempo foi transformado em demanda (volume) de água para irrigação. Para realizar essa transformação foi cronometrado o tempo de enchimento de um balde de volume conhecido e o valor obtido extrapolado para os tempos de irrigação de cada canteiro.

De acordo com o projeto de arborização da UFERSA elaborado por MARINHO (2014), a quantidade de plantas do projeto é superior as que estão atualmente plantadas, porém esse projeto se concretizará em um curto prazo, visto que a universidade encontra-se em expansão.

Neste trabalho foi considerado somente os canteiros existentes, visto que futuramente também existiram novas edificações que servirão de área de captação de água pluviais para abastecer os novos canteiros implantados.

Além do levantamento das demandas foram delimitadas às áreas de canteiros a serem atendidas por cada reservatório instalado, o qual acumulará as águas de chuvas captadas pelos telhados das edificações.

4.5.Métodos para dimensionamento dos reservatórios

No Brasil, a concepção do sistema de aproveitamento de água de chuva deve atender todos os requisitos da ABNT NBR-15.527/2007, de forma específica, o sistema de coleta de água de chuva deve atender a ABNT NBR 5.626/1998 e ABNT NBR 10.844/1998, já as calhas e condutores horizontais e verticais devem atender a ABNT NBR 10.844/1998 a qual afirma que devem ser instalados dispositivos de inspeção e remoção de detritos e que estes dispositivos devem atender a ABNT NBR 12.213/1992.

Os reservatórios para o armazenamento da água da chuva captada devem atender a ABNT NBR 12.217/1994, os reservatórios devem ser limpos e desinfetados com solução de hipoclorito de sódio, no mínimo uma vez por ano, de acordo com a ABNT NBR 5.626/1998. A água de chuva captada pelo sistema de coleta deve ser reservada e protegida contra a incidência direta da luz solar e do calor, assim como de animais que possam adentrar o reservatório através da tubulação de extravasação.

Seguindo os requisitos da ABNT NBR-15.527/2007, foram aplicados os seguintes métodos para o dimensionamento do volume mais adequado para o armazenamento da água captada pelo sistema de coleta de águas pluviais na UFERSA-Campus Caraúbas para utilização em fins não potável:

- Método de Rippl;
- Método da Simulação;
- Método Prático Alemão;
- Método Prático Inglês;
- Método Prático Australiano;
- Método Azevedo Neto.

Depois foi realizada uma avaliação técnica e econômica para a determinação do método mais adequado para a dimensionamento das cisternas para armazenamento de águas pluviais na UFERSA-Campus Caraúbas.

4.5.1. Método de Rippl

O método de Rippl consiste na determinação do volume da cisterna com base na área de captação da edificação e na precipitação registrada (Equação 1), sabendo-se que nem toda a água que precipitada será armazenada por conta das perdas, assim relacionando com o volume total de consumo mensal da edificação, que pode ser constante ou variável, vindo a garantir uma vazão regularizada constante durante o período de estiagem.

No Método de *Rippl* são utilizadas as séries históricas mensais ou diárias. Para este trabalho foi utilizada a série histórica mensal dos últimos 20 anos.

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)} \quad \text{Equação 1}$$

$Q_{(t)} = C \times \text{precipitação da chuva}_{(t)} \times \text{área da captação};$

$V = \sum S_{(t)}$, somente para valores $S_{(t)} > 0$;

Sendo que: $\sum D_{(t)} < Q_{(t)}$;

Onde:

$S_{(t)}$ é o volume de água no reservatório no tempo t ;

$Q_{(t)}$ é o volume de chuva aproveitável no tempo t ;

$D_{(t)}$ é a demanda ou consumo no tempo t ;

V é o volume do reservatório;

C é o coeficiente de escoamento superficial

O coeficiente de escoamento superficial depende do material da cobertura, neste trabalho adotado como sendo 0,8.

