



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

ISNARD SANTOS NETO

**PROPOSIÇÃO DE REAPROVEITAMENTO DAS ÁGUAS
PLUVIAIS E DAS ÁGUAS BRANCAS DE DESTILADORES *DOS
BLOCOS DOS LABORATORIOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CAMPINA GRANDE (UFCG) CAMPUS POMBAL – PB***

POMBAL-PB

2016

ISNARD SANTOS NETO

**PROPOSIÇÃO DE REAPROVEITAMENTO DAS ÁGUAS
PLUVIAIS E DAS ÁGUAS BRANCAS DE DESTILADORES *DOS
BLOCOS DOS LABORATORIOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CAMPINA GRANDE (UFCG) CAMPUS POMBAL – PB***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental
da UACTA/CCTA/UFCG como requisito final para
a obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Ambiental.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Andréia Maria Brandão
Mendes de Oliveira.

POMBAL-PB

2016

ISNARD SANTOS NETO

**PROPOSIÇÃO DE REAPROVEITAMENTO DAS ÁGUAS
PLUVIAIS E DAS ÁGUAS BRANCAS DE DESTILADORES DOS
BLOCOS DOS LABORATORIOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CAMPINA GRANDE (UFCG) CAMPUS POMBAL – PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental
da UACTA/CCTA/UFCG como requisito final para
a obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Ambiental.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Andréia Maria Brandão Mendes de Oliveira.
(CCTA/UFCG - Orientador)

Msc. Everton Vieira da Silva
(CCTA/UFCG - Examinador Interno)

Msc. Sanduel Oliveira de Andrade
(Examinador Externo)

**POMBAL-PB
2016**

*A meu pai Isnard , a minha mãe Cristiane e
aos meus irmãos Pedro e Mauricio.*

AGRADECIMENTOS

A Deus por proporcionar a vida.

A minha família pelo apoio, carinho e incentivo.

Ao meu tio Alex que me ajudou muito nessa trajetória, sempre aconselhando da melhor maneira possível.

A Virgínnia pela constante presença ao meu lado.

A minha orientadora Prof.^a Dr.^a Andreia Maria Brandão Mendes de Oliveira, pela oportunidade de realização de um grande sonho.

Aos meus amigos que fizeram parte desta caminhada e torceram por mim especialmente, Antônio Oliveira, Danilo Lopes, Claudio Barreto e Lucas Mendes.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Média de chuvas da cidade de Pombal.	28
Tabela 02 -Volume previsível de águas de chuva dos blocos dos laboratórios do campus em m ³	29
Tabela 03 - Valores médios dos parâmetros analisados.....	30
Tabela 04 -Estimativa de água destilada por destilador.	31
Tabela 05 - Estimativa de rendimento de água destilada por destilador.	31
Tabela 06 - Média de rendimento e desperdício de água dos destiladores dos laboratórios estudados em m ³	32
Tabela 07 - Análise Físico- Química.	32
Tabela 08 - Potencial economia na conta de água do campus.	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 01- Escassez de água doce no mundo.	16
Figura 02- Os principais usos de água no planeta	17
Figura 03- Distribuição de água na Terra	17
Figura 04- Disponibilidade hídrica por regiões do Brasil.	18
Figura 05- Vista aérea do campus Pombal.	25
Figura 06- sistema de coleta de águas pluviais.....	26
Figura 07- Hidrômetro laboratório 1.....	27
Figura 08- Água antes e depois da caixa filtrante.....	30

LISTA DE SIGLAS

ANA- Agencia Nacional das Águas.

CAGEPA- Companhia de Água e Esgotos da Paraíba.

C.E- Condutividade Elétrica.

CNRH-Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

E.coli- *Escherichia coli*.

LAAg- Laboratório de Análises de Água.

ONU- Organização das Nações Unidas.

pH- Potencial Hidrogeniônico.

UFCG- Universidade Federal de Campina Grande.

UFRN- Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Geral	15
2.1.2 Específicos	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 Água x Disponibilidade	16
3.2 Aproveitamento e Reuso de Águas	19
3.2.1Discussao Sobre Reúso Da Água	22
3.3 Tipos de reutilização	23
3.4 Qualidade da Água	24
4. METODOLOGIA	25
4.1 Área de estudo	25
4.2 Obtenção dos dados pluviométricos	25
4.3 Coleta Da Água De Chuva	26
4.4 Volumes Águas brancas (águas dos destiladores)	26
5.1 Analise dos dados quantitativos	27
5.1.1 Analise dos dados pluviométricos	27
5.1.2 Águas descartadas dos destiladores.	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

RESUMO

A escassez de água é um fato que atinge diferentes regiões no mundo por inúmeros motivos como utilização predatória dos recursos hídricos, aumento desordenado da população, mau uso das águas e o aumento de atividades poluidoras. O estudo foi realizado na Universidade Federal de Campina Grande *Campus Pombal* – PB, onde teve por objetivo quantificar e avaliar a qualidade da água da chuva e da água branca de destiladores em comparação com o volume e qualidade da água consumida pela concessionária de água no intuito de prever a possibilidade de reaproveitamento . O laboratório LAAG foi utilizado para a realização deste trabalho por questões de acessibilidade e para o desenvolvimento da pesquisa foram feitas análises físico químicas e bacteriológicas . Os resultados das análises demonstraram que a qualidade do efluente era suficiente para variados fins não potáveis sem necessidade de tratamento. Conclui-se que, de modo geral, as águas provenientes do reaproveitamento deste trabalho possuem relevância significativa, tanto de forma quantitativa quanto a sua viabilidade econômica.

Palavras-chave: Escassez de água, potabilidade, qualidade da água.

ABSTRACT

Water scarcity is a fact that affects different regions in the world for many reasons such as predatory use of water resources, uncontrolled increase of the population, misuse of water and the increase of polluting activities. The study was conducted at the Federal University of Campina Grande Campus Pombal - PB, which aimed to quantify and evaluate the rainwater quality and white water distillers compared to the water volume and quality consumed by the water utility in order to provide for the possibility of reuse. The Laag laboratory was used to carry out this work on accessibility issues and the development of the research were made physical chemical and bacteriological analysis. The results of the analyzes demonstrated that the quality of the effluent was sufficient to various non-potable purposes without treatment. We conclude that, in general, the water from the reuse of this work have significant relevance, both quantitatively as its economic viability.

