



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CAMPUS PAU DOS FERROS
CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

MATHEUS CARLOS DE OLIVEIRA

POTENCIAL DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA, UM
ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CAMPUS PAU DOS FERROS-RN.

PAU DOS FERROS – RN

2016

MATHEUS CARLOS DE OLIVEIRA

POTENCIAL DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA, UM
ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CAMPUS PAU DOS FERROS-RN.

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA,
Campus Pau dos Ferros para obtenção do
título de Bacharelado em Ciência e
Tecnologia.

Orientador: M. Sc. Alex Pinheiro Feitosa.

PAU DOS FERROS – RN

2016

© Todos os direitos estão reservados a 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.

Cp CARLOS DE OLIVEIRA, MATHEUS.
 POTENCIAL DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA
 DE CHUVA, UM ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL
 RURAL DO SEMI-ÁRIDO CAMPUS PAU DOS FERROS-RN. /
 MATHEUS CARLOS DE OLIVEIRA. - 2016.
 50 f. : il.

Orientador: ALEX PINHEIRO FEITOSA.
 Coorientador: WESLEY OLIVEIRA SANTOS.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
 Tecnologia, 2016.

1. DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS. 2.
 PRINCIPAIS PROBLEMAS DA ESCASSEZ DE ÁGUA. 3. USOS
 FINAIS DE ÁGUA. 4. APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA.
 5. ESTUDO DE CASO NA UFERSA - CAMPUS PAU DOS
 FERROS. I. PINHEIRO FEITOSA, ALEX, orient. II.
 OLIVEIRA SANTOS, WESLEY, co-orient. III. Título.

o serviço de criação automática de ficha catalográfica para trabalhos de conclusão de curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o sistema de bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos cursos de graduação e programas de pós-graduação da Universidade.

MATHEUS CARLOS DE OLIVEIRA

POTENCIAL DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA, UM
ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CAMPUS PAU DOS FERROS-RN.

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA,
Campus Pau dos Ferros para obtenção do
título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

APROVADA EM: 30 / 05 / 2016

BANCA EXAMINADORA

Alex Pinheiro Feitosa

Prof. M. Sc. Alex Pinheiro Feitosa (UFERSA)
Presidente

Wesley de Oliveira Santos

Prof. D. Sc. Wesley de Oliveira Santos (UFERSA)
Primeiro Membro

Francisco de Oliveira Mesquita

Prof. D. Sc. Francisco de Oliveira Mesquita (UFERSA)
Segundo Membro

A **Raimundo Augusto de Oliveira** (*in memoriam*), meu avô.
Dele guardo as melhores memórias. Recordo como foi importante ter um avô carinhoso na minha vida, que me viu crescer em todos os sentidos. Você foi uma verdadeira lição de sabedoria para todos nós e para mim haverá sempre um grande orgulho pela oportunidade que tive de conhecer você.

A **Marcio Pedro de Oliveira**, meu pai.

À **Maria Nildilene de Oliveira**, minha mãe.

À **Maria da Conceição de Aquino**, minha avó.

À **Beatriz Barra**, minha namorada.

A **Alex Pinheiro Feitosa**, meu professor e orientador.

Aos meus tios.

A todos que confiaram na minha capacidade de chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela força e coragem que tem me concedido para que chegasse até o fim dessa caminhada.

Aos meus pais, Marcio Pedro e Maria Nildilene, pelo amor, incentivo e confiança em todas as horas que precisei. Dedico essa conquista a eles que sempre deram apoio aos meus planos e hoje compartilham comigo a concretização de um sonho.

À minha avó, Conceição Aquino, que sempre acreditou no meu potencial e me deu incentivos. Com uma sua fé me fez crer que em meio de tantas dificuldades é possível vencer.

Aos meus tios, tias e primos que confiaram na minha capacidade de chegar ao fim dessa caminhada.

À minha namorada Beatriz Barra, que todos os dias desta caminhada esteve ao meu lado, sua paciência, amor e dedicação não me deixaram fracassar e fizeram chegar até aqui e agora, assim como ela, estou chegando ao fim desse primeiro ciclo.

Ao meu professor e orientador, Alex Pinheiro, por transmitir seus conhecimentos, por ter confiado em mim, e pela paciência que teve comigo ao longo deste trabalho, sem a sua ajuda não teria concretizado este trabalho. .

A todos os meus professores por todo o conhecimento repassado, dessa etapa vou levando grandes aprendizados profissional e pessoal.

Aos meus amigos que sempre acreditaram e incentivaram para chegar até aqui.

“A maior vitória na competição é derivada da satisfação interna de saber que você fez o seu melhor e que você obteve o máximo daquilo que você deu.”

Howard Cosell

RESUMO

“A água, sempre foi considerada pelo homem como um elemento renovável e infinito na natureza, mas na atualidade passa a ser alvo de preocupações relacionadas à sua disponibilidade e qualidade”. Desse modo, é necessária uma atenção especial por parte do poder público, da iniciativa privada e da sociedade civil, em promover o uso sustentável desse recurso. Os conhecimentos relacionados à distribuição temporal da precipitação pluviométrica têm um papel fundamental no planejamento de atividades relacionadas com o setor produtivo. A importância de tais conhecimentos, que permitem a tomada de decisões é de ordem estratégica em atividades urbanas desde a construção civil até o uso humano e outras atividades exercidas que necessite da água. Levando-se em consideração a necessidade de obter a água para a possível utilização dentro da instituição de ensino, verifica-se que é de grande importância o desenvolvimento de projetos e o fomento de conhecimentos para que eles possam ser utilizados inicialmente no Campus da Ufersa Pau dos Ferros e futuramente nos demais campus da instituição. A microrregião do Alto Oeste Potiguar nas últimas décadas vem sofrendo com a falta de água e partes dos problemas enfrentados decorrem da má captação e utilização. Assim, surge necessidade de buscar medidas que possam minimizar esta variação, buscando dimensionar reservatórios que possam captar e aproveitar a água pluvial proveniente dos telhados dos prédios da Ufersa campus Pau dos Ferros-RN.

Palavras-chaves: Águas pluviais, reservatórios, dimensionamento.

ABSTRACT

“Water has always been considered by man as a renewable and infinite element in nature, but today happens to be the target of concerns related to their availability and quality." Thus, a special attention from the government is needed, private sector and civil society to promote sustainable use of this resource. The knowledge related to temporal distribution of rainfall have a key role in planning activities related to the productive sector. The importance of such knowledge, which enable decision-making is of strategic order in urban activities from construction to the human use and other activities performed in need of water. Taking into account the need to get the water for possible use in the educational institution, it is found that is of great importance to development projects and the promotion of knowledge so that they can be initially used on the campus of UFERSA Pau the Irons and eventually in other campus of the institution. The micro-region of the Upper West Potiguar in recent decades has suffered from the lack of water and parts of the problems stem from poor uptake and utilization. Thus arises the need to seek measures that can minimize this variation, seeking scale reservoirs that can capture and enjoy the rainwater from the roofs of the buildings of the campus UFERSA Pau dos Ferros, RN.

Keywords: rainwater, tanks, sizing.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Açudes com Capacidade de Acumulação Superior a 100.000 m ³ :.....	21
Tabela 2: Edificações e suas respectivas áreas.	33
Tabela 3: Média pluviométrica (1964 – 2015).	34
Tabela 4: Volume de armazenamento de águas pluviais do laboratório I.....	36
Tabela 5: Volume de armazenamento de águas pluviais do Bloco de sala dos professores I..	37
Tabela 6: Volume de armazenamento de águas pluviais da Garagem.	38
Tabela 7: Volume de armazenamento de águas pluviais do Almoxarifado.	39
Tabela 8: Volume de armazenamento de águas pluviais do Centro de Convivência.....	40
Tabela 9: Volume de armazenamento de águas pluviais da Biblioteca.	41
Tabela 10: Volume de armazenamento de águas pluviais do Restaurante Universitário.....	42
Tabela 11: Volume de armazenamento de águas pluviais da Residência Universitária masculina e feminina.	43
Tabela 12: Volume de armazenamento de águas pluviais do Bloco Administrativo.....	44
Tabela 13: Volume de armazenamento de águas pluviais do Bloco de Salas I.....	45
Tabela 14: Volume de armazenamento de águas pluviais do Bloco Salas II e III.	46
Tabela 15: Volumes individuais das edificações.....	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição da água no mundo	17
Figura 2: Localização da área de estudo.....	31

Figura 3: Edificações do campus.....	32
Figura 4: Médias Pluviométricas.....	32
Figura 5: Capacidade de armazenamento das edificações.....	48