4.5.2. Método da Simulação

O método da simulação ou balanço hídrico como também é conhecido, consiste em uma análise de um balanço de massa pela contabilização da quantidade de água que entra e

sai do reservatório, sabendo que toda a água que evapora não deve ser levada em conta. Em um determinado mês, deve se aplicar a equação de continuidade para um reservatório finito (Equação 2):

$$S_{(t)} = Q_{(t)} + S_{(t-1)} - D_{(t)} \quad \text{Equação 2}$$

$Q_{(t)} = C \times \text{precipitação da chuva}_{(t)} \times \text{área da captação};$

Sendo que: $0 \leq S_{(t)} \leq V$.

Onde:

$S_{(t)}$ é o volume de água no reservatório no tempo t ;

$S_{(t-1)}$ é o volume de água no reservatório no tempo $t-1$;

$Q_{(t)}$ é o volume de chuva aproveitável no tempo t ;

$D_{(t)}$ é a demanda ou consumo no tempo t ;

V é o volume do reservatório;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

Nesse método duas hipóteses devem ser feitas, o reservatório está cheio no início da contagem do tempo “ t ” e os dados históricos serem representativos para as condições futuras, no caso foram utilizados os dados dos últimos 20 anos, satisfazendo assim essa condição.

4.5.3. Método Prático Alemão

O método prático alemão trata-se de um método empírico onde se toma como base o menor volume provável do reservatório sendo 6% do volume anual de consumo ou 6% do volume anual de precipitação aproveitável (Equação 3).

$$V_{adotado} = \text{mínimo entre } V \text{ e } D \text{ (} V \text{ e } D \text{) } \times 0.06(6\%) \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

V = valor numérico anual de água de chuva aproveitável, em litros (L);

D = demanda anual de água para fins não potáveis, em litros (L);

$V_{adotado}$ = valor numérico do volume de água do reservatório, em litros (L).

Para o cálculo anual de água de chuva aproveitável, considerou-se perdas mensais de água precipitada equivalente a 2 mm, sendo 24 mm em um ano.

4.5.4. Método Prático Inglês

O método prático inglês assim como o prático alemão, é um método totalmente empírico onde leva em conta a precipitação media anual e a área de captação, considerando o volume do reservatório ideal como sendo 5% do volume de água coletado. O dimensionamento é feito de forma simples pela Equação 4.

$$V = 0,05 \times P \times A \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

V = é o valor de água que o reservatório irá armazenar, em litros (L);

P = é a precipitação media anual, em milímetros (mm);

A = é a área de contribuição do telhado da edificação, em metro quadrado (m²).

4.5.5. Método Prático Australiano

Diferentemente do método prático alemão e inglês, o método prático australiano consiste em uma serie mais minuciosa de avaliação das variáveis contribuintes para o armazenamento da água da chuva, nesse método é necessário um levantamento do histórico de precipitação mensal na região onde se pretende implanta-lo, o cálculo do reservatório é determinado pela Equação 5.

$$Q = A \times C \times (P - I) \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

Q = é o volume de água mensal produzido pela chuva;

A = é área de coleta da edificação;

I = é a interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação, usualmente 2 milímetros (mm);

P = é a precipitação media mensal;

C = é o coeficiente de escoamento superficial, geralmente 0,80.

Porém o calculo a partir do método prático australiano para o dimensionamento e feito através de tentativas, até que um padrão seja encontrado, otimizando os valores de confiança e as dimensões do reservatório, essa otimização e feita a partir da Equação 6.

$$V_{(t)} = V_{(t-1)} + Q_{(t)} - D_{(t)} \quad \text{Equação 6}$$

Onde:

$V_{(t)}$ = é o volume de água restante na cisterna ao fim de um mês t ;

$V_{(t-1)}$ = é o volume de água no inicio do mês t ;

$Q_{(t)}$ = é o volume mensal de água produzida pela chuva no mês t ;

$D_{(t)}$ = é a demanda mensal de água.

