



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL - UAEC
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS - UFCG

TATHIANE RIBEIRO BEZERRA

**ESTUDO DE VIABILIDADE DO REUSO DE ÁGUAS DE REFRIGERAÇÃO DE
DESTILADORES LABORATORIAIS**

Campina Grande - PB

2018

TATHIANE RIBEIRO BEZERRA

**ESTUDO DE VIABILIDADE DO REUSO DE ÁGUAS DE REFRIGERAÇÃO DE
DESTILADORES LABORATORIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Unidade Acadêmica de Engenharia Civil da
Universidade Federal de Campina Grande,
como requisito parcial para obtenção do título
bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr Ricardo de Aragão
Coorientadora: Prof. Dra Dayse Luna Barbosa

Campina Grande - PB

2018

RESUMO

A crescente demanda tecnológica traz malefícios como o esgotamento de matéria prima, dentre eles a mais importante a água. Sendo de conhecimento geral, as atuais crises hídricas que assolam o mundo inteiro, se faz necessário buscar formas de economizá-la. Dentre essas formas pode-se destacar o reuso que pode ocorrer de forma simples dentro da própria residência das pessoas à formas mais complexas as quais a água deve sofrer tratamentos antes seu reuso. Nesse contexto, tomando a importância da água para laboratórios de instituições de ensino, o presente trabalho teve como objetivo analisar um sistema de reuso utilizado no Laboratório de Saneamento da Universidade Federal de Campina Grande para água utilizada na refrigeração de destiladores laboratoriais, onde foi identificado que um grande volume de água de enorme potencial de reuso seria desperdiçada. Após a análise dos dados e da instalação para o reuso já identificada foi possível perceber que a fácil instalação de um protótipo de reuso para outros laboratórios permite um fácil retorno financeiro e ambiental.

Palavras chave: Crise hídrica. Reuso. Destilador de água.

ABSTRACT

The growing technological demand comes up with harms such as the depletion of raw material, among them the most important is water. The current water crises that devastate the whole world, as being of general knowledge, it becomes needful to look for find new ways to save water. Among them, it is possible to highlight the reuse. It can occur in a simple way, within an residence, to more complex forms where the water must undergo treatments before the reuse itself. In this context, taking the water importance to laboratories of educational institutions, this paper introduce as objective to analyze a reuse system used in the Sanitation Laboratory of the Federal University of Campina Grande for water used in the refrigeration of distillers, where a large volume of water was wasted, and conduct a study to improve this prototype so that can be used in other laboratories.

Key words: Water crisis. Reuse. Distiller.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
1.2	OBJETIVO	2
1.2.1	Objetivo geral	2
1.2.2	Objetivos específicos	2
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	Aspectos gerais da água	3
2.1.1	Crise hídrica.....	4
2.2	Uso racional da água	5
2.2.1	Programa de Uso Racional de Água.....	6
2.2.2	Reuso da água.....	7
2.3	Destiladores de água laboratoriais	8
2.3.1	Reaproveitamento da água utilizada para o resfriamento de destiladores em instituições públicas.....	10
3.	METODOLOGIA	12
3.1	Caracterização da área de estudo	12
3.1.1	Laboratório de Saneamento da UFCG – Campina Grande	14
3.1.2	Destilador de Água Alta Pureza MA078/5.....	15
3.2	Desenvolvimento da pesquisa	16
3.2.1	Consumo de água do Laboratório de Saneamento da UFCG com utilização contínua de destilador de água laboratorial	18
3.2.2	Estimativa de custo do consumo de água do laboratório.....	19
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1	Discussão e comparação dos resultados coletados	21
4.2	Comparações financeiras e ambientais	23
5.	CONCLUSÕES	25
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Zona semiárida da região Nordeste	4
Figura 2 - Redução da demanda de água na Cidade Universitária-SP após instalação do PURA	7
Figura 3 – Componentes e funcionamento do destilador tipo Pilsen	9
Figura 4 - Protótipo de reuso de água dos alunos da USP.....	11
Figura 5 - Localização da Cidade de Campina Grande	12
Figura 6 - Localização da Universidade Federal de Campina Grande em Campina Grande ...	13
Figura 7 - Localização do Laboratório de Saneamento na UFCG - Campus Campina Grande	14
Figura 8 – Destilador de Água Alta Pureza MA078/5 utilizado no Laboratório de Saneamento.	15
Figura 9 - Destilador de água Alta Pureza MA078/5	16
Figura 10 – Reservatório da água destilada do Laboratório de Saneamento da UFCG.	17
Figura 11 – Reservatório inicial da água após resfriamento do destilador do Laboratório de Saneamento da UFCG.	18
Figura 12 - Isométrica do protótipo de reuso do Laboratório de Saneamento.	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Disposição dos destiladores de água nos laboratórios da UFCG.	17
Tabela 2 - Consumo mensal do Laboratório de Saneamento de acordo com o fabricante e com dados obtidos em laboratório.....	19
Tabela 3 - Estrutura tarifária para cobrança de água e esgoto em instituições públicas	20
Tabela 4 - Volume de saída da água após processo de refrigeração do destilador.....	21
Tabela 5 - Orçamento suposto dos materiais para instalação de sistema de reuso.....	23