Keywords : Water shortage , potable , water quality.

1 INTRODUÇÃO

A divulgação referente ao risco da falta de água tem aumentado a conscientização da população em relação ao uso referente a esse recurso. A água é um bem natural de suma importância para a manutenção da vida, contudo o mesmo tem se tornado cada vez mais raro.

A terra possui uma grande quantidade de água, encontrada, em sua grande maioria, nos oceanos e em menor volume nos lagos, rios, subsolo e em geleiras, que por sua vez tem uma porção muito significativa de água doce. A água, no nosso planeta, pode ser encontrada nos diferentes estados: líquido, sólido e gasoso. Sua forma líquida é encontrada em locais como oceanos, lagos, rios e subsolo, no entanto sua fase sólida é encontrada em locais de difícil acesso como montanhas e calotas polares, tornando muito difícil sua exploração e no estado gasoso é encontrada na atmosfera.

Segundo Tomaz (2006) o Brasil é um dos países que possuem mais água doce do mundo, havendo um excedente hídrico na maior parte dos Estados, o que não significa que o país possua uma boa distribuição hídrica, pois em vários Estados brasileiros como os que estão situados no nordeste do país passam por déficits neste recurso, limitando o desenvolvimento social e econômico da região, com isso verifica-se um mau uso dos recursos hídricos do nosso país causado principalmente por más gestões públicas nesta área.

O crescimento, de forma desordenada, da população também afeta a disponibilidade de recursos hídricos, pois é um fator que aumenta o consumo de água. Outro problema bastante comum com relação a água é sua irregularidade pluviométrica, ocasionando sua falta durante boa parte do ano em vários locais no mundo. Com isso seria essencial o aumento da eficiência na utilização das águas, proporcionando um melhor aproveitamento da mesma em vários setores como novas indústrias, produtividade agrícola e conseqüentemente a preservação do meio ambiente.

Neste contexto, se faz necessário a ampliação dos conhecimentos referentes ao uso e conservação da água, para que esse bem natural não se torne insuficiente

em um futuro próximo. Uma das formas de preservação da água é o seu reaproveitamento.

Nesse trabalho, buscar-se-á desenvolver e verificar a aplicabilidade de uma metodologia baseada no reaproveitamento águas pluviais e águas brancas de destiladores dos blocos dos laboratórios da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) *Campus* Pombal – PB, com um intuito de promover um melhor uso dos recursos hídricos, economia com gastos nas contas de água do *Campus* e aumentar a disponibilidade da mesma.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Este trabalho tem por objetivo quantificar e avaliar a qualidade da água da chuva e da água branca de destiladores no intuito de prever a possibilidade de reaproveitamento.

2.1.2 Específicos

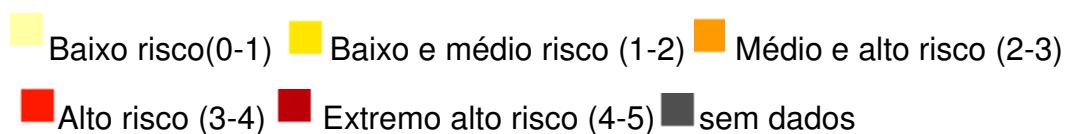
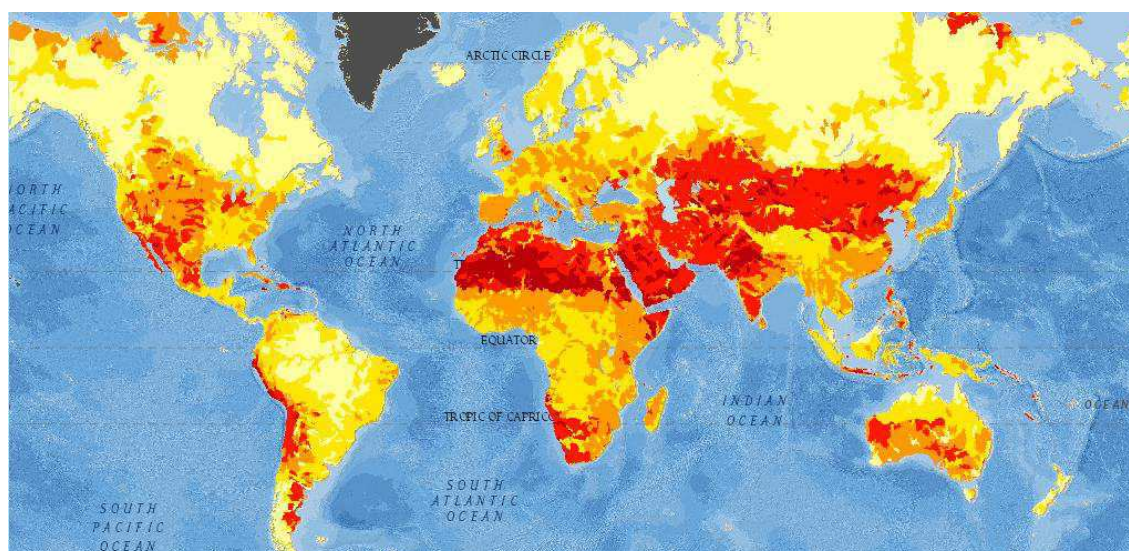
- Coletar e analisar água da chuva
- Coletar e analisar águas brancas oriundas do processo de destilação;
- Quantificar o consumo e o custo da água potável do sistema de abastecimento público;
- Estimar o volume captável de água pluvial e de águas brancas do processo de destilação.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Água x Disponibilidade

A água tem sido um tema muito recorrente em todas as regiões do planeta, devido à sua escassez, sendo assim, a conscientização da população em geral com relação a esse recurso tem mudado de forma positiva. A água é essencial para a manutenção da vida na Terra, no entanto, esse bem natural tem se tornado cada vez mais insuficiente devido à distribuição geográfica, clima, poder econômico, presença de políticas com relação à gestão de recursos hídricos, aumento da demanda e o crescimento populacional de forma desordenada nos últimos anos, causando assim, um aumento significativo no consumo de água, afetando diretamente sua disponibilidade, quantidade e qualidade. A falta de água afeta milhões de pessoas no mundo todo. A Figura 01 apresenta a escassez de água no planeta.