Nota: Para o primeiro mês, deve se considerar o reservatório vazio.

Quando $(V_{(t-1)} + Q_{(t)} - D_{(t)}) < 0$, então o $V_{(t)} = 0$. Assim o volume da cisterna escolhido será T .

A ABNT NBR-15527/2007, também determina que seja feito um calculo de confiança que e dado pela a Equação 7.

$$P_{(r)} = \frac{N_{(r)}}{N} \quad \text{Equação 7}$$

Onde:

$P_{(r)}$ = é a falha;

$N_{(r)}$ = é o numero de meses onde o reservatório não atendeu a demanda, ou seja quando $V_{(t)}$ é 0.

N = é o numero de meses analisado, 12 meses.

Segundo a NBR 15527, os valores de confiança devem estar entre 90% e 99%.

4.5.6. Método Azevedo Neto

O Método Azevedo Neto consiste na utilização da precipitação media anual relacionando com a quantidade de meses de pouca chuva ou estiagem, a definição do volume

ideal do reservatório e dada pelo 4,2% do produto entre a chuva coleta nas coberturas das edificações e os meses de pouca chuva ou seca. Desta maneira, o método Azevedo Neto determina o volume de água que irá ser armazenado, a equação mostra os parâmetros para o dimensionamento da cisterna.

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad \text{Equação 8}$$

Onde:

V = é o volume do reservatório, em litros (L);

P = é a precipitação media anual, em milímetros (mm);

A = é a área de coleta da precipitação, em metros quadrado (m²);

T = é o numero de meses com pouca chuva ou seca.

De posse dos dados pluviométricos observou-se que Caraúbas possui 6 meses com pouca chuva ou seca.

4.6. Elaboração do orçamento das cisternas

Diante dos volumes obtidos no dimensionamento da cisterna foram realizados orçamentos junto aos fabricantes, em dois tipos de materiais: fibra de vidro e polipropileno. Foram realizadas várias composições de cisternas de diferentes volumes, de forma a se obter o menor custo em cada conjunto.

4.7. Viabilidade

Para saber a real economia gerada com a implantação das cisternas foi solicitado informações das contas de água da instituição do ano de 2014. Com os dados quantificamos qual valor tarifário a economia de água realizada. Posteriormente foi calculada a economia mensal e anual de água com a implantação das cisternas.