1. INTRODUÇÃO

No Brasil tem-se observado nos últimos anos diversos problemas relacionados a falta de água em todas as regiões, principalmente na Região Nordeste do país, onde as secas tem acontecido com uma frequência cada vez maior.

O Estado da Paraíba é um dos que compõe a Região Nordeste e também passa por crises hídricas recorrentes, tendo como agravante o fato que um grande percentual da sua extensão está na região semiárida, onde o total precipitado anual atinge índices de 800mm, o que não representa um bom volume. Na região Agreste do estado encontra-se Campina Grande, a segunda maior cidade da Paraíba e que contabiliza uma população de aproximadamente 400 mil habitantes. A cidade é abastecida pelo açude Epitácio Pessoa (açude de Boqueirão), que localiza-se a 40 km de Campina Grande na região semiárida do estado, entrou em colapso devido ao longo período de estiagem, quando atingiu o seu nível mais baixo desde sua criação. Isso, impôs à população a convivência com um racionamento de água durante quase três anos, desde 2014, e intensificado em alguns períodos em pelo menos quatro dias da semana. Essa realidade determina a necessidade de consciência sobre redução e reuso da água.

A partir daí, como forma de racionalizar o uso e controlar a quantidade de água fornecida deve-se considerar o reuso da água, que trata do uso eficiente e racional da água evitando perdas e desperdícios, reduzindo a demanda nos mananciais de água com a substituição da água potável oferecida, por uma de qualidade inferior para determinadas atividades (SOUZA: RIBEIRO, 2016). Atitudes simples de reuso da água passaram a ser rotina para algumas famílias brasileiras e em laboratórios de pesquisa, que demandam uma grande quantidade de água para as suas atividades.

O uso em alta escala da água destilada para experimentos e lavagem de vidrarias em ambientes laboratoriais, impõe a aquisição e utilização de destiladores. Esses aparelhos, que tem como princípio a ebulição e o posterior resfriamento da água para retirada de contaminantes e aditivos. De acordo Assirati, et al. (2011) os destiladores utilizam cerca de 20 L de água para o resfriamento e produção de 1L de água destilada. Essa água de resfriamento em geral é dispensada diretamente no esgoto, mesmo não havendo significativa alteração de suas propriedades nesse processo.

Em laboratórios de universidades o uso recorrente dos destiladores como parte da rotina dos estudantes e pesquisadores aumenta ainda mais a necessidade de uma consciência de reuso para a água dispensada após o processo de refrigeração.