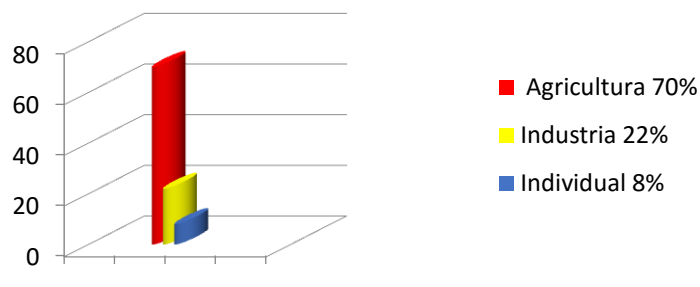
Figura 01-Escassez de água doce no mundo.



Fonte: Aqueduct Water Risk Atlas. World Resources Institute(2016)

As reservas de água são afetadas diretamente conforme o modelo de desenvolvimento e os usos a que são destinadas, na Figura 02 pode se ver a distribuição do consumo de acordo com os usos principais.

Figura 02- Os principais usos de água no planeta



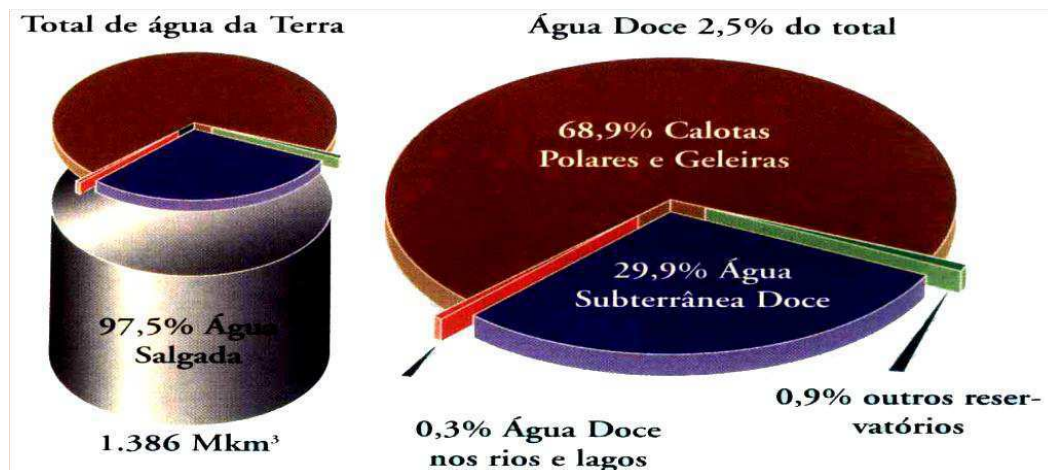
Fonte: Barros; Amin (2008, p. 92).

Dada essa distribuição é de se pensar que o melhor gerenciamento dos recursos hídricos passa prioritariamente pela “re”-formulação dos modelos de desenvolvimento.

Segundo (Shiklomanov, 1998, apud May, 2004) o planeta Terra possui 1.386 milhões m³ de água, sendo encontrada em sua maioria nos oceanos e em menores quantidades em rios, lagos, geleiras e nos subsolos. Acrescenta-se ainda a porção de água na forma gasosa (vapor d’água) presente na atmosfera.

Na Figura 03 a seguir pode se verificar a quantidade de água em porcentagem no nosso planeta.

Figura 03-Distribuição de água na Terra



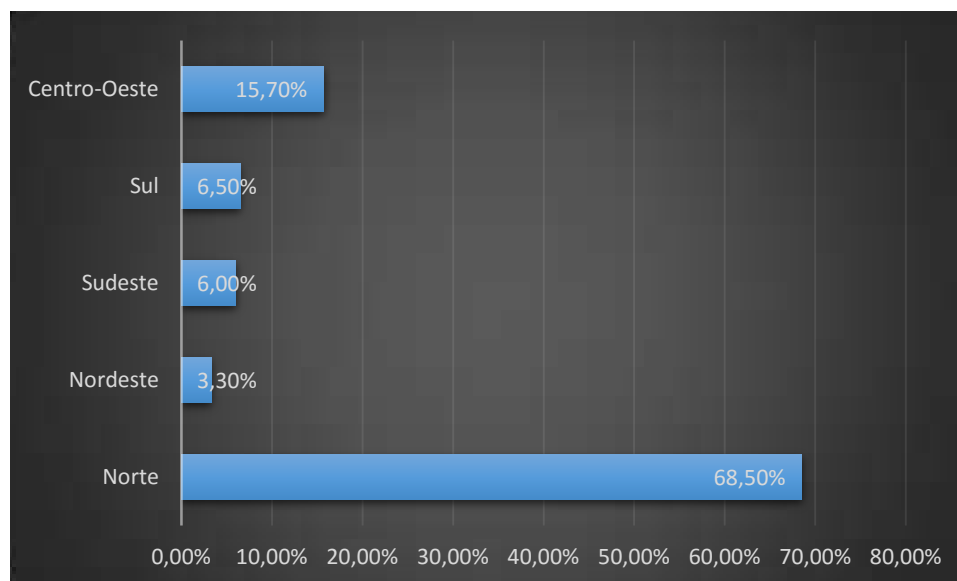
Fonte: Rebouças (2001).

Apesar da maior porção da água total no planeta ser salgada e assim imprópria para o consumo humano, a parcela doce seria suficiente para garantir a vida humana, se a sua distribuição não fosse desigual no globo terrestre.