LISTA DE SIGLAS

Embrapa – Empresa de Pesquisa Agropecuária
PIB – Produto Interno Bruto

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente

ARSESP – Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

USGBC – United States Green Building Council

CPATSA – Centro de Pesquisas Agropecuárias de Trópicos Semiárido

ONG's – Organizações Não Governamentais

ASA – Articulação do Semiárido Brasileiro

P1+2 – Programa Uma Terra e Duas Águas

P1MC – Programa Um Milhão de Cisternas

NIS – Número de Identificação Social

NBR – Norma Brasileira

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

SIN – Superintendência de Infraestrutura

EMPARN – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte

RN - Rio Grande do Norte

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3. REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS	17
3.1.1 Recursos Hídricos no Mundo	17
3.1.2 Recursos Hídricos no Brasil	18
3.1.3 Recursos Hídricos na cidade de Pau dos Ferros	20
3.2 PRINCIPAIS PROBLEMAS DA ESCASSEZ DE ÁGUA	21
3.2.1 Crescimento Populacional	21
3.2.2 Distribuição Populacional	23
3.2.3 Desperdício de Água	24
3.2.4 Poluição das Águas	25
3.3 USOS FINAIS DE ÁGUA	26
3.4 APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA	28
3.4.1 Histórico do Aproveitamento de Água de Chuva	28
3.4.2 Captação da Água de Chuva no Brasil	29
3.4.3 Normas para o Aproveitamento de Água de Chuva	30
4. MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	31
4.2. OBTENÇÃO DAS ÁREAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS	31
4.3 OBTENÇÃO DA SÉRIE HISTÓRICA PLUVIOMÉTRICA DO MUNICÍPIO DE PAU DOS FERROS.	33
4.4 CÁLCULO DA CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

1. INTRODUÇÃO

Os mananciais utilizados para abastecimento de água no semiárido têm-se mostrado insuficientes devido ao aumento da demanda por esse recurso. Além disso, soma-se ainda o fato da região ter um regime pluviométrico irregular ao longo do ano, gerando assim a necessidade de desenvolvimento de alternativas capazes de suprir o abastecimento dos municípios da região. É fato que grandes esforços vêm sendo empreendidos com o objetivo de implantar infraestruturas capazes de disponibilizar água suficiente para garantir o abastecimento humano e animal e viabilizar a irrigação. Todavia, esses esforços ainda são, de forma global, insuficientes para resolver os problemas decorrentes da escassez de água, o que faz com que as populações continuem vulneráveis à ocorrência de secas, especialmente quando se trata do uso difuso da água no meio rural (CIRILO, 2010).

A crise no abastecimento d'água em áreas urbanas gera a necessidade de buscar alternativas capazes de reverter o estado atual de uso deste recurso e que contribuam para o uso eficiente da água pela sociedade. Segundo Dixon e colaboradores (1999) a sustentabilidade urbana só será alcançada caso a sociedade se direcione no sentido do uso eficiente e apropriado da água. A substituição de fontes mostra-se como uma importante alternativa no atendimento de demandas menos restritivas. Ao invés de gerar problemas, as águas pluviais podem ser manejadas como solução para o abastecimento descentralizado. Porém, o manejo desse recurso deve buscar aproveitar a água precipitada antes que ela entre em contato com substâncias contaminantes, armazenando-a para uso doméstico e criando condições de infiltração do excedente, restaurando os fluxos naturais reabilitando mais uma alternativa para abastecimento de água local e descentralizado (COHIM & KIPERSTOK, 2008).

Dessa forma, uma alternativa para a diminuição dos impactos gerados pela escassez hídrica é a associação de técnicas de captação de água pluvial com a prática do reúso dos efluentes gerados. A técnica de captação traz consigo diversos benefícios para o aproveitamento de água de chuvas, sendo eficaz em tempos de crise hídrica e de combate à seca, além de ser um fator fundamental para a diminuição do escoamento, ajudando a conter enchentes ao armazenar parte da água. Assim, pode-se criar uma cultura de sustentabilidade ecológica nas construções baseada na captação de águas de chuvas em construções civis.

Diante disso, fica clara a necessidade de cada vez mais se incentivar a prática de captação e utilização da água pluvial, tendo em vista que o benefício gerado é de grande importância na garantia da disponibilidade de água para as próximas gerações.

Nas últimas décadas tem-se vivenciado a irregularidade de chuvas na região de Pau dos ferros-RN, levando-se em consideração a ocorrência de secas na região. Assim, surge a necessidade de analisar os índices pluviométricos e associar a estes a possibilidade de captação de água em áreas construídas, especificamente no Campus da UFERSA, localizado nesta cidade.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a economia gerada em termos quantitativos com a substituição da água proveniente da companhia de água local pela água da chuva que será captada dos prédios da universidade.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analisar a economia gerada utilizando a água de chuva captada por m² de área de cada prédio;

Determinar o potencial de armazenamento de água pluvial proveniente da área de cobertura das edificações;

Recomendar a utilização da água captada para fins de limpeza em vários setores da UFERSA.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS

3.1.1 Recursos Hídricos no Mundo

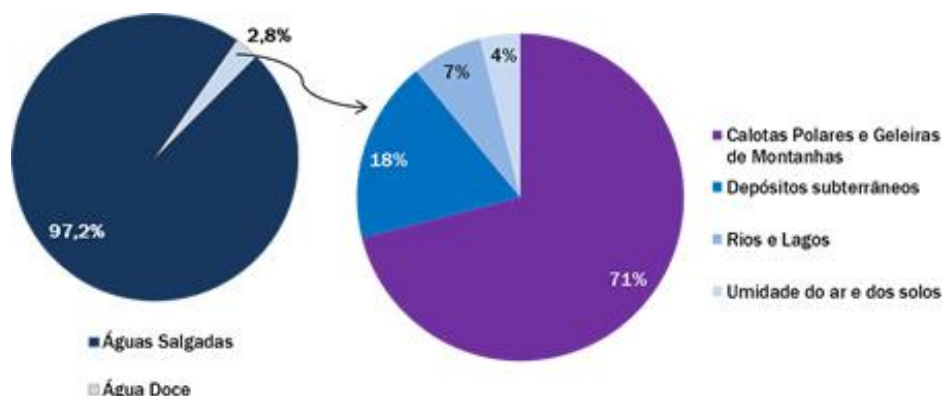
Ao observar o planeta Terra, podemos dizer que ele seja um “planeta Água”, considerando que a sua superfície é composta por essa substância na maioria das partes. Mas, se formos observar o volume existente, talvez o mundo que habitamos não mereça essa consideração (PENA 2016).

No entanto, quando falamos de água, estamos se referindo a um dos elementos que tornam o nosso planeta único perante demais que são conhecidos por nós no universo, uma vez que é a sua disponibilidade na forma líquida em abundância o principal fator para a existência da vida por aqui (PENA 2016).

A distribuição da água no mundo pode ser observada a partir da composição dessa substância. Pois esse recurso pode aparecer de forma salgada, como nos oceanos, mares e alguns lagos e na forma doce, que é à água que não possui uma grande densidade de sal em sua composição, sendo ela a própria para consumo humano (PENA, 2016).

A água doce, ainda apresenta-se dividida, como mostra Figura 1:

Figura 1: Distribuição da água no mundo



Fonte: Adaptado de VESENTINI, 2012.

Como base na Figura 1, à distribuição da água na biosfera terrestre, podemos perceber que a maior parte da água que existe no mundo é na forma salgada, com um percentual de

97,2% e está concentrada principalmente nos oceanos, mares e em alguns lagos salinos. Essa água não costuma ser muito utilizada para consumo ou em atividades de irrigação e abastecimento, mas em alguns locais onde são aplicadas técnicas de dessalinização da água, que, embora útil para alguns países, ainda não apresenta uma completa eficiência (VESENTINI, 2012).

Os outros 2,8% restantes são de água doce, e boa parte dela é própria para consumo. No entanto, quase 71% encontram-se em calotas polares, sendo inviáveis para a exploração e utilização. 18% em águas subterrâneas, por sua vez, é a principal fonte de captação de recursos hídricos no mundo, apresentando-se nos lençóis freáticos e aquíferos, tais como o Aquífero Guarani, que possui a capacidade de absorver e filtrar a água. Já os rios e lagos correspondem a apenas 7% de toda a água potável disponível no mundo, mas mesmo assim são importantes fontes de obtenção desse recurso para muitas localidades e precisam ser conservados e ainda 4% que estão na forma de umidade no ar e no solo (VESENTINI, 2012).

É válido lembrar que, no interior dessas massas continentais, também existem disparidades, de forma que algumas áreas apresentam problemas de escassez hídrica, tais como o norte da África, o Oriente Médio, o Sul da Ásia e algumas outras regiões do planeta. Tal fator agrava-se com a poluição de rios e reservas subterrâneas, além do esgotamento dos demais elementos que mantêm o equilíbrio natural do planeta (VESENTINI, 2012).