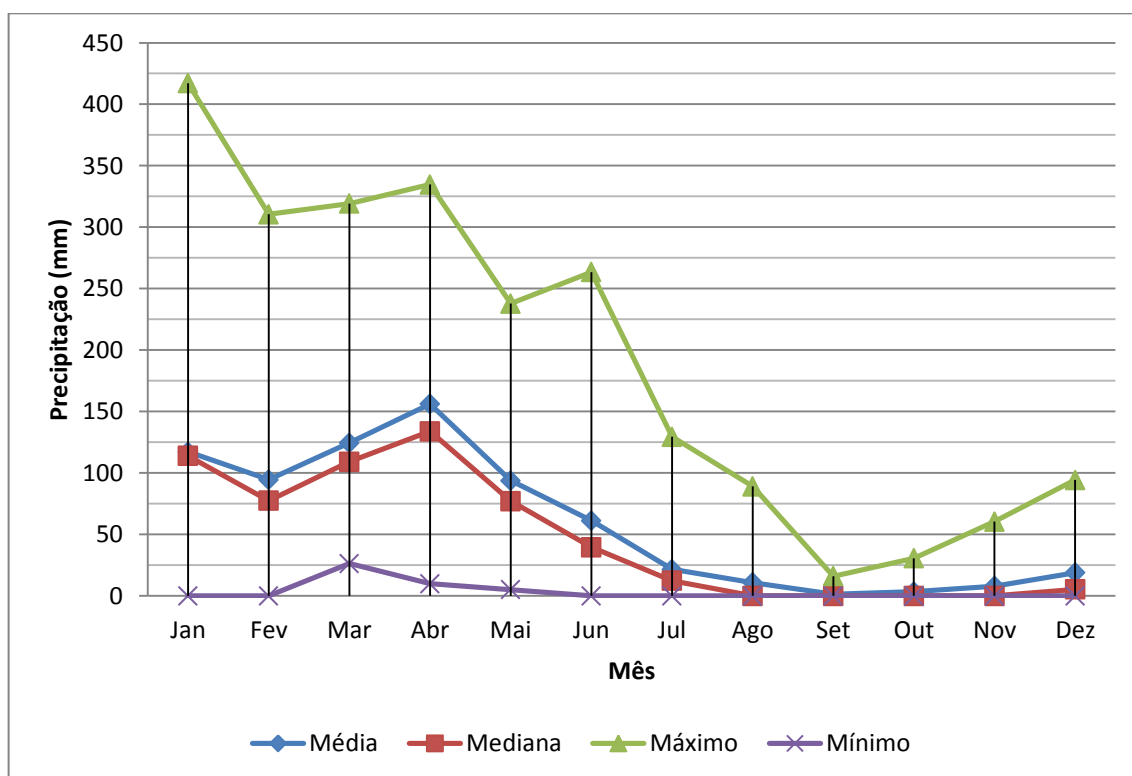
De posse do custo da cisterna e do custo economizado com água foi avaliada a viabilidade econômica da implantação e o tempo de retorno do investimento realizado.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Dados Pluviométricos

De acordo com dados coletados junto a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) do município de Caraúbas, o Gráfico 5 apresenta o regime pluviométrico do município, através dos valores máximos e mínimos, a média e mediana dos índices pluviométricos mensais dos últimos 20 anos.

Gráfico 5. Precipitação no município de Caraúbas.



Fonte: Autor.

A Tabela 1 a seguir indica os índices pluviométricos anuais dos últimos 20 anos no município de Caraúbas, expressos em média, mediana, máxima e mínima precipitação anual.

Tabela 1. Dados pluviométricos município de Caraúbas-RN.

Período de Retorno = 20 anos	
Média das Precipitações Anuais	710,9 mm
Mediana das Precipitações Anuais	644,5 mm
Maior Precipitação Anual	1.175,1 mm
Menor Precipitação Anual	365,0 mm

Fonte: Autor

5.2. Áreas de cobertura da UFERSA – Campus Caraúbas

Através da ferramenta AUTOCAD foi possível fazer o levantamento da área de cobertura dos prédios em funcionamento da UFERSA-Campus Caraúbas, com isso delimitando todas as áreas possíveis para a captação da água da chuva, os valores obtidos estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2. Áreas de cobertura da UFERSA-Campus Caraúbas

Prédio	Área (m²)
Biblioteca	1516,49
Almoxarifado	394,68
Garagem	384,91
Centro de convivência	1404,00
Sala de aulas 1	1200,55
Sala de aulas 2	1200,55
Laboratório BCT	736,46
Bloco dos Professores 1	900,07
Bloco dos Professores 2	900,07
Administrativo	630.3035

Fonte: Autor

5.3. Demanda de irrigação

As árvores e canteiros do Campus são irrigados duas vezes por semana consumindo em média 156 litros e 3086 litros de água respectivamente.

Para redução de áreas contendo cisterna isoladas, optou-se por concentrar a água captadas em mais de um prédio em um único lugar, contendo uma ou mais cisternas. Além disso, o critério de escolha das plantas a serem irrigadas por cada conjunto de cisterna se fez pela proximidade das mesmas.

Desconsiderou-se o bloco administrativo pela inexistência de plantas próximas ao mesmo. Porém esse prédio poderá ser utilizado em projetos futuros, para irrigação de novas plantas ou em outro tipo de utilização.