Segundo Tomaz (2006) o Brasil é um dos países mais privilegiados com relação a água doce no planeta, possuindo 53% da produção de água doce do continente sul-americano e 12 % do total mundial. Apesar do Brasil ser uma potência no quesito disponibilidade hídrica não significa que nunca tenha passado por crises de falta de água, e os principais motivos para que essa falta ocorra é a má distribuição da mesma e sua utilização.

Segundo Tomaz (2001), a grande maioria dos recursos hídricos estão concentrados na região Norte com cerca de 68,5%, enquanto no Nordeste 3,3%, Sudeste 6,0%, Sul 6,5% e Centro-Oeste 15,7%, apesar da região Norte do país possuir a maior parte da água doce do Brasil, a mesma detém apenas 6,83% da população brasileira entrando em um contraste imenso com a região Sudeste por exemplo, pois a mesma possui 42,73% da população Nacional. O Brasil é um País riquíssimo em recursos hídricos, todavia, está má distribuído em sua extensão, tendo muita água em locais com pouca população e pouca água em locais com muita população. Na Figura 04 está demonstrado, de forma clara, a desigualdade na distribuição de recursos hídricos no Brasil.

Figura 04-Disponibilidade hídrica por regiões do Brasil.



Fonte: Tomaz, (2001, p.10). Dados organizados pelo autor.

Segundo a ANA (2013) as principais demandas de recursos hídricos no Brasil são de abastecimento urbano, rural, animal, irrigação e industrial, apesar de todos esses usos para a água, o principal consumidor é a irrigação, onde a mesma é responsável por mais de 70% da vazão consumida no Brasil.

3.2 Aproveitamento e Reuso de Águas

Dado que a demanda por água é sempre crescente não demonstrando tendência de reversão e que a oferta desse recurso no tocante à quantidade é praticamente constante e no quesito qualidade demonstra queda acentuada principalmente nas áreas urbanas, uma das contribuições para equalização dessa equação é o aproveitamento das águas meteóricas e o reuso das águas utilizadas nos processos antrópicos. O pensamento de Rodrigues (2005) corrobora nesse sentido afirmando a necessidade de controlar a demanda e de buscar recursos complementares. Nessa direção, afirma que o reúso de água surge atuando em dois aspectos: instrumento para redução do consumo de água (controle de demanda) e recurso hídrico complementar.

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) através da Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005 define água de reuso como sendo a água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas. Essa mesma norma classifica água residuária como sendo esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratado ou não.

As águas pluviais não se enquadram diretamente no conceito de água residuária, porém, são em muitos casos consideradas como esgoto devida na sua trajetória através da atmosfera e escoamento superficial pelos telhados e calçamentos solvendo diversos materiais e carreando microrganismos.

Algumas investigações arqueológicas revelam que a utilização de água de chuva foi muito realizada na antiguidade, em todo o mundo. Foram descobertos reservatórios com tecnologia do povo maia e grandes reservatórios enterrados em áreas hoje pertencentes à Bolívia. Além disso, foram descobertas barragens de

acumulação nos Emirados Árabes, datados de 15.000 anos atrás (CARDOSO, 2009 apud PANDEY et al., 2003).

Os tradicionais sistemas de captação de água de chuva do Irã eram denominados de Abanbars, que já utilizavam a concepção de sistema integrado e de uso comunitário e manejo para a agricultura. Por sua vez, os povos Astecas e Mayas, da Península de Yucatán, hoje México, utilizavam cisternas denominadas de Chultuns, escavadas na própria rocha calcárea nas encostas das montanhas e construídas com revestimento impermeável. Possuíam capacidade de armazenar água numa faixa de 20.000 a 45.000 litros (SANTOS, 2009 apud GNADLINGER, 2000).

Apesar de antigo e certamente necessário o uso da água de chuva caiu em desuso em centros urbanos com o advento dos sistemas de abastecimento coletivos administrados pelo poder público. O cenário criado por tal mudança de hábito gerou no imaginário coletivo que essa tecnologia estaria fadada ao esquecimento ou com uso restrito a áreas semiáridas.

Braga e Ribeiro (2001) concluíram que a “captação de água de chuva” não está entre as ações mais preferíveis pelos representantes da sociedade (excetuando algumas das respostas do grupo usuários). Várias reflexões podem ser derivadas deste fato. Observou-se, por exemplo, que alguns dos representantes têm esta ação como “arcaica, adequada para o meio rural desprovido de sistema público de abastecimento d’água” e por estas razões “a implantação da alternativa representaria um retrocesso para a cidade”. Outros afirmaram temer “pelos problemas de saúde que poderiam surgir com a implantação desta alternativa, problemas estes relacionados com as doenças de veiculação hídrica”, uma preocupação relacionada com o tratamento da água da cisterna.

O reuso remete o pensamento para o aproveitamento das águas residuárias, como já visto na definição dada pelo CNRH. Nessa definição está abrangida a porção de água que fora apenas descartada, que pode entendida como aquela que pode ou não ter sofrido alteração de suas características devido ao seu emprego.

Atualmente temos uma variedade de tipos de águas geradas dentro de uma edificação, como as águas negras e amarelas, águas cinza e as águas brancas, muitas delas podem vir a ser uma fonte alternativa para as águas potáveis (MARISCO et al, 2014).

As águas brancas são aquelas que não se destinam a higienização pessoal ou ambiental ou ao consumo humano, e são geradas por equipamentos/aparelhos que utilizam água em atividades específicas, conforme Nunes et al. (2004) quando define tais equipamentos. Nesse uso se enquadram um número significativo de equipamentos de laboratório, hospitalares, entre outros.

No caso dos centros de ensino superior nas áreas de tecnologia, ciências naturais e médicas, pode-se destacar como grande gerador desse tipo de água é o destilador.

O destilador é um equipamento para purificação de água destinada para uso em laboratório. O princípio de funcionamento começa quando a água que entra em uma caldeira é pré-aquecida e entrando então em ebulição. Posteriormente, esta água é condensada mediante um processo de resfriamento. A água condensada é então coletada e denominada água destilada, pois passou pelo processo de destilação. Cabe ressaltar que a água gerada no processo de resfriamento, em geral, é descartada para a rede pública (BONI, 2009).