3.1.2 Recursos Hídricos no Brasil

O Brasil detém cerca de 12% da água doce superficial disponível no Planeta e 28% da disponibilidade nas Américas. Possui ainda, em parte de seu território, a maior reserva de água doce subterrânea, o Aquífero Guarani, com 1,2 milhões de quilômetros quadrados. Entretanto, a distribuição geográfica desses recursos – superficiais ou subterrâneos – é bastante irregular. A região Norte, com 8,3% da população, dispõe de 78% da água do País, enquanto o Nordeste, com 27,8% da população, tem 3,3% (SILVA, 2012).

O Nordeste é a região brasileira mais afetada pela escassez de água, o que torna a situação mais insustentável para os mais de oito milhões de habitantes do semiárido. Estudos realizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) revelam que as chances dos agricultores colherem boas safras são de três anos em dez na região. Em quatro anos, a produção cai muito e, em três, as perdas são quase totais. Nesses anos de secas mais

intensas, o Produto Interno Bruto (PIB) agrícola da região sofre uma redução de 60% (SILVA, 2012).

A crise de água não é consequência apenas de fatores climáticos e geográficos, mas principalmente do uso irracional dos recursos hídricos. Entre as causas do problema figuram: o fato de a água não ser tratada como um bem estratégico no País, a falta de integração entre a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e as demais políticas públicas, os graves problemas na área de saneamento básico e a forma como a água doce é compreendida, visto que muitos a consideram um recurso infinito. Para preservar os corpos hídricos e garantir o acesso a eles, o Brasil terá de promover uma gestão eficiente, que busque a equalização inter-regional e intertemporal da água. Para a definição dos principais marcos regulatórios e da capacidade de suporte de cada bacia, é fundamental o conhecimento das necessidades dos diversos usuários e da capacidade de oferta e de renovação das fontes naturais (FREITAS, 1999).

É comum ouvirmos falar em reportagens e campanhas de conscientização afirmando que o consumo doméstico da água é muito elevado e que nós precisamos adotar medidas para realizar uma maior economia desse importante recurso natural. Embora seja importante que nós, em nossas casas, procuremos evitar o consumo exagerado de água, o uso doméstico não é o principal responsável por esse elevado consumo. Se fizéssemos uma análise detalhada das atividades que mais consomem água no Brasil, constataremos que existem várias atividades socioeconômicas que gastam ainda mais os recursos hídricos. De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), é a atividade agropecuária a principal responsável pelo consumo da água. De acordo com a entidade, 70% de toda a água consumida no mundo é utilizada na irrigação das lavouras, número que se eleva para 72% no caso do Brasil, que é um país com forte produção nesse setor da economia.

Depois do setor agrícola, vem a atividade industrial, que é responsável por 22% do consumo de água no mundo. Somente depois vem o uso doméstico, que é responsável por cerca de 8% de toda a utilização dos recursos hídricos. Esse cenário revela que não apenas as casas e os comércios devem economizar, mas também os setores primário e secundário da economia, adotando medidas de contenção da utilização de água.

Ainda segundo a FAO, a agricultura é o setor da economia que mais necessita da imposição de medidas de redução do consumo de água, pois cerca de 60% de toda a água empregada na irrigação estaria sendo perdida por desperdício. Assim, os mesmos estudos

apontam que uma redução de 10% dessa perda seria o suficiente para abastecer o dobro da população mundial atual, em termos de média estatística.

3.1.3 Recursos Hídricos na cidade de Pau dos Ferros

De acordo com o Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente (IDEMA), a hidrogeologia do Município de Pau dos Ferros-RN compreende:

Aquífero Cristalino – Engloba todas as rochas cristalinas, onde o armazenamento de águas subterrâneas somente se torna possível quando a geologia local apresentar fraturas associadas a uma cobertura de solos residuais significativas. Os poços perfurados apresentam uma vazão média baixa de 3,05 m³/h e uma profundidade de até 60 m, com água comumente apresentando alto teor salino de 480 a 1.400 mg/l com restrições para consumo humano e uso agrícola (FREITAS, 2011).

Aquífero Aluvião – Apresenta-se disperso, sendo constituído pelos sedimentos depositados nos leitos e terraços dos rios e riachos de maior porte. Estes depósitos caracterizam-se pela alta permeabilidade, boas condições de realimentação e uma profundidade média em torno de 7 metros. A qualidade da água geralmente é boa e pouco explorada (FREITAS, 2011).

De acordo com os dados levantados no Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Pau dos Ferros (2005, p.05-6):

O município de Pau dos Ferros está inserido no Domínio Hidrogeológico Intersticial e no Domínio Hidrogeológico Fissural.

Domínio Intersticial – Constituído de rochas sedimentares da Formação Antenor Navarro e dos Depósitos Colúvio-eluviais.

Domínio Fissural – Composto de rochas do embasamento cristalino que englobam o sub-domínio rochas metamórficas constituído do Complexo Jaguaretama e o sub-domínio rochas ígneas da Suíte Calcicalcalina Itaporanga e da Suíte Poço da Cruz.

O levantamento registrou a existência de 50 pontos d'água, sendo um poço amazonas, dois poços escavados e 47 tubulares. Com relação à propriedade dos terrenos onde estão localizados os pontos d'água cadastrados, existiam no ano da pesquisa 47 pontos d'água em terrenos particulares e 03 pontos não tiveram a propriedade definida (2005, p.06).

Quanto ao tipo de abastecimento a que se destina a água: 16 pontos d'água destinavam-se ao atendimento comunitário (atendem a várias famílias), 04 ao atendimento

particular (atendem apenas ao seu proprietário) e 29 pontos não tiveram a finalidade do abastecimento definida (2005, p.06).

O município encontra-se com 100% do seu território inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró. Além de ser cortado pelo rio Apodi-Mossoró apresenta alguns riachos importantes, como: do Meio, do Retiro, da Estrema, das Cajazeiras e da Capa (IDEMA).

Tabela 1: Açudes com Capacidade de Acumulação Superior a 100.000 m³:

Públicos	Rio/Riacho Barrado	Capacidade (m³)
Barragem Pau dos Ferros	Rio Apodi	54 846 000
Benevides José Gonçalves	Riacho da Extrema	129 760
Capa	Riacho Capa	640 800
25 de Março	Riacho Cajazeiras	8 181 000
Torrões	Sem informação	1.000.000

Fonte: IDEMA e EMATER/RN – escritório local.

Ainda de acordo com a EMATER/RN (Perfil municipal – informações básicas, 2005, p.05):

[...] além dos pequenos e médios açudes particulares existentes nas comunidades rurais com capacidade de resistir de 01 até 02 anos de estiagem, existem também no município 35 poços tubulares, 90 poços amazonas, 230 cisternas com capacidade para 16 mil litros d água. Os reservatórios de água, e poços amazonas, tubulares e cisternas acima mencionados são utilizados para o consumo humano, animal, irrigação, culturas de vazantes e exploração da piscicultura.

3.2 PRINCIPAIS PROBLEMAS DA ESCASSEZ DE ÁGUA

3.2.1 Crescimento Populacional

A população mundial, ao longo dos últimos séculos, elevou-se em um ritmo exponencial, muito embora as últimas décadas tenham apresentando certa desaceleração nesse crescimento. O principal marco para o aumento do número de habitantes na Terra foi a Revolução Industrial a partir do século XVIII em diante, que possibilitou o crescimento das

cidades e uma acelerada urbanização, que inicialmente ocorreu nos países desenvolvidos e, atualmente, manifesta-se no mundo subdesenvolvido. Atualmente, a população mundial está estimada em 7,2 bilhões de pessoas, o que gera preocupação por parte de muitos sobre como esse grande número de habitantes utilizará os recursos naturais disponíveis na Terra (PENA, 2016).

Assim como no Nordeste brasileiro, há diversos pontos do mundo em que a escassez hídrica é motivo de êxodo da população e alvo de políticas públicas. Em termos globais, a oferta de água corre o risco de entrar numa crise profunda, pressionada cada vez mais pelo crescimento demográfico, pelas mudanças climáticas, pela contaminação de fontes e pelo desperdício. A crise é menos uma questão de insuficiência real, e mais de mau gerenciamento do uso dos recursos hídricos. A falta de água afeta não só a saúde humana, mas também o desenvolvimento socioeconômico da sociedade e o rumo das relações entre nações. As perspectivas são preocupantes: a ONU estima que, se as políticas em relação à água não mudarem, 1,8 bilhão de pessoas estarão vivendo em zonas muito secas e dois terços da humanidade estarão sujeitos a alguma restrição no acesso à água em 2025 (ALMANAQUE ABRIL, 2014).