Assim ocorre com a Universidade Federal de Campina Grande, campus Campina Grande, a qual possui seis destiladores de água dispostos em cinco de seus vinte laboratórios, dentre eles apenas no em um dos laboratórios há um sistema de reuso instalado e em funcionamento. A grande movimentação de alunos de cursos de graduação e pós graduação impõe o uso intenso dos aparelhos em pelo menos oito meses do ano, tempo de período letivo. A partir da conscientização do alto desperdício de água gerado pelo uso dos destiladores, no presente trabalho foi realizado um estudo a respeito do consumo mensal de água e buscando uma possível economia financeira e retorno ambiental, gerados a partir do reuso da água.

1.2 OBJETIVO

1.2.1 Objetivo geral

Estudar a viabilidade de reuso da água utilizada para a refrigeração de destiladores laboratoriais.

1.2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar quantitativamente o número de destiladores utilizados na Universidade Federal de Campina Grande – campus Campina Grande;
- Quantificar o volume de água utilizado e despejado no esgoto com o uso do destilador do Laboratório de Saneamento da UFCG – Campina Grande;
- Comprovar, a partir dos dados obtidos, a necessidade de reuso de água considerando aspectos ecológicos e financeiros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos gerais da água

Em termos globais o Brasil possui grande oferta de água. Entretanto, esse recurso natural encontra-se distribuído de maneira heterogênea no território nacional. Passam pelo território brasileiro em média cerca de 260.000 m³/s de água, dos quais 205.000 m³/s estão localizados na bacia do rio Amazonas, restando para o restante do território 55.000 m³/s de vazão média (ANA, 2016).

Assim como a distribuição da água no país, as chuvas também não são distribuídas de forma homogênea. De acordo com o informe de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil (ANA, 2016) o regime fluvial brasileiro sofre variações ao longo do ano que estão estreitamente relacionadas ao regime de precipitações. No geral, a maior parte do país apresenta estações de chuva e seca bem definidas, e variações notáveis de chuva ao longo dos anos dificultando que os rios sejam unicamente a forma de abastecimento, sem a criação de açudes e reservatórios artificiais.

Nas regiões semiáridas da região Nordeste, que podem ser identificadas a partir do mapa da Figura 1, a instabilidade de fornecimento de água impede em grande parte o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola. Mesmo em regiões de maior abundância, o recurso se revela insuficiente para as elevadas demandas resultando em conflitos de uso e redução na qualidade de vida (MARISCO et al., 2014).

Dentro da região Nordeste, a Paraíba é um dos estados em que o acesso à rede de abastecimento de água tem sido melhorado ao longo do tempo (ISMAEL et al., 2014) onde registra-se um percentual de 80,6% das residências que são atendidas pela rede geral de atendimento de água (IBGE, 2013).

A Paraíba é composta por onze Bacias Hidrográficas, que contribuem para os açudes que abastecem o estado. A responsabilidade pelo tratamento e distribuição das águas do estado é da Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba (CAGEPA).

Figura 1 - Zona semiárida da região Nordeste



Fonte: LOPES (2003)

Localizada no agreste paraibano, a cidade de Campina Grande, não possui rios de proporção significativa, possui atualmente três açudes: o Açude Velho, o Açude Novo e o Açude de Bodocongó, que eram utilizados para o abastecimento da cidade no começo do século XX, mas que hoje estão servindo como receptor de águas residuárias. Para o seu abastecimento, a cidade conta com o Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão), localizado do município de Boqueirão cerca de 55 Km distante de Campina Grande.

2.1.1 Crise hídrica

O uso desenfreado da água disponível e a falta de gestão desta como sendo um recurso natural não renovável, aliado a um longo período de seca levou a situação de crise hídrica em diversas cidades do Brasil e em particular na Região Nordeste. O crescimento populacional e as alterações climáticas aceleram a redução da disponibilidade de água nas cidades brasileiras (SILVA: SANTANA, 2014).