Marckmann et al (2012) estipula que para gerar 01 (um) litro de água destilada são gerados 25 litros de efluente.

Marisco et al (2014) analisou o funcionamento de 08 destiladores obtendo volumes de efluentes produzidos na ordem de 1.087,4 L/dia e de 22,83 m³/mês.

Marckmann et al. (2012) fala também sobre a importância do reúso por meio da reutilização de água de destiladores através da coleta desta água por meio de dutos e armazenando em reservatórios na Universidade Federal do Rio Grande do Sul

No Campus da Universidade Federal de Campina Grande, localizado no município de Pombal (PB) também estudos e simulações foram realizados. Queiroz e Farias (2013) que levantaram o potencial de aproveitamento de água de chuva no campus em que afirma ser necessário uma estrutura de armazenamento equivalente a 5 vezes a demanda dada a variabilidade dos índices pluviométricos, cujos melhores resultados se concentram entre os meses de Janeiro e Junho. Citam ainda que a pluviosidade de média anual da região de Pombal (PB), segundo a CPRM (2004) é de 431,8 mm.

As conclusões dos últimos pesquisadores leva ao estudo do aproveitamento das parcelas de águas de chuva e dos destiladores como fonte complementares visando os usos menos nobres e vão de encontro com o que preconiza a Portaria Nº

23, de 12 de fevereiro de 2015 que estabelece boas práticas de gestão e uso de energia elétrica e de água nos órgãos e entidades da administração Pública Federal e dispõe sobre o monitoramento do consumo desses bens e serviços.

3.2.1 Discussão Sobre Reúso Da Água

No Brasil, o crescimento das práticas de reúso é relativamente pequeno, levando em consideração ao seu grande potencial, segundo a revista DAE (2012), muitas companhias de saneamento concedem águas de reúso para fins não potáveis em áreas urbanas e os investimentos financeiros por parte das indústrias vêm aumentando substancialmente na implantação de projetos de reaproveitamento de água, com a redução de consumo chegando a 80%. No entanto, a prática de reúso no Brasil em todas suas frentes está muito longe do ideal, a justificativa para essa inércia do baixo crescimento nesta área, passa desde a legislação e normas até a grande quantidade de água existente Brasil, além do déficit do tratamento de esgotos.

Seguindo a revista DAE (2012) a linha da proteção dos recursos hídricos é possível destacar a resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) n.º 54, de 2005, que por sua vez é a única legislação específica referente ao reúso de água não potável, a mesma estabelece critérios e diretrizes para a prática atualmente, onde se dá ênfase ao uso sustentável da água, considerando a diretriz adotada pela Organização das Nações Unidas - ONU, a qual frisa que, a menos que haja água em abundância e disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deverá ser utilizada em atividades que tolerem águas de qualidade inferior, contrariando assim o uso de água tratada dos vasos sanitários na grande maioria das casas no Brasil, pois sendo uma água de boa qualidade ofertada pela companhia de água, não deveria servir para o uso de descarga e sim para fins mais nobres, direcionando assim águas com qualidade inferior para determinado fim, além desta prática outras atividades também “ferem” esta diretriz como lavagem de calçadas e irrigação de vegetação cuja as mesmas possuem tolerância a águas de menor qualidade.

O Artigo 1º da resolução da CNRH n.º 54, de 2005, incentiva a reutilização direta não potável de água em todo o território nacional, através de diretrizes e critérios estabelecidos.

O artigo terceiro desta mesma resolução informa as modalidades de reúso direto não potável de água, dentre elas é possível destacar : I - reúso para fins

urbanos, onde uma das utilizações é a irrigação paisagística, lavagem de logradouros entre outros. Outra modalidade é o III - reuso para fins ambientais, que consiste utilização de água de reuso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente e as outras modalidades citadas nesta resolução são : II - reuso para fins agrícolas e florestais, IV - reuso para fins industriais e V - reuso na aquicultura.

No entanto, segundo a revista DAE (2012) essas resoluções e atividades vêm sendo realizadas de forma muito atrasada, sendo assim demoraria muito tempo para se ter um arcabouço legal de modo a dá suporte a essas práticas no Brasil. BRITO (DAE 2015), professor Titular do Departamento de Engenharia Civil da UFRN e relata caso da proposta de regulamentação do reuso das águas na Espanha, onde demorou em torno de 10 anos para ser efetivamente implantada, confirmando assim a lentidão que pode ocorrer em território nacional com relação a implantação do regulamento. O professor Luiz Pereira de Brito explica as adversidades para se chegar a uma concordância quanto às condições do reuso da água e do uso planejado do esgoto tratado, com isso existem vários aspectos a serem levados em consideração como o risco sanitário já que existe uma discórdia entre pesquisadores sobre a qualidade do efluente para seu uso futuro. Com isso, vem a questão dos riscos se é nulo ou potencial zero ou com nível de risco aceitável. Essas desconções a respeito das diferenças de critérios acabam acarretando a demora na regulamentação. Além destes entraves o professor citado acima afirma que o enorme déficit no tratamento de esgotos no país inteiro e a falta de política que integre o uso planejado do esgoto tratado à gestão dos recursos hídricos, são os principais obstáculos para a prática de reuso no país.

3.3 Tipos de reutilização

O reuso da água é um procedimento pelo qual a água poderá ser utilizada novamente depois de seu primeiro uso, pode ou não haver tratamento, dependendo de sua finalidade.