O planeta já enfrenta uma crise de abastecimento de água, apesar de isso não significar que o líquido esteja diminuindo. A água que circula por mares, rios e lagos, que está guardada nos depósitos subterrâneos e nas calotas polares, como gelo, ou que circula em forma de umidade pela atmosfera, tem um volume quase constante, que demora milhões de anos para ser alterado. Essa quantidade quase não se altera pois a água está em eterno processo de reciclagem natural: evapora, desaba como chuva, escorre para o fundo da terra e retorna para a superfície, de onde volta a evaporar, no chamado ciclo da água. Por isso, a água é um recurso renovável (ALMANAQUE ABRIL, 2014).

O crescimento demográfico não significa apenas mais torneiras, descargas sanitárias e chuveiros nas residências. Significa, principalmente, que as sociedades precisam gerar mais energia e produzir cada vez mais, tanto no campo quanto nas fábricas. Os cálculos indicam que precisaremos de 60% a mais de energia vindas de hidrelétricas e de outras fontes renováveis. O desenvolvimento industrial e agropecuário é hoje responsável pelo consumo de 90% de toda água usada pela humanidade. E, quanto mais rica é uma população, maior é o consumo de água por pessoa, tanto no uso doméstico quanto por meio de sua alimentação e seu modo de vida. Com mais gente, prevê-se que, em 2030, a demanda por comida aumentará em 50% em todo o planeta (ALMANAQUE ABRIL, 2014).

A disparidade entre o consumo de água por ricos e pobres expressa uma perversa lógica de mercado. À população carente sem acesso ao serviço de fornecimento de água restam duas tristes opções: ou longas caminhadas diárias até poços e reservatórios, ou a compra de água de fornecedores particulares – agueiros ou caminhões-pipa. Nas duas situações, os prejuízos econômicos e sociais são imensos: estima-se que os africanos gastem 40 bilhões de horas a cada ano só no trabalho de coleta de água em pontos distantes e de transporte para suas casas (ALMANAQUE ABRIL, 2014).

3.2.2 Distribuição Populacional

“O problema da oferta de água é que ela é muito mal distribuída no planeta, ou seja, onde há muita disponibilidade, há poucos habitantes, e nas grandes cidades, onde há maior concentração populacional, a água está tão poluída que é caro demais recuperá-la. Há regiões onde a escassez se dá por razões de clima e morfologia do solo, que não retêm a umidade”, explica Heloisa, que aponta outra dificuldade particularmente associada aos recursos hídricos. Ao contrário do que acontece com a energia, que graças às linhas de transmissão pode ser gerada num determinado local – Tocantins, por exemplo – e distribuída para outros, as bacias hidrográficas não se comunicam, a não ser que haja transposição de águas em bacias vizinhas. “Os problemas também são quase independentes. Por exemplo, se economizarmos água na bacia do Tocantins, não vai sobrar água na bacia do Paraná” (Leporace, 2007).

O Brasil é um dos países mais ricos em recursos hídricos e abriga 12% de toda a água potável do mundo. Esse precioso líquido, porém, não se distribui de maneira uniforme pelo território nacional. Cerca de 70% das reservas encontram-se nos rios da Região Norte, que reúne menos de 5% da população nacional. Em 2013, enquanto os nordestinos pediam chuva, as populações ribeirinhas dos rios da Bacia do Amazonas torciam para que parasse de chover. No Amazonas, 26 municípios declararam situação de emergência, incluindo a capital, Manaus.

No Sudeste, os desafios ligados à água são de outro tipo, relacionados às grandes metrópoles e à falta de planejamento e manejo adequado, pois, para se tornarem potáveis para uso humano, as águas precisam passar por um processo de tratamento. Como resultado, temos uma conta difícil de fechar. Mas, mesmo em lugares em que há abundância, muitas vezes a população não recebe água tratada. Existem propostas para garantir a oferta de água a todos os brasileiros, tornando o resultado desse cálculo mais igualitário. Segundo especialistas, a

solução passa por ações como o controle de uso das reservas, monitoramento constante do meio ambiente, planejamento urbano eficiente, investimentos em cisternas, construção de poços e de infraestrutura de distribuição de água tratada (GUIA DO ESTUDANTE ABRIL, 2015).

Uma parcela da água potável não está à luz do sol, mas escondido em aquíferos, formações geológicas subterrâneas. Os especialistas calculam que essas reservas guardam um volume 100 vezes maior que o da água doce superficial existente no planeta. E o Brasil é privilegiado também nesse quesito, pois possui 27 aquíferos, incluindo um dos maiores do mundo: o Aquífero Guarani, que se espalha sob 01 milhão de quilômetros quadrados, pelo subsolo de oito estados do Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. O restante está sob os territórios de Uruguai, Paraguai e Argentina. Há estudos apontando que o depósito reserva 37 mil quilômetros cúbicos de água, volume suficiente para abastecer, sozinho, a população brasileira por muitos séculos. Mas ainda é difícil ter precisão nos cálculos, pois há poucas pesquisas a respeito (GUIA DO ESTUDANTE ABRIL, 2015).

O uso das reservas hídricas do subsolo requer planejamento. Os aquíferos abastecem rios e poços, mas, se sua água for retirada num ritmo mais intenso do que o de reposição natural, o nível pode descer perigosamente (GUIA DO ESTUDANTE ABRIL, 2015).

3.2.3 Desperdício de Água

O desperdício de água é um problema socioambiental de graves consequências para a humanidade, haja vista que, de toda a água disponível na Terra, apenas 3% é originalmente própria para consumo. Todavia, desses 3%, apenas uma menor parte encontra-se em locais de fácil acesso. Por isso, é preciso entender melhor essa questão a fim de encontrar possíveis soluções. Geralmente, na imprensa, nos meios de comunicação e também no cotidiano, é comum associar a ideia de desperdício de água a hábitos domésticos, tais como o uso indiscriminado no chuveiro, a torneira mal fechada, a utilização indevida da água, o não reaproveitamento, entre outros. Entretanto, essa questão pode ir muito além do desperdício residencial (PENA, 2016).

Existe, por exemplo, o desperdício durante o abastecimento de água, causado muitas vezes por falhas técnicas nas tubulações e sistemas públicos de distribuição ou até por desvios ilegais realizados por algumas pessoas para benefício próprio. No Brasil, segundo um relatório do Ministério das Cidades, cerca de 41% de toda a água tratada no país é

desperdiçada, o que equivale a um número inimaginável de litros não aproveitados e cerca de R\$ 4 bilhões de prejuízo (PENA, 2016).

No estado de São Paulo, cerca de 32% da água distribuída é desperdiçada, conforme a Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado (Artesp), o que perfaz um total de quase 990 bilhões de litros perdidos. Em países como os Estados Unidos e Alemanha, o nível de desperdício no abastecimento de água não ultrapassa os 9%. Portanto, são necessárias medidas de manutenção da tubulação comprometida, além de uma maior fiscalização sobre conexões hidráulicas irregulares. Outro tipo de desperdício de água acontece na agricultura. Em muitos casos, sistemas inadequados de irrigação ou aproveitamento fazem com que boa parte da água empregada nas lavouras não seja aproveitada, tanto pelo uso incorreto quanto pelas altas taxas de evaporação (PENA, 2016).

Além disso, a contaminação dos solos, dos lençóis freáticos e de alguns rios em razão do uso de agrotóxicos também se torna um agravante para o problema em questão. Para combater o desperdício de água na agricultura, é preciso utilizar métodos de irrigação voltados para esse intuito (PENA, 2016).

Na indústria, também ocorrem problemas semelhantes. Em alguns sistemas de produção, a água é empregada no resfriamento de equipamentos, o que poderia ser mais bem efetuado com água de reuso e outros métodos de maior economia. Além disso, casos de vazamento ou manejo incorreto na captação de sistemas locais de abastecimento também podem gerar uma grande quantidade de desperdício. Por esse motivo, é importante haver uma grande fiscalização das fábricas a fim de que elas também participem do processo de conservação dos recursos hídricos, o que também vale para outros setores, tais como a construção civil, o comércio etc (PENA, 2016).

3.2.4 Poluição das Águas

O comprometimento da qualidade da água pela contaminação por esgotos domésticos, muitas vezes lançados no ambiente sem tratamento prévio, implica, entre outras consequências, o aumento da incidência de doenças de veiculação hídrica, como cólera, diarreia, amebíase e esquistossomose. Essa preocupação assume proporções mais graves em países ou regiões onde é maior a pobreza. Nos países em desenvolvimento, 90% das doenças infecciosas são transmitidas pela água (FREITAS, 1999).

A solução para esses problemas passa pela adoção de políticas públicas eficazes. Devido à escassez de recursos financeiros, o tratamento de água e de esgotos é, por vezes, relegado a segundo plano. No Brasil, o maior percentual de residências sem instalações sanitárias ocorre nas regiões Norte e Nordeste, que concentram a população mais carente do País (FREITAS, 1999).