A tabela 3 apresenta o detalhamento da quantidade de árvores e canteiros de flores a serem irrigados pela água captada em cada edificação. Além disso, são apresentadas as demandas mensais de água para cada bloco de irrigação definido.

Tabela 3. Determinação do volume para irrigação mensal.

Prédio	Nº de árvores	Nº Canteiro de flores	Demanda mensal por prédio (m³)
Biblioteca	72	0	32,80
Almoxarifado e garagem	11	1	19,21
Centro de convivência	47	0	29,33
Sala de aulas 1 e 2	40	2	49,65
Laboratório	32	0	19,97
Bloco dos Professores 1 e 2	13	1	32,80

Fonte: Autor

5.4. Dimensionamento das cisternas

Conforme previsto na ABNT NBR-15.527/2007, os cálculos foram desenvolvidos através dos métodos contidos na mesma e exposto no item 4.5.

Todos os cálculos foram feitos através de planilhas elaboradas com as ferramentas do software EXCEL, onde obteve-se os resultados de volume a ser armazenado nas cisternas, os quais estão apresentados na Tabela 4. As planilhas do EXCEL com a disposição de todos os cálculos seguem em anexo.

A escolha do volume adotado foi de acordo com a mediana obtida nos volumes encontrados em todos os métodos, os mesmos estão dispostos na Tabela 5.

Tabela 4. Volumes de armazenamento obtidos com os métodos utilizados

Dimensionamento dos reservatórios (m³)						
Prédios	Pratico Australiano	Pratico Inglês	Pratico Alemão	Azevedo Neto	Rippl	Simulação
Salas de aula 1 e 2	113	64	24	322	105	100
Salas dos professores 1 e 2	180	85	36	430	175	162
Almoxarifado e Garagem	74	28	14	143	47	68
Biblioteca	182	54	32	272	192	171
Centro de convivência	107	50	21	252	104	97
Laboratório	79	26	14	132	84	74

Fonte: Autor

Tabela 5. Valores da mediana e valores adotados.

Prédios	Mediana (m³)	Valor adotado (m³)
Salas de aula 1 e 2	103	105
Salas dos professores 1 e 2	169	170
Almoxarifado e Garagem	58	60
Biblioteca	177	175
Centro de convivência	101	100
Laboratório	77	75

Fonte. Autor.

5.5. Viabilidade

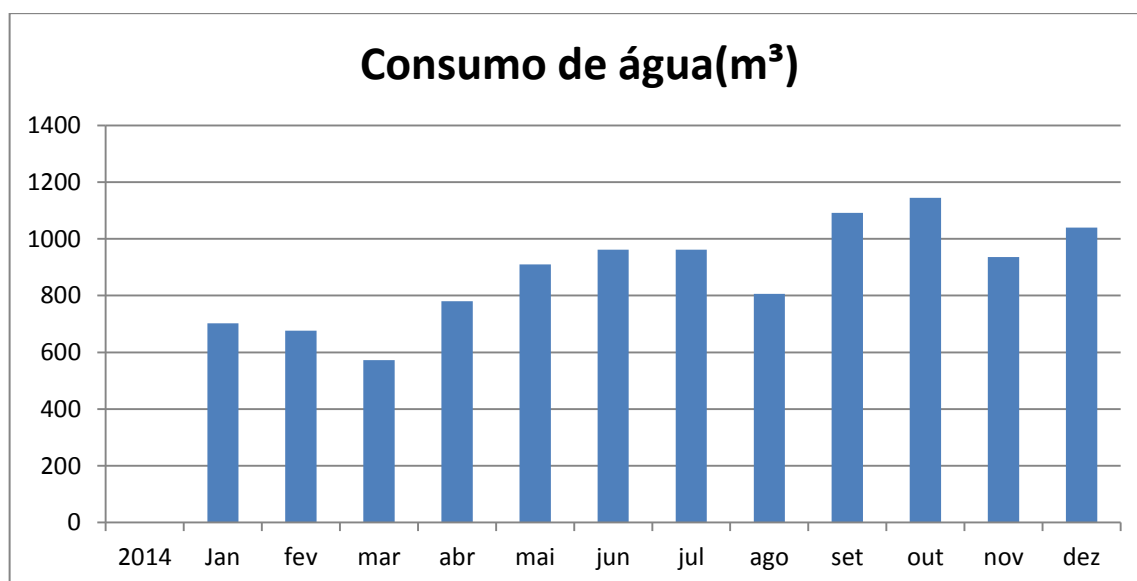
A Tabela 6 apresenta as tarifas da CAERN cobradas para consumidores caracterizados como público e o Gráfico 6 apresenta o consumo de água na UFERSA no ultimo ano. Nota-se que o consumo médio mensal de água na UFERSA – Campus Caraúbas é 881,83m³.