A partir de 2012, houve um aumento substancial no número de eventos relacionados à seca, visto que desde o ano de 2011 os invernos têm sido muito abaixo da média. Em 2015,

1.192 municípios foram atingidos por algum evento de seca, sendo visível a sua concentração na região Nordeste, sobretudo na região semiárida, no norte de Minas Geras e no Estado de Roraima (ANA, 2016).

A crise hídrica brasileira (assim como em outros países) foi acentuada por fatores, como:

- Extenso desmatamento da vegetação nativa, devastação do solo, bem como do subsolo, sem a devida gestão;
- Expansão demográfica;
- Desperdício dos recursos naturais;
- Aquecimento global (fenômeno natural), acelerado pelas ações antrópicas;
- Poluição de rios, mares e outras fontes hídricas;

Historicamente, a região Nordeste é reconhecida como a área mais propensa a longos períodos de estiagem, fenômenos este responsável por infortúnios que afetam o meio ambiente e a sociedade. A escassez de chuvas pode tanto ser justificada por fatores climáticos, como por fatores antrópicos (BEZERRA; BEZERRA, 2016).

Nos últimos anos os baixos índices pluviométricos, principalmente na região semiárida do Nordeste colocou esta região numa situação crítica a respeito de crise hídrica. As baixas precipitações têm influenciado diretamente na disponibilidade hídrica, ou seja, dos reservatórios responsáveis por abastecimento, muitos estão com nível abaixo da normalidade (BEZERRA & BEZERRA, 2016).

Na cidade de Campina Grande o crescente processo de urbanização, escassez de chuvas na região e a má gestão levaram o Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão) ao colapso. De acordo com a AESA, o açude concluiu o mês de Abril de 2017 com cerca de 3,44% de sua capacidade, pior índice registrado em 50 anos. Essa situação impôs a população a convivência com um racionamento de água por pelo ao menos quatro dias na semana.

2.2 Uso racional da água

O termo uso racional da água trata não só de incluir o uso da água eficiente e racionado, mas também da utilização de fontes alternativas de água. Redução de consumo individual, adoção de formas do reuso da água antes desperdiçada, são atitudes necessárias para a atual situação hídrica.

O crescimento das cidades, o êxodo rural, a poluição dos recursos hídricos, o aumento do consumo individual, além do acréscimo do uso de eletrodomésticos que utilizam água (lava-louças, jatos d'água, etc) foram de forte contribuição para o consumo de água e consequente escassez hídrica, assim como ocasionaram a diminuição da qualidade da água disponível (SABESP, 2017).

No contexto de uso racional da água, pode ser citado o Programa de Uso Racional de Água (PURA), criado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), que incentiva o uso racional da água junto a ações tecnológicas e mudanças culturais, pra conscientização da população, estimulando o desenvolvimento de técnicas para a redução do consumo de água (SABESP, 2017). Esse programa será descrito com detalhes em tópico mais adiante.

2.2.1 Programa de Uso Racional de Água

Atrelado a ideia da necessidade de poupar água e com o objetivo de criar medidas para a resolução desse problema, nasce em 1996 o Programa de Uso Racional de Água (PURA), apresentado em seis macroprogramas (PURA-USP, 2017).

O PURA busca reduzir o consumo e o desperdício de água, conscientizar sobre a preocupação com o meio ambiente, economizando água, reduz despesas e custos operacionais e evidencia a preocupação com a qualidade de vida da população. Pode ser introduzido em estabelecimentos públicos como: universidades, escolas e hospitais (SABESP, 2017).