O índice de mortalidade infantil guarda relação inversa com a porcentagem de domicílios atendidos pelos serviços de distribuição de água e coleta de esgotos. As consequências das más condições de saneamento são agravadas pela falta de informação, mais comum entre a população de baixa renda. A racionalização do uso dos recursos hídricos passa pela redução do consumo, a reutilização e a reciclagem. A redução do consumo diz respeito à simples economia de água, por meio da eliminação de vazamentos e da diminuição do gasto em atividades domiciliares, industriais e agrícolas, entre outras. A reutilização pode ser definida como o uso de água já utilizada para determinada função, mesmo que sua qualidade tenha sido reduzida durante esse uso inicial; o reaproveitamento é feito antes que essa água atinja a rede de esgoto. A reciclagem consiste no reaproveitamento da água que já passou pela rede de esgoto e por uma estação de tratamento (FREITAS, 1999).

A poluição ameaça os reservatórios: o Aquífero Guarani corre risco nos pontos em que a água aflora naturalmente à superfície. Já há sinais de contaminação por esgoto e agrotóxicos, que chegam até o subsolo quando jogados por indústrias e fazendas e são absorvidos, particularmente no Rio Grande do Sul e no interior de São Paulo (FREITAS, 1999).

3.3 USOS FINAIS DE ÁGUA

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), a maior parte dos recursos hídricos é consumida pelas atividades do campo, seguidas pela indústria, comércio e uso residencial (PENA, 2016).

Portanto, entre as práticas que mais consomem água, somente a agricultura é responsável por cerca de 70% de toda a água consumida no mundo. Nos países desenvolvidos, essa proporção diminui bastante, já nos países subdesenvolvidos ela chega a ultrapassar os 80%, haja vista que quase todos esses países não apresentam grandes índices de industrialização. No Brasil, a agropecuária é responsável por 72% de toda a água consumida no país (PENA, 2016).

A agricultura produz a maior parte dos alimentos consumidos pela humanidade. Simplesmente não há outra solução para o nosso futuro senão continuar a cultivar o planeta, e a usar plantas e animais como alimento. No entanto, a agricultura é também o maior consumidor de água doce, sendo responsável por cerca de três quartos do consumo mundial. Se a população aumentar em 65% nos próximos cinquenta anos, como é virtualmente certo, cerca de 70% dos habitantes deste planeta enfrentarão deficiências no suprimento de água, e 16% deles não terão água bastante para produzir sua alimentação básica. O necessário aumento da produção de alimentos não poderá ser alcançado sem uma maior produtividade na terra existente e com a água disponível (SELBORN, 2001).

A água para a agricultura provém diretamente das chuvas, que recompõem a umidade do solo, ou é gerada artificialmente, por meio da irrigação. Um pouco mais de 60% da produção global de alimentos é atribuído à chuva, e quase 40% à agricultura irrigada. Aperfeiçoar a eficiência do uso da água na irrigação é tecnicamente possível, e também necessário; esse aperfeiçoamento teria que levar em conta os problemas de encharcamento e salinização, causados normalmente pelo uso excessivo de água e por sistemas de drenagem mal projetados. É também tecnicamente possível aumentar a eficiência na utilização da água da chuva mas, como os recursos renováveis de água são limitados, o resultado poderia ser um menor escoamento, e portanto menor disponibilidade de água a jusante (SELBORN, 2001).

A atividade industrial vem em segundo lugar e possui também grandes níveis de consumo. A produção de alguns materiais demanda uma maior utilização de água tanto na fabricação direta quanto no resfriamento e lavagem dos equipamentos. Um quilo de alumínio, por exemplo, demanda a utilização de aproximadamente 100 mil litros de água. A fabricação de um carro completo, por sua vez, gasta 400 mil litros. Assim, quanto mais um país ou região industrializa-se, mais água tende a consumir (PENA, 2016).

A indústria pode inovar, melhorando o uso da água, acrescentando essas inovações à sua abordagem atual, assim como ajudar a desenvolver procedimentos, produtos e serviços totalmente novos, tais como a dessalinização menos cara, a irrigação mais eficiente, etc. No entanto, o processo de inovação implica que opções muitas vezes precisam ser feitas entre tecnologias e métodos competitivos, assim como a definição do objetivo fundamental dessas inovações. A indústria, e outros atores, precisam ponderar a informação de que dispõem sobre os custos e vantagens, o rendimento das alternativas; para fazer isso de forma inteligente, a indústria está obrigada a dirigir recursos à área de pesquisa e desenvolvimento, compartilhando com o mercado as informações resultantes (SELBORN, 2001).

É preciso refutar o mito de que o desenvolvimento industrial provoca inevitavelmente a poluição dos rios ou dos aquíferos. Com efeito, durante as duas ou três últimas décadas diminuiu, em muitos países industrializados, o volume de água usado pela indústria, e a consequente poluição, sem que houvesse qualquer impacto econômico significativo nos setores envolvidos. O mesmo poderá acontecer em muitos países em desenvolvimento, desde que se crie uma consciência social e que haja mais recurso às tecnologias industriais limpas desenvolvidas nos últimos anos. A indústria pode dar contribuições positivas; por exemplo: localizando as operações que utilizam muita água em regiões onde o seu suprimento seja suficiente, adotando práticas conservacionistas tais como o uso de águas cinzentas nos processos que não exigem água de melhor qualidade, e melhorando a qualidade da água esgotada após o uso. Só o recurso à reciclagem pode reduzir o consumo de muitas indústrias em 50% ou mais, com a vantagem adicional de diminuir a poluição resultante. A indústria pode promover o gerenciamento social da água, em cooperação com outras partes interessadas, com base no respeito recíproco pelas necessidades e valores de todos os interessados e iniciando um diálogo permanente sobre os temas relacionados com o recurso hídrico e o respectivo intercâmbio de informação (SELBORN, 2001).

Por fim, o uso doméstico e comercial são os que, proporcionalmente, menos consomem água, apresentando apenas 8% de todo o consumo médio. Isso revela que, além das residências, os demais setores da economia também devem atuar no sentido de economizar água para garantir a sua preservação para as gerações futuras. Medidas como métodos econômicos de irrigação, reúso da água na indústria, além da redução no consumo individual, são importantes maneiras de garantir a disponibilidade de água (PENA, 2016).

3.4 APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

3.4.1 Histórico do Aproveitamento de Água de Chuva

O sistema de captação de água de chuva existe há tempos em diversas regiões do mundo. No deserto de Nígev, por exemplo, essa técnica é usada há mais de quatro mil anos. No México, escritas antigas revelam o uso do sistema na época de Aztecas e Mayas. No Brasil, as instalações mais antigas encontram-se em Fernando de Noronha, datadas de 1943, construídas pelos Norte-americanos. Atualmente, em países como Holanda, a água da chuva é coletada para evitar transbordamento dos canais que rodeiam o país, situado abaixo do nível

do mar, e é usada em irrigação e fontes ornamentais. Na Alemanha, é coletada para suprir a péssima qualidade de distribuição da água na cidade. Em algumas regiões da Austrália, o abastecimento público já se tornou bem caro, devido a escassez, e várias residências optaram pela captação proveniente das chuvas. Além do Japão, que utiliza dessa alternativa para suprir suas demandas (RECRIAR COM VOCÊ, 2011).

Os motivos que levam à decisão para se utilizar água de chuva são basicamente os seguintes:

- Conscientização e sensibilidade da necessidade da conservação da água;
- Região com disponibilidade hídrica menor que 1200 M³/habitante x ano;
- Elevadas tarifas de água das concessionárias públicas;
- Retorno dos investimentos (payback) muito rápido;
- Instabilidade do fornecimento de água pública;
- Exigência de lei específica;
- Locais onde a estiagem é maior que 5 meses;
- Locais ou regiões onde o índice de aridez seja menor ou igual a 0,50.

Nota: o índice de aridez foi criado em 1941 por Thorntwaite e ajustado em 1953 por Penman. Mede o grau de aridez através das precipitações e da evapotranspiração. O semiárido brasileiro tem índice de aridez menor que 0,50. (TOMAZ, 2007)

3.4.2 Captação da Água de Chuva no Brasil

O Brasil, segundo a UNESCO (2003), está em 5º lugar entre os países com maior disponibilidade hídrica do mundo (48.314m³/hab./ano), atrás apenas do Congo (275.679m³/hab./ano), Suriname (292.566m³/hab./ano), Islândia (309.319m³/háb./ano) e, finalmente, Guiana Francesa (812.121 m³/hab./ano) (RECRIAR COM VOCÊ, 2011).