Moruzzi (2008) cita alguns dos principais tipos de reuso em diferentes modalidades, de acordo com seus usos e finalidades, como reuso indireto: ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente a jusante, de forma diluída, reuso direto: é o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável, reuso potável direto: ocorre quando o esgoto recuperado, através de tratamento avançado, é diretamente reutilizado no sistema de água potável. É praticamente inviável devido ao baixo custo de água nas cidades brasileiras, ao elevado custo do tratamento e ao alto risco sanitário associado; reuso potável indireto: caso em que o esgoto, após tratamento, é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilização como água potável. Considerando o reuso direto planejado para fins não potáveis, pode-se subdividi-lo nas seguintes modalidades: reuso não potável para fins agrícolas, reuso não potável para fins industriais, reuso não potável para fins recreacionais: e reuso não potável para fins domésticos. Portanto a água se encontra cada vez mais escasso em sua forma ideal para consumo e por se tratar de um bem natural essencial, reutilizar a mesma é de importância vital para a manutenção dos seres vivos e para economia das empresas

3.4 Qualidade da Água

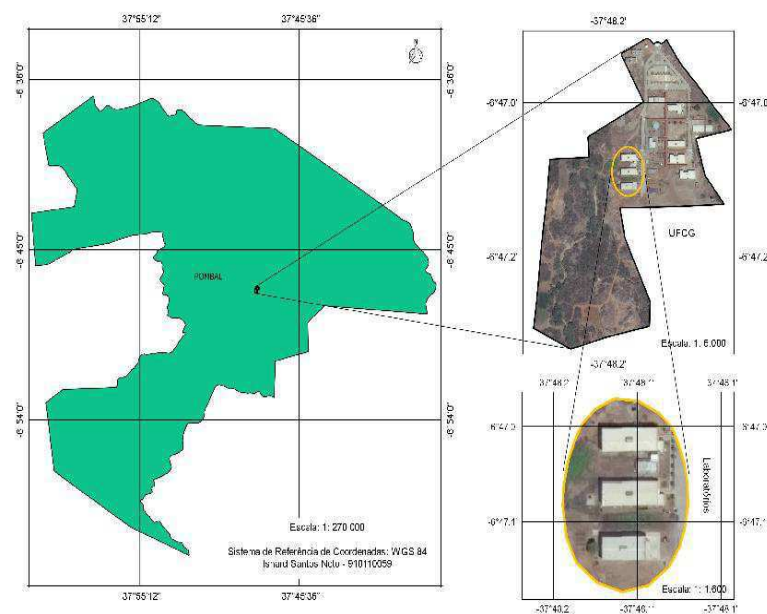
A utilização das águas requer cuidados seja ela para fins potáveis ou não, deve-se adotar parâmetros físicos, químicos e microbiológicos para aferir a qualidade da água de reuso e garantir que esteja dentro dos limites que seu uso preconiza, tendo que se adotar assim a legislação pertinente.

4. METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

Os blocos de laboratórios (Figura 05) do *Campus* de Pombal da Universidade Federal de Campina Grande foram delimitados como a área para este estudo a fim de servir como base para estudos futuros de reuso de águas .

Figura 05- Vista aérea do campus Pombal.



Fonte : Google Earth, dados organizados pelo autor.

4.2 Obtenção dos dados pluviométricos

Os dados pluviométricos foram coletados na base de dados dos sites oficiais tais como ANA (Agencia Nacional das Águas) e tratados através de ferramenta computacional hidroweb.

4.3 Coleta Da Água De Chuva

Para coleta de água de chuva foi construído um filtro a base de brita e areia devidamente esterilizadas, com diferentes granulometrias, para captar as águas oriundas do telhado do bloco do laboratório e conduzi-las até uma caixa d'água enterrada ao lado do prédio, com o objetivo de coletar e qualificar a água da chuva .

Figura 06- sistema de coleta de águas pluviais.



Fonte: Autor.

As amostras foram coletadas, no período chuvoso, na saída da tubulação de queda conectada a calha, no reservatório enterrado e em recipiente conectado a um funil para coleta da água de chuva no momento da precipitação, onde toda a vidraria fora devidamente esterilizada.

4.4 Volumes Águas brancas (águas dos destiladores)

As águas descartadas pelos destiladores foram divididas em 02 parcelas:

Parcela 01 – Volume de água necessário para dar partida no destilador;
Parcela 02 – Volume de água necessário para produzir 1 litro de água destilada.
Para aferição dos volumes foram utilizados tambores e cronômetro

4.5 Determinação do consumo

Para determinação do consumo de água potável nos blocos 1, 2 de laboratórios foram instalados hidrômetros da marca delta, capacidade de 3 m³/h em parceria com a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba, através da Agência Local de Pombal.

Figura 07-Hidrômetro laboratório 1.



Fonte: Autor(2016)

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise dos dados quantitativos

5.1.1 Análise dos dados pluviométricos

A Tabela 01 apresenta as médias pluviométricas da cidade de Pombal entre os anos de 1911 até 1983, onde os dados mostram a média, mínimo e máximo em milímetros.

Tabela 01 - Média de chuvas da cidade de Pombal.

	Média (mm³)	Mínimo (mm³)	Máximo (mm³)
Janeiro	69,28	0	473,1
Fevereiro	116,85	0	465,3
Março	197,34	10,3	838,5
Abril	150,33	0	404,1
Maio	69,86	0	298,1
Junho	30,05	0	156,7
Julho	11,93	0	57,9
Agosto	7,59	0	212,4
Setembro	3,03	0	24
Outubro	7,88	0	131,9
Novembro	12,64	0	159,2
Dezembro	19,98	0	199,2

Fonte: Hidroweb. Dados organizados pelo autor. (2016)

A partir desses dados, foi possível construir uma nova tabela com informações a respeito da capacidade de armazenamento de água dos blocos estudados, como podemos ver a seguir.

Tabela 02-Volume previsível de águas de chuva dos blocos dos laboratórios do campus em m³.

	bloco 1	bloco 2	bloco 3
jan	33,36	33,36	32,06
fev	56,49	56,49	54,06
mar	95,41	95,41	91,31
abr	72,68	72,68	69,56
mai	33,77	33,77	32,32
jun	14,53	14,53	13,9
jul	5,77	5,77	5,52
ago	3,67	3,67	3,51
set	1,46	1,46	1,4
out	3,81	3,81	3,65
nov	6,11	6,11	5,84
dez	9,66	9,66	9,24

Fonte: Autor. (2016)

A Tabela 02 mostra, em metros cúbicos, a capacidade de captação de águas pluviais dos blocos dos laboratórios do *Campus Pombal PB*. Para obtenção destes números foram utilizados dados das plantas dos prédios e o cálculo do volume (Volume = (área da base) x altura da lamina d'água). Os blocos 1, 2 e 3 possuem respectivamente as seguintes áreas 483,51 m², 483,51 m² e 462,66 m².