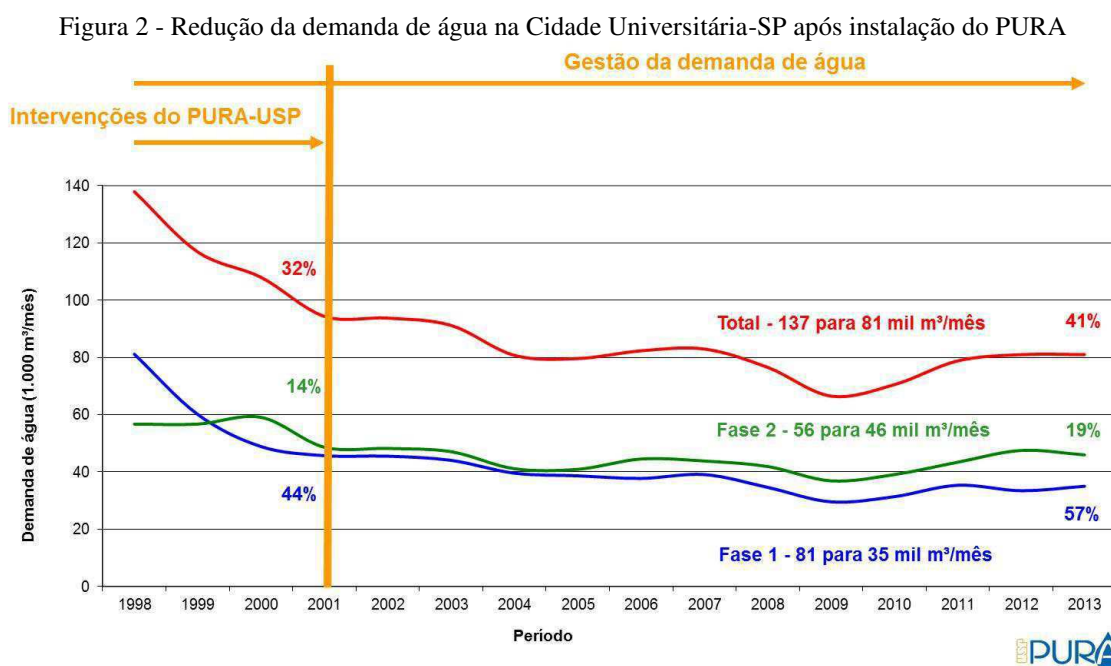
As etapas do programa consistem em (SABESP, 2017):

- Diagnóstico Técnico: Elaboração do levantamento de todo o processo de consumo e utilização de água, para detecção de pontos críticos onde possa definir um possível economia;
- Projeto Técnico: Com base nos resultados da fase anterior é possível estabelecer ações, investimento, prazo necessário para execução de obras, treinamento pessoal e mudança de processos;
- Suporte Operacional: Execução das obras necessárias e manutenção dos sistemas críticos, aplicando a tecnologia selecionada.

A implantação do PURA na Universidade de São Paulo (USP) têm mostrado ser de grande valia, uma vez que na Cidade Universitária da USP, de 1998 a 2013, foi registrada uma redução de 41% por mês (Figura 2). Observa-se que houve uma economia de 46 mil

m³/mês na fase 1 e na fase 2 uma economia de 10 mil m³/mês gerada após a intervenção do PURA-USP.

A adoção do PURA em instituições federais torna-se a cada dia mais importante, essencialmente quando avaliado o real consumo de água. Um estudo realizado em 2012 (SOARES, 2012) na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) mostrou que os alunos consumiam cerca de 10 a 20 l/aluno.dia, além de perdas por vazamentos no sistema bem como a utilização de equipamentos de laboratórios como destiladores de água que requerem um alto consumo para obtenção da água destilada.



Fonte: PURA-USP (2017)

2.2.2 Reuso da água

O termo água de reuso aumentou a sua utilização no ano de 1980, que trata da época em que o custo de abastecimento foi se tornando cada vez mais caro, tornando mais custoso o produto final após a utilização das águas. Como o preço do produto é característica determinante para as empresas, essas passaram a buscar formas de reuso para baratear a sua produção (MANCUSO; SANTOS, 2003).