O Brasil já está entre os líderes em construções sustentáveis. A informação foi divulgada pela revista Exame e os dados são confirmados pelo maior órgão internacional dessa área, o United States Green Building Council (USGBC). De 2007 até agora, o país contabiliza 526 empreendimentos sustentáveis, com essa marca ocupa a quarta colocação no ranking mundial, que é liderado pelos Estados Unidos. No Brasil, o aproveitamento da água da chuva iniciou-se com a construção de cisternas, principalmente, no Nordeste. Alguns programas foram criados pelo governo no intuito de melhorar a qualidade de vida da população do semiárido brasileiro. Um deles foi a criação do Centro de Pesquisas

Agropecuárias do Trópico Semiárido (CPATSA) em 1975, com o objetivo de coleta da água da chuva e de construção de cisternas para armazenamento de água para consumo e atualmente contamos com o Programa Água Para Todos, desenvolvido em 2012 (REIS E SILVA, 2014).

O armazenamento da água da chuva nessas regiões também é incentivado e financiado por Organizações Não Governamentais (ONG's) em parceria com o governo. Como exemplo, pode-se citar a Cáritas, em 1957, Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA) que, atualmente, desenvolve projetos como o “Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2)” e “Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC)” programa esse que tem por objetivo beneficiar cinco milhões de pessoas e destinado às famílias com renda até meio salário mínimo por membro da família, incluídas no Cadastro Único do governo federal e que contenham o Número de Identificação Social (NIS) (REIS E SILVA, 2014).

3.4.3 Normas para o Aproveitamento de Água de Chuva

Para que se pudesse extrair o máximo da eficiência do aproveitamento da água da chuva, com o intuito de se diminuir o consumo de água potável, pesquisadores renomados, empresários e interessados no tema tomaram a iniciativa resultando na elaboração de norma técnica voltada exclusivamente para o uso da água de chuva.

No ano de 2007, foi publicada a “NBR 15527/2007- Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos”. Este documento, de oito páginas, tem o seguinte objetivo:

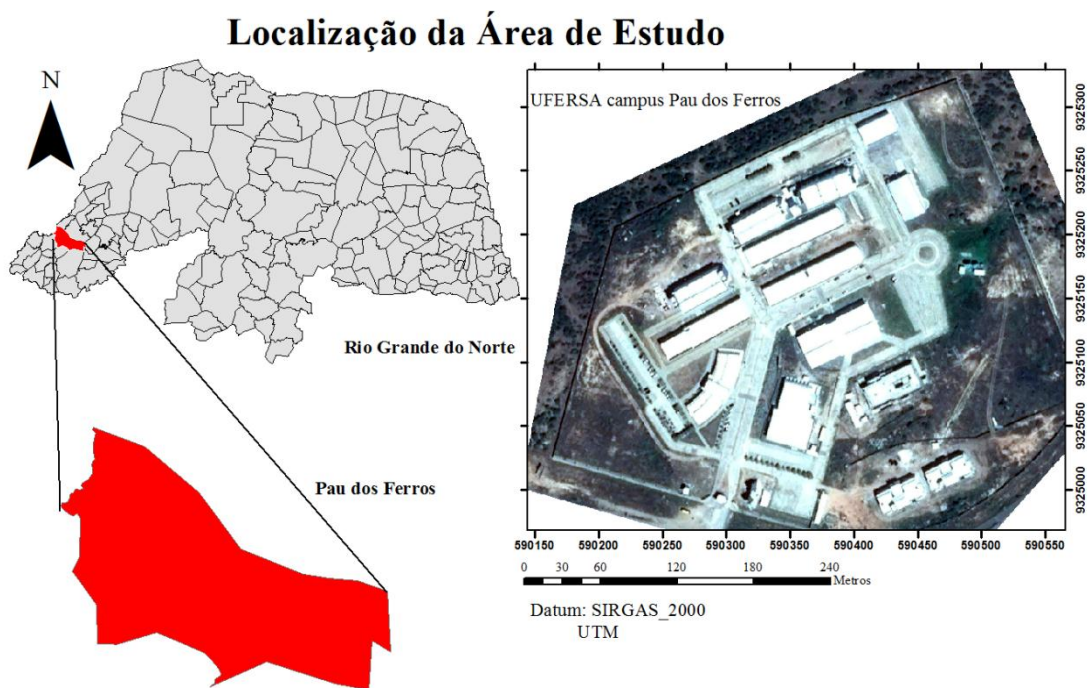
“Fornecer os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Aplica-se a usos não potáveis em que as águas de chuva podem ser utilizadas após tratamento adequado como, por exemplo, descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais” (REIS E SILVA, 2014).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus Pau dos Ferros está atualmente instalada na rodovia BR-226, KM 405, Bairro São Geraldo. Conforme apresenta-se a Figura 2.

Figura 2:



Fonte: Elaborado pelo autor, 2016

4.2 OBTENÇÃO DAS ÁREAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Visando uma boa precisão da área a ser estudada, inicialmente seria utilizado o *Google Maps* como fonte de informação com as imagens da área de estudo a serem analisados para a realização do trabalho. Porém, o uso desse recurso não foi suficiente ao obter os dados necessários na realização da pesquisa. Nas edificações que constaram na imagem não havia conteúdo sobre todas as áreas e pelo fato do trabalho ter uma visão futura para expansão do campus e posteriormente a implementação do trabalho nesse mesmo local, seria necessário ter conhecimentos sobre os locais ainda não construídos.

Ao pesquisar o local utilizando como ferramenta o *Google Earth*, temos como resultado a Figura 3.

Figura 3: Edificações do campus



Fonte: Google Earth, 2016.

Com base na Figura 3, pode-se verificar todas as edificações já construídas e as obras ainda em fase de execução, o que não é suficiente para o progresso do trabalho. Dessa forma, buscando melhorar a qualidade do trabalho, buscamos a SIN (Superintendência de Infraestrutura) da UFERSA com o intuito de adquirir todos os projetos arquitetônicos do campus de Pau dos Ferros-RN, nesses projetos foi possível ter acesso aos prédios construídos, prédios em construção e a previsão de ampliação do campus. Após a disponibilidade destes projetos, utilizando o AutoCAD, serão realizados cálculo das áreas de cada edificação, como observa-se na Tabela 2.

Tabela 2: Edificações e suas respectivas áreas.

Edificação	Área (m ²)
Laboratório I	736,46
Laboratório II	736,46
Laboratório III	736,46
Bloco de sala dos professores I	1240,92
Bloco de sala dos professores II	1240,92
Garagem	384,92
Almoxarifado	596,74
Centro de convivência	1404,00
Biblioteca	1516,29
Restaurante Universitário	988,90
Residência universitária I	612,92
Residência universitária II	612,92
Administrativo	894,95
Bloco de salas I	1200,55
Bloco de salas II	736,46
Bloco de salas III	736,46

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

4.3 AQUISIÇÃO DA SÉRIE HISTÓRICA PLUVIOMÉTRICA DO MUNICÍPIO DE PAU DOS FERROS.

Para a continuidade do trabalho, é necessário obter os dados pluviométricos do município para a determinação da capacidade de armazenamento das águas pluviais, dessa forma, buscamos a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) e obtivemos dados dos últimos 51 anos do local. Tendo início no ano de 1964 até 2015.

4.4 CÁLCULO DA CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS.

Por meio dos dados pluviométricos, foi possível a obtenção de uma média de precipitação mensal da série histórica disponível, de posse dessas médias, utilizamos as áreas das respectivas edificações e calculamos o potencial de captação de águas pluviais. Os dados

pluviométricos estão em milímetros e para o cálculo do dimensionamento é necessário que se converta para a unidade de metros. O volume de captação é calculado por meio da seguinte equação:

$$V = A \cdot P_m \quad (1)$$

Em que:

V = Volume de captação – m³

A = Área da edificação – m²

P_m = Precipitação média mensal. – m

As médias pluviométricas dos meses são verificadas na Tabela 3:

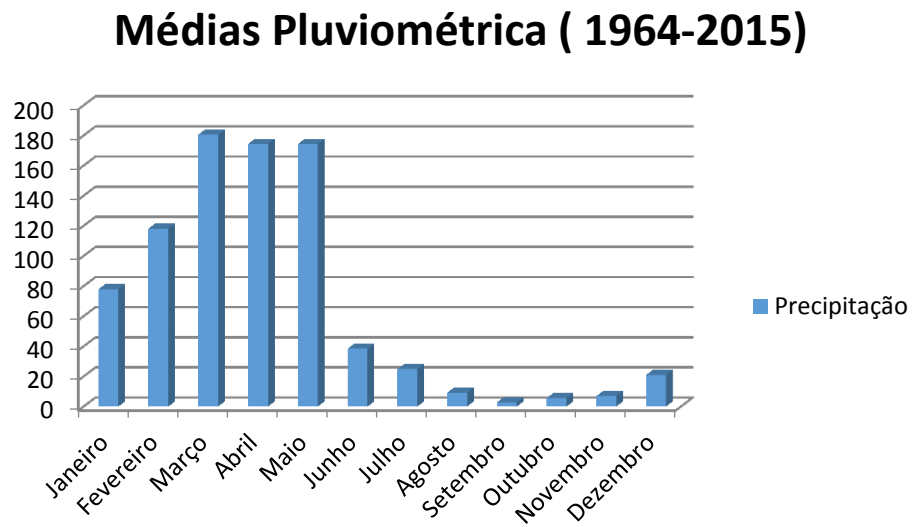
Tabela 3: Média pluviométrica (1964 – 2015).