Dimensionados os volumes captáveis foram analisadas amostras das águas pluviais captadas na planta piloto. Para a melhora da qualidade da água de chuva foi instalado um filtro com leito filtrante de brita e areia, com diferentes granulometrias cujos valores estão apresentados na Tabela 03.

Tabela 03 - Valores médios dos parâmetros analisados

Ponto 1. CALHA (Valor médio)				
Cor	Turbidez	C.E	E.COLI	PH
8	5.1	77,2	436,2	7.24

Ponto 2. Caixa (Valor médio)				
Cor	Turbidez	C.E	E.COLI	PH
4,55	1,23	27,32	10,1	7,57

Ponto 3. H2O pura				
Cor	Turbidez	C.E	E.COLI	pH
11	11,7	-	-	6

Fonte: Autor.(2016)

A introdução desse disposto causou uma redução de 43,75% na cor aparente, 56,3% na turbidez, 29,4% no índice de condutividade elétrica (CE) e 76,9% de E.coli, tendo assim alcançados resultados significativos mais ainda demandando um polimento para fins mais nobres, visualmente pode observar a melhora na amostra conforme Figura 08.

Figura 08- Água antes e depois da caixa filtrante.

Fonte: Autor(2016)

5.1.2 Águas descartadas dos destiladores.

A Tabela 04 mostra o desempenho do processo de destilação

Tabela 04- Estimativa de água destilada por destilador.

Laboratórios	Água para partida do processo (dm ³)	Rejeito de H ₂ O da destilação (dm ³)	H ₂ O Destilada (mm ³)
LAAG	13,36	17,10	1070
Grãos	48,90	15,80	265
N.Plantas	21,00	14,00	430,5
Química	12,66	7,55	220

Fonte: Autor(2016)

Os números das Tabelas 04 e 05 variam bastante, pois são destiladores de diferentes marcas e a operação é realizada por diferentes pessoas o que influencia sensivelmente no volume de descarte. A Tabela 05 ilustra o rendimento década aparelho destilador

Tabela 05- Estimativa de rendimento de água destilada por destilador.

Lab.	Rendimento médio
	1L de H ₂ O destilada / 15.95 L de H ₂ O normal
LAAG	
Grãos	1L de H ₂ O destilada / 61 L de H ₂ O normal
N. Plantas	1L de H ₂ O destilada / 32 L de H ₂ O normal
	1L de H ₂ O destilada / 33,13 L de H ₂ O normal
Química	

Fonte: Autor(2016)

É possível observar que os valores apresentados na Tabela 05 são bastantes significativos e não pode ser desprezada. É surpreendente a quantidade de água descartada para produção de 1 litro de água destilada, o que faz necessário um reaproveitamento dessa água com o intuito de evitar o desperdício e contribuir para a preservação dos recursos hídricos.

Tabela 06- Média de rendimento e desperdício de água dos destiladores dos laboratórios estudados em m³.

Lab oratório	Média de água destilada por mês (L)	Rejeito/l itro destilada (L)	Desperdício o médio mensal (m3)
LAA			
G	480,0	15,95	7,6
Grã			
os	400,0	61,00	24,4
N.			
Plantas	400,0	32,00	12,8
Quí			
mica	40,0	33,13	1,3
TOT			
AL	1320,0	142,08	46,1

Fonte: Autor(2016)

Na Tabela 06 verifica-se que o volume descartado gira em torno de 2,5% do consumo de água potável do Campus e que suas características físicas e químicas não sofrem grandes alterações ao passar pelo processo como ilustra a Tabela 07.

Tabela 07- Análise Físico- Química.

	Ph	C.e	[[Ca]]'	[[M2]]'	[[Na]]	K [^] .	[[So]]	[[Co]]	[[HCo]]	[[Cl]]
Torneira	7,28	0,23	0,31	0,69	0,82	0,16	0,63	0	1	1,25
Rejeito	7,25	0,22	0,31	0,56	0,75	0,15	0,4	0	0,55	1,25
Destilada	7,36	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Autor

Analisando os dados comparativos entre a água da torneira e a água de rejeito do destilador apresentado na Tabela 07 é perceptível que as variações dos parâmetros físico químicos são pequenas, sugerindo assim que essa água de rejeito apresenta se com uma boa qualidade devendo ser aplicada em reaproveitamentos para fins não potáveis.

Tabela 08- Potencial economia na conta de água do campus.

Mês/Ano	Consumo (m ³)	Valor da conta (R\$)	Economia (m ³)
		14.847,	
Jan/15	1976	13	116,56
		16.323,	
Fev/15	1972	00	162,82
		12.341,	
Mar/15	1492	70	240,66
		13.453,	
Abr/15	1626	15	195,2
		15.792,	
Mai/15	1908	16	117,38
		12.432,	
Jun/15	1503	94	78,9
		17.119,	
jul/15	2068	26	61,38
		14.572,	
Ago/15	1761	89	57,18
		12.302,	
Set/14	1635	03	52,76
		15.651,	
Out/14	2079	04	57,76
		17.287,	
Nov/14	2296	83	62,06
		17.683,	
Dez/15	2136	27	69,16
		179.806	
Total	22452	,40	1271,52

Obs.: os meses de setembro, outubro e novembro de 2015, não foram disponibilizados pela CAGEPA, portanto foram usadas nestes meses os valores do ano de 2014.

Fonte : Autor(2016)

Segundo a CAGEPA, os valores das contas de água referentes aos anos de 2014 e 2015. Diante destes dados pôde-se estimar uma economia de aproximadamente 10 mil reais por ano, ou um montante equivalente 5,6 % do valor total cobrado pela companhia de água da Paraíba.

6 CONCLUSÃO.

É possível destacar o reaproveitamento de água como um ponto forte nesta pesquisa no intuito de promover um melhor uso dos recursos hídricos de forma a preservá-la.