Reuso da água pode ser entendido como uma tecnologia em maior ou menor grau, que depende dos fins a que se destina a água e de como ela foi utilizada anteriormente. O que

dificulta esse conceito, é a definição do momento exato no qual se admite que o reuso esteja sendo feito (MANCUSO; SANTOS, 2003).

O reuso de águas secundárias, ou seja, águas de esgoto doméstico, efluentes de edificações de residências e indústrias, não é um conceito novo. Existem relatos desde a Grécia Antiga, com a utilização de esgotos para a irrigação. No entanto, a demanda crescente e a atual escassez hídrica traz esse tema a atualidade com grande importância (Silva & Santana, 2014 apud CUNHA, 2011).

O reuso da água pode ocorrer de forma direta ou indireta e decorrente de ações planejadas ou não (CETESB, 2017):

- Reuso indireto planejado da água: quando os efluentes, depois de tratados são descarregados de forma planejada nos corpos de águas superficiais ou subterrâneas, para serem utilizadas a jusante;
- Reuso indireto não planejado da água: quando a água utilizada por alguma ação humana é lançada no meio ambiente e depois utilizada a jusante;
- Reuso direto planejado da água: quando os efluentes, depois de tratados, vão diretamente até seu ponto de descarga para posterior reuso, não sendo descarregada no meio ambiente.

A Agência Nacional das Águas (ANA) em parceria com a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e do Governo do Estado da Paraíba propôs o Projeto Reuso (ANA, 2017). Com atuação desde 2010, têm o objetivo de demonstrar a viabilidade técnica e econômica do tratamento de esgoto municipal e seu reuso como água de utilidades na indústria ou como água de irrigação na agricultura, fornecer subsídios para a regulamentação do uso de águas residuárias no país e apoiar o desenvolvimento de pesquisas em sistemas-piloto na cidade de Campina Grande.

2.3 Destiladores de água laboratoriais

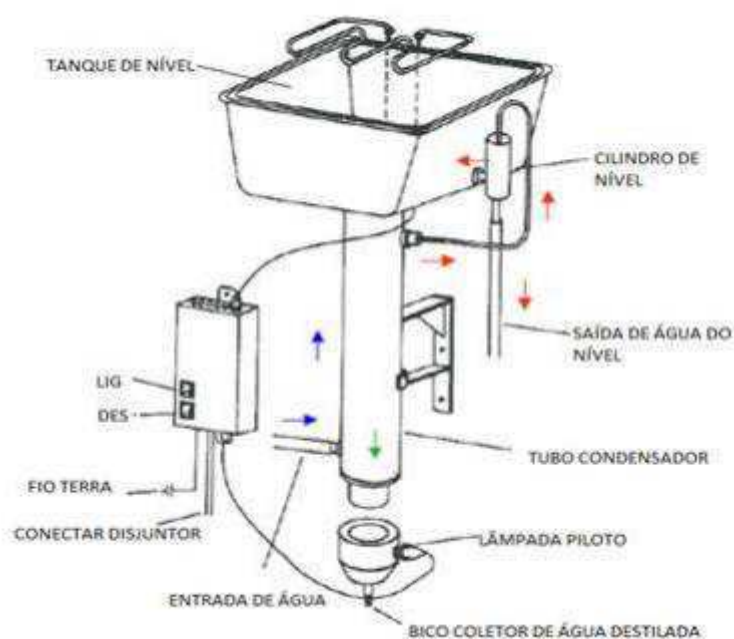
Para a obtenção de uma água livre de contaminantes e de produtos químicos como o cloro que é, adicionado pelas concessionárias, utilizam-se destiladores. A água livre dessas impurezas é de essencial importância para experimentos, ensaios técnicos e avaliação de comportamento de substâncias, visto que muitos dos ensaios de laboratório baseiam em normas que exigem o uso de água destilada.

O consumo de água em laboratórios de pesquisa é essencialmente alto, e a destilação dela um processo cotidiano. Embora seja de funcionamento simples esse processo consome uma considerável quantidade de energia elétrica