Mês	Média pluviométrica (mm)
Janeiro	77,94
Fevereiro	118,14
Março	180,49
Abril	174,35
Maio	174,35
Junho	38,42
Julho	24,87
Agosto	9,18
Setembro	2,79
Outubro	5,58
Novembro	6,95
Dezembro	20,95

Os Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

O gráfico abaixo mostra as médias pluviométricas, sendo possível observar que os meses de Março, Abril e Maio possuem uma maior precipitação em relação aos demais, diferentemente dos meses de Setembro, Outubro e Novembro que são os meses de menores incidências de chuvas.

Figura 4: Médias Pluviométricas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da realização dos cálculos das áreas de edificações e as médias pluviométricas locais, temos os dados suficientes para calcular o potencial de armazenamento de água de cada edificação do campus da UFERSA. Como mostra as tabelas abaixo, utilizamos a área e a precipitação e obtivemos o volume de cada mês, obtido os volumes, realizou-se a soma e resultou no volume total de água que o respectivo local armazena.

- Laboratório I, Laboratório II e Laboratório III.

Tabela 4: Volume de armazenamento de águas pluviais do laboratório I.

Área (m ²)	Mês	Precipitação (mm)	Volume (m ³)
736,36	Janeiro	77,94	57,39
736,36	Fevereiro	118,14	86,99
736,36	Março	180,49	132,90
736,36	Abril	174,35	128,38
736,36	Maio	174,35	128,38
736,36	Junho	38,42	28,29
736,36	Julho	24,87	18,30
736,36	Agosto	9,18	6,76
736,36	Setembro	2,79	2,05
736,36	Outubro	5,58	4,10
736,36	Novembro	6,95	5,12
736,36	Dezembro	20,95	15,42
Volume Total			614,12

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

- Bloco de sala dos professores I e Bloco dos professores II

Tabela 5: Volume de armazenamento de águas pluviais do Bloco de sala dos professores I.

Área (m ²)	Mês	Precipitação (mm)	Volume (m ³)
1240,92	Janeiro	77,94	96,72
1240,92	Fevereiro	118,14	146,60
1240,92	Março	180,49	223,96
1240,92	Abril	174,35	216,34
1240,92	Maio	174,35	216,34
1240,92	Junho	38,42	47,67
1240,92	Julho	24,87	30,85
1240,92	Agosto	9,18	11,39
1240,92	Setembro	2,79	3,46
1240,92	Outubro	5,58	6,92
1240,92	Novembro	6,95	8,62
1240,92	Dezembro	20,95	26,00
Volume Total			1034,9

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

- Garagem

Tabela 6: Volume de armazenamento de águas pluviais da Garagem.

Área (m ²)	Mês	Precipitação (mm)	Volume (m ³)
384,92	Janeiro	77,94	30,00
384,92	Fevereiro	118,14	45,47
384,92	Março	180,49	69,47
384,92	Abril	174,35	67,10
384,92	Maio	174,35	67,10
384,92	Junho	38,42	14,78
384,92	Julho	24,87	9,57
384,92	Agosto	9,18	3,53
384,92	Setembro	2,79	1,07
384,92	Outubro	5,58	2,14
384,92	Novembro	6,95	2,67
384,92	Dezembro	20,95	8,06
Volume Total			321,02

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

- Almojarifado

Tabela 7: Volume de armazenamento de águas pluviais do Almojarifado.

Área (m ²)	Mês	Precipitação (mm)	Volume (m ³)
596,74	Janeiro	77,94	46,51
596,74	Fevereiro	118,14	70,49
596,74	Março	180,49	107,70
596,74	Abril	174,35	104,03
596,74	Mai	174,35	104,03
596,74	Junho	38,42	22,92
596,74	Julho	24,87	14,83
596,74	Agosto	9,18	5,47
596,74	Setembro	2,79	1,66
596,74	Outubro	5,58	3,32
596,74	Novembro	6,95	4,14
596,74	Dezembro	20,95	12,50
	Mês	Volume Total	497,68

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

- Centro de convivência

Tabela 8: Volume de armazenamento de águas pluviais do Centro de Convivência.

Área (m ²)	Mês	Precipitação (mm)	Volume (m ³)
1404	Janeiro	77,94	109,43
1404	Fevereiro	118,14	165,86
1404	Março	180,49	253,40
1404	Abril	174,35	244,78
1404	Mai	174,35	244,78
1404	Junho	38,42	53,94
1404	Julho	24,87	34,91
1404	Agosto	9,18	12,89
1404	Setembro	2,79	3,91
1404	Outubro	5,58	7,83
1404	Novembro	6,95	9,76
1404	Dezembro	20,95	29,41
	Mês	Volume Total	1170,94

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

- Biblioteca

Tabela 9: Volume de armazenamento de águas pluviais da Biblioteca.

Área (m ²)	Mês	Precipitação (mm)	Volume (m ³)
1516,29	Janeiro	77,94	118,18
1516,29	Fevereiro	118,14	179,13
1516,29	Março	180,49	273,66
1516,29	Abril	174,35	264,35
1516,29	Maio	174,35	264,35
1516,29	Junho	38,42	58,25
1516,29	Julho	24,87	37,70
1516,29	Agosto	9,18	13,92
1516,29	Setembro	2,79	4,22
1516,29	Outubro	5,58	8,45
1516,29	Novembro	6,95	10,54
1516,29	Dezembro	20,95	31,77
	Mês	Volume Total	1264,59

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

- Restaurante Universitário

Tabela 10: Volume de armazenamento de águas pluviais do Restaurante Universitário.

Área (m ²)	Mês	Precipitação (mm)	Volume (m ³)
988,9	Janeiro	77,94	77,07
988,9	Fevereiro	118,14	116,82
988,9	Março	180,49	178,48
988,9	Abril	174,35	172,41
988,9	Maio	174,35	172,41
988,9	Junho	38,42	37,99
988,9	Julho	24,87	24,58
988,9	Agosto	9,18	9,08
988,9	Setembro	2,79	2,75
988,9	Outubro	5,58	5,51
988,9	Novembro	6,95	6,87
988,9	Dezembro	20,95	20,72
	Mês	Volume Total	824,74

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

- Residência Universitária Masculina e Feminina

Tabela 11: Volume de armazenamento de águas pluviais da Residência Universitária masculina e feminina.

Área (m ²)	Mês	Precipitação (mm)	Volume (m ³)
612,82	Janeiro	77,94	47,76
612,82	Fevereiro	118,14	72,39
612,82	Março	180,49	110,60
612,82	Abril	174,35	106,84
612,82	Maio	174,35	106,84
612,82	Junho	38,42	23,54
612,82	Julho	24,87	15,23
612,82	Agosto	9,18	5,62
612,82	Setembro	2,79	1,70
612,82	Outubro	5,58	3,41
612,82	Novembro	6,95	4,26
612,82	Dezembro	20,95	12,84
Volume Total			511,09

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

- Bloco Administrativo

Tabela 12: Volume de armazenamento de águas pluviais do Bloco Administrativo.

Área (m ²)	Mês	Precipitação (mm)	Volume (m ³)
894,95	Janeiro	77,94	69,75
894,95	Fevereiro	118,14	105,72
894,95	Março	180,49	161,52
894,95	Abril	174,35	156,03
894,95	Maio	174,35	156,03
894,95	Junho	38,42	34,38
894,95	Julho	24,87	22,25
894,95	Agosto	9,18	8,21
894,95	Setembro	2,79	2,49
894,95	Outubro	5,58	4,99
894,95	Novembro	6,95	6,22
894,95	Dezembro	20,95	18,75
	Mês	Volume Total	746,39

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

- Bloco de salas I

Tabela 13: Volume de armazenamento de águas pluviais do Bloco de Salas I.

Área (m ²)	Mês	Precipitação (mm)	Volume (m ³)
1200,55	Janeiro	77,94	93,57
1200,55	Fevereiro	118,14	141,83
1200,55	Março	180,49	216,68
1200,55	Abril	174,35	209,31
1200,55	Mai	174,35	209,31
1200,55	Junho	38,42	46,12
1200,55	Julho	24,87	29,85
1200,55	Agosto	9,18	11,02
1200,55	Setembro	2,79	3,34
1200,55	Outubro	5,58	6,69
1200,55	Novembro	6,95	8,34
1200,55	Dezembro	20,95	25,15
	Mês	Volume Total	1001,26

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

- Bloco de salas II e III.