Tabela 6. Valores de Tarifas da CAERN para categoria pública- 2014.

Faixa de consumo (m³/Eco/ms)	
Consumo (m³)	Valor (R\$)
De 00-20	90,26
Excedente de 20	7,76

Fonte. CAERN

Gráfico 6. Consumo de água da UFERSA - Campus Caraúbas- 2014.



Fonte. CAERN.

A Tabela 7 apresenta o volume gasto com irrigação dos canteiros existentes na instituição.

Tabela 7. Consumo Mensal de água na irrigação das plantas da UFERSA-Campus Caraúbas.

	Qtd	Consumo Mensal	Consumo Mensal
	Plantas	(m³) / Planta	(m³)
Árvore	215	0,624	134,16
Canteiros	4	12,344	49,38
Total			183,54

Fonte: Autor

Diante dos dados apresentados na Tabela 7, nota-se que a implantação de cisternas de captação de água de chuva proporcionará uma economia mensal de 183,54 m³ de água, o que representa uma redução de 20,81% no consumo de água na Campus e consequentemente uma redução de R\$ 1.424,23 mensais nos valores repassados para CAERN. A redução de gastos anuais com água seria de R\$ 17.090,87.

A Tabela 8 apresenta os valores de cisternas em polipropileno e fibra de vidro, por volume, obtidos com os fabricantes.

Tabela 8. Valores e volumes dos reservatórios encontrados no mercado Dez/2014.

Volume (L)	Valor (R\$)	
	Fibra de vidro	Polipropileno
5000		
8000	1449,90	4310,90
10000	2270,90	-
15000	3444,90	4610,90
20000	4950,90	6070,90
25000	7290,90	-
-	11290,90	-
60000	-	97548,00

Fonte. Forteleve, Aqualimp, Alphenz .

Nota-se que o custo do reservatório de 60 m³ é muito elevado, o que inviabiliza sua utilização. Portanto para o cálculo do custo de investimentos só foram considerados os reservatórios de 5 a 25 m³.

De posse dos volumes de acumulação adotados para cada setor e dos custos dos reservatórios, foram realizadas combinações de forma a obter o menor custo de implantação, os quais estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Custos dos reservatórios.

Prédios	Valor adotado (m³)	Distribuição dos reservatórios		Valor para fibra de vidro (R\$)	Distribuição dos reservatórios		Valor para polipropileno (R\$)
		Qtd	Volume	(R\$)	Qtd	Volume	
Salas de aula 1 e 2	105	7	15 m³	34.656,30	7	(15 m³)	42.496,30
Salas dos professores 1 e 2	170	8 1	20 m³ 10 m³	61.772,10	17	(10 m³)	78.385,30
Almoxarifado e Garagem	60	3	20 m³	21.872,70	6	(10 m³)	27.665,40
Biblioteca	175	8 1	20 m³ 15 m³	63.278,50	17 1	(10 m³) (5 m³)	78.776,00
Centro de convivência	100	5	20 m³	36.454,50	10	(10 m³)	46.109,00
Laboratório	75	5	15 m³	24.754,50	5	(15 m³)	33.954,50

Fonte. Autor.