Apesar das análises físico químicas sugerirem que a água de rejeito do destilador é semelhante à água disponibilizada pela concessionária as análises microbiológicas contrariam esse indicio sugerindo que se o reaproveitamento dessa água para fins potáveis devem passar por um tratamento e para fins não potáveis irá depender em que será aplicado , porem não inviabiliza de forma alguma esse reaproveitamento.

A quantidade estimada de água que pode ser aproveitada é considerável, podendo chegar a mais 1.000,0 m³, junto a isso foi destacado a economia considerável nas contas de água do *Campus* , havendo um potencial de economia por volta de 10 mil reais por ano , diminuindo a conta 6 % sem considerar as demais unidades prediais do campus.

Verifica-se que os blocos dos laboratórios 1 e 2 respondem por cerca de 10% do consumo de água potável, ficando para outro trabalho identificar com mais precisão quais as outras atividades que demandam parcela considerável da água consumida a fim de se gerar um gerenciamento adequado do consumo.

Apesar de ser inconclusivo na definição dos possíveis usos da água em um reaproveitamento é importante ressaltar que o trabalho serve como base para implantação de sistema de reuso por ser considerado viável para a linha de desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Nacional das águas (ANA). Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?Tocltem=1080&TipoReg=7&MostraCon=true&CriaArq=false&TipoArq=0&SerieHist=true>. Acessado em: 15.10.2015 as 16:30.

Agencia Nacional de Águas (ANA). **CONJUTURA DOS RECURSOS HIDRICOS DO BRASIL**. 2013.

Aqueduct Water Risk Atlas. Disponível em: <http://www.wri.org/applications/maps/aqueduct-atlas/#x=-143.17&y=-7.95&s=ws!20!28!c&t=waterrisk&w=def&g=1&i=BWS-16!WSV-4!SV-2!HFO-4!DRO-4!STOR-8!GW-8!WRI-0!ECOS-0!MC-0!WCG-0!ECOV-0!&tr=ind-1!prj-1&l=2&b=terrain&m=group> Acessado em: 14.04.2016 as 16:00.

BARROS; AMIN. **AGUA UM BEM ECONÔMICO DE VALOR PARA O BRASIL E O MUNDO**. Revista Brasileira de gestão e desenvolvimento Regional. v 4, n.1,2008.

Disponível em: <http://www.rbgdr.net/012008/artigo4.pdf>. **Acesso em:** 9 de junho de 2014.

BONI,S.S.N.; **GESTÃO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES: FORMULAÇÃO DE DIRETRIZES PARA O REÚSO DE ÁGUA PARA FINS NÃO POTÁVEIS;** Campinas-SP 2009.

BRAGA,C.F.C.;RIBEIRO,M.M.R.; **CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA PARA CAMPINA GRANDE-PB: A OPINIÃO DA SOCIEDADE;** Universidade Federal da Paraíba 2001.

CARDOSO,M.P.;**VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO DEÁGUA DE CHUVA EM ZONAS URBANAS:ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE – MG;** Belo Horizonte 2009.

CNRH-CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução Nº. 54, De 28 De Novembro De 2005.

CNRH-CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução Nº. 54, De 28 De Novembro De 2005.

CPRM-SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **PROJETO CADASTRO DE FONTES DE ABASTECIMENTO POR ÁGUA SUBTERRÂNEA ESTADO DE PARAÍBA.** Recife 2005.

Google Earth **Disponível em:** <http://www.google.com.br/earth/index.html> **Acessado em:** 14.04.2016 as 16:00.

MARCKMANN,K.;TUBINO,R.M.C.;KRELING,M.T.;CAMPANI,D.B.; **Propostas para redução de desperdícios ambientais numa Universidade Pública – Projeto de reutilização de água de destiladores no CT – Leamet.** Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012.

MARISCO,L.V.;FERNANDES,V.C.;CAVAGNI,M.V.;FERNANDES,J.C.;FERNANDES,L.C.; **REÚSO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE APARELHOS DESTILADORES.** Revista CIATEC – UPF, vol.6 (1), p.p.37-47, 2014.

MAY, S. **ESTUDO DA VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA CONSUMO NÃO POTÁVEL EM EDIFICAÇÕES**; São Paulo 2004.

MORUZZI, R.B.; **REÚSO DE ÁGUA NO CONTEXTO DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**. OLAM – Ciência & Tecnologia – Rio Claro / SP, Brasil – Ano VIII, Vol. 8, N.3, p. 271 Julho – Dezembro / 2008.

QUEIROZ, M.M.F.; FARIAS, C.A.S.; **Potencial de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis no campus da UFCG em Pombal –PB**. Revista Verde (Mossoró – RN - BRASIL), v. 8, n. 1, p. 294 - 299, jan-mar, 2013.

REBOUÇAS, A. C. **ÁGUA E DESENVOLVIMENTO RURAL, ESTUDOS AVANÇADOS** 15 (43), 2001. Rio Grande do Norte (Estado). Lei 6.908 de 01 de julho de 1996. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos - SIGERH e dá outras providências. **Disponível em:** <http://www.semarh.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/semarh/legislacao/gerados/politicaestadualderecursos.asp>. **Acesso em:** 15 de Abril 2016.

Revista DAE. **Mercado De Reuso De Água No Brasil**. Janeiro. 2012.

RODRIGUES, R.S.; **AS DIMENSÕES LEGAIS E INSTITUCIONAIS DO REÚSO DE ÁGUA NO BRASIL**; São Paulo 2005.

SANTOS, M.J.; ARAUJO, L.E.; OLIVEIRA, E.M.; SILVA, B.B.; **SECA, PRECIPITAÇÃO E CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO DE SERGIPE**. Espírito Santo do Pinhal 2009.

TOMAZ, A.C.F. **Política Nacional Dos Recursos Hidricos (Pnrh) E O Federalismo Do Brasil**; São Paulo 2006.

TOMAZ, P.; **ECONOMIA DE ÁGUA**; EDITORA NAVEGAR. 2001.