Tabela 14: Volume de armazenamento de águas pluviais do Bloco Salas II e III.

Área (m ²)	Mês	Precipitação (mm)	Volume (m ³)
736,46	Janeiro	77,94	57,40
736,46	Fevereiro	118,14	87,00
736,46	Março	180,49	132,92
736,46	Abril	174,35	128,39
736,46	Maio	174,35	128,39
736,46	Junho	38,42	28,29
736,46	Julho	24,87	18,31
736,46	Agosto	9,18	6,76
736,46	Setembro	2,79	2,05
736,46	Outubro	5,58	4,10
736,46	Novembro	6,95	5,12
736,46	Dezembro	20,95	15,43
	Mês	Volume Total	614,21

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

Todas as tabelas apresentadas anteriormente constam os cálculos dos volumes individuais das edificações, como forma resumida, a tabela a seguir trata apenas da capacidade de armazenamento.

Tabela 15: Volumes individuais das edificações.

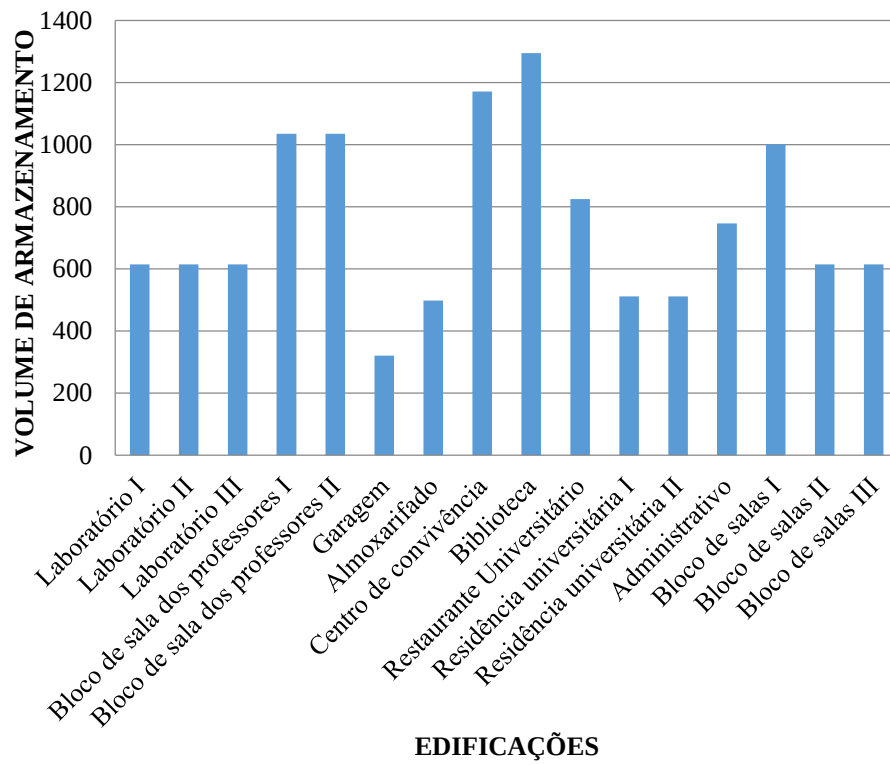
Edificação	Volume (m ³)
Laboratório I	614,12
Laboratório II	614,12
Laboratório III	614,12
Bloco de sala dos professores I	1034,93
Bloco de sala dos professores II	1034,93
Garagem	321,02
Almoxarifado	497,68
Centro de convivência	1170,94
Biblioteca	1294,59
Restaurante Universitário	824,74
Residência universitária I	511,09
Residência universitária II	511,09
Administrativo	746,39
Bloco de salas I	1001,26
Bloco de salas II	614,21
Bloco de salas III	614,21

Fonte: Elaborado pelo autor

O gráfico a seguir mostra a variação de área de armazenamento de cada edificação, por meio deste podemos perceber que a edificação que se apresenta mais eficaz na captação em relação aos demais é a biblioteca, é perceptível isso pela grande dimensão que a estrutura possui. No cálculo de áreas é a maior, com 1516,29 m². Ao contrário da biblioteca, temos a garagem, com uma pequena área de 384,92 m², com menor capacidade de captação comparada as demais.

Figura 5: Capacidade de armazenamento das edificações

Capacidade de Armazenamento



Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de águas pluviais no campus da UFERSA é uma alternativa de complementação da oferta de água, visto que o mesmo está inserido em uma região semiárida onde a água é utilizada para os diversos usos existentes de forma conjunta com o abastecimento de água convencional.

Recomendam-se ações que estimulem a implantação de sistemas de captação e aproveitamento de água de chuva, porém estas devem ser associadas à adequação das instalações hidráulicas prediais, dimensionamento criterioso do sistema, observando as características locais, evitando que projetos inadequados sejam adotados, comprometendo os aspectos positivos da alternativa.

A partir deste trabalho, verifica-se que a adoção de um sistema bem simples para captação e utilização de água de chuva, irá representar uma redução do consumo de água, bastante significativa, permitindo que esta, com melhor qualidade, fosse destinada para usos mais nobres.

O estudo também evidenciou a potencialidade de armazenamento das AP no campus da UFERSA, necessitando como próximo passo a construção de reservatórios, com vistas a proporcionar o armazenamento efetivo das AP.

Olhando para o lado de viabilidade, sem pensar nos custos, mas sim nos benefícios da implantação, o sistema de aproveitamento de AP diminuirá também os problemas de drenagem dentro do campus, retendo boa parte da água que escoaria pelas suas redondezas, tendo em vista que o terreno é acidentado com áreas alagadiças. Ainda diminuiria a quantidade de água tratada utilizada para rega de jardim, lavagem das edificações, banheiros e entre outras atividades.

Ainda observando discussões sobre a cobrança pelo uso da água, as tarifas pagas também poderão sofrer alterações significativas tornando o sistema viável também economicamente.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMANAQUE ABRIL. **ÁGUA: Uma questão para o mundo todo.** Disponível em: <<http://www.rumosgeograficos.com/2014/03/agua-uma-questao-para-o-mundo-todo.html>>

Acesso em: 22 de mar. 2016.

Captação de Água de Chuva: História. Disponível em: <http://www.recriarcomvoce.com.br/blog_recriar/captao-de-gua-de-chuva-histria/> Acesso em: 06 de abril de 2016.

CIRILO, J. A. C. **Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido.** Estudos Avançados, v.22, p.61-82, 2008

FREITAS, Boanerges. **PAU DOS FERROS: RECURSOS HÍDRICOS.** Disponível em: <<http://blogsertaopotiguar.blogspot.com.br/2015/09/pau-dos-ferros-recursos-hidricos.html>>

Acesso em: 22 de mar. 2016.

FREITAS, Marco Aurélio Vasconcelos de & SANTOS, Afonso Henrique Moreira. **Importância da Água e da Informação Hidrológica.** In: O Estado das Águas no Brasil. Brasília: ANEEL e ANA, 1999.

GUIA DO ESTUDANTE ABRIL. **Crise Hídrica.** Disponível em: <<http://guiadoestudante.abril.com.br/crise-hidrica/>> Acesso em: 28 de mar. 2016.

LEPORACE, Camila. **Escassez de água ameaça o planeta.** Disponível em: <<http://opinioenoticia.com.br/vida/meio-ambiente/escassez-de-agua-ameaca-o-planeta/>>

Acesso em: 28 de mar. 2016.

PENA, Rodolfo F. Alves. **Atividades que mais consomem água.** *Brasil Escola.* Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/atividades-que-mais-consomem-agua.htm>>.

Acesso em: 07 de março de 2016.

PENA, Rodolfo F. Alves. **Desperdício de água.** *Brasil Escola*. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/desperdicio-agua.htm>>. Acesso em: 08 de abril de 2016.

PENA, Rodolfo F. Alves. **Práticas que mais consomem água.** *Brasil Escola*. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/praticas-que-mais-consomem-agua.htm>>. Acesso em: 01 de abril de 2016.

REIS E SILVA, Daniel Freitas. **Aproveitamento de água de chuva através de um sistema de coleta com cobertura verde: avaliação da qualidade da água drenada e potencial de economia de água potável.** MARÇO DE 2014.

SELBORN, Lord. **A ÉTICA DO USO DA ÁGUA DOCE: UM LEVANTAMENTO.** Disponível em: < <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001271/127140por.pdf>>. Acesso em: 03 de abril de 2016.

SILVA, Carlos Henrique R. Tomé. **Recursos Hídricos e Desenvolvimento Sustentável no Brasil.** Disponível em: <<http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/242667/Boletim2012.23.pdf?sequence=1>> Acesso em: 20 mar. 2016.

TOMAZ, PLINIO. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis.** Navegar Editora, São Paulo, 2005, 2ª ed., 180p. ISBN 85-87678-23-x.