Nota-se que os reservatórios de fibra de vidro são os que apresentam menor custo, desta forma os cálculos para o período de retorno sobre o investimento foi realizado com base no custo da implantação do sistema com reservatórios de fibra de vidro, o qual totaliza R\$242.788,60. Como a redução anual com custos de água é R\$ 17.090,90, o retorno de investimento do sistema é obtido a partir do quociente entre o investimento inicial e a redução anual do custo de água, sendo igual a 14,20 anos. Esse tempo mostra a viabilidade do sistema, visto que a vida útil de um reservatório em fibra de vidro é 20 anos.

6. CONCLUSÃO

Como apresentado a UFERSA – Campus Caraúbas está inserida no semiárido, possuindo um clima quente, seco e com escassez de água. Devido a essa realidade, surgiu a necessidade de implementar na universidade um programa de uso racional da água e dentro do mesmo, uma das ações seria o reuso de água, seja essa pluvial ou esgoto. Dentro desse pensamento e diante do número de plantas existentes no Campus, levantou-se o volume de água gasto anualmente com irrigação, 2.202,46 m³, o qual representa o custo de R\$ 17.090,9 com água.

Diante de tamanho volume buscou-se o dimensionamento de cisternas para suprir essa demanda atual. Depois de dimensionadas as cisternas, de acordo com a NBR 15.527/2007, e escolhido o material mais viável economicamente obteve-se um investimento de R\$242.788,90.

De posse desses dados, calculou-se o tempo de retorno do investimento, sendo igual a 14,20 anos. Esse tempo mostra a viabilidade do sistema, visto que a vida útil de um reservatório em fibra de vidro é 20 anos.

Além da viabilidade financeira, nota-se a existência de uma viabilidade ambiental, visto que a água é um bem escasso no município de Caraúbas e qualquer ação realizada no intuito de preservar é mesma é de grande importância para o meio ambiente e a população.

7. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR,15527: **Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos**. 1 ed. Rio de Janeiro: Moderna, 2007. 12 p.

ANA- Agencia Nacional de Águas. **Cadernos de Recursos hídricos**: disponibilidade e demandas dos recursos hídricos no Brasil. Brasília: Agencia Nacional de Águas, 2005. 134 p.

Beltrão, Breno Augusto. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE CARAÚBAS**. Recife: Ministério de Minas e Energia, 2005. 24p.

CAERN- Companhia de Águas e Esgoto do Rio Grande do Norte. **Tabela de tarifa de água**. 2015. Disponível em: <http://200.149.240.132/gsan/exibirConsultarEstruturaTarifariaPortalCaernAction.do>. Acesso em: 21 jan. 2015.

FONTANELA, Leonardo. **Avaliação de metodologias para dimensionamento de reservatórios para aproveitamento de água pluvial**. 2010. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2010.

Heyworth et al. "**Quem bebe o quê? Uso de água potável no Sul Austrália** , Água, Vol . 25 , N ° 1 , pp.9-13 . 1998.

MARINHO, Zilton Pedro Menezes. **Projeto de arborização da UFERSA-Campus Caraúbas utilizando ferramenta cad**. 2014. 84 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 20014.

MARINOSKI, Ana Kelly. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino**. 2007. 118 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2007.

ONU- Organização das Nações Unidas. **Declaração Universal dos Direitos da Água**. Organização das Nações Unidas. 1992. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/40-Declaracao-Universal-dos-Direitos--da-%C3%81gua>. Acesso em: 10 Jan. 2015.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva**. ed. 2°. São Paulo: Navegar. 2003

UNIAGUA- Universidade da Água. **Água no planeta**. Disponível em: <http://www.uniagua.org.br>. Acesso em: 10 out. 2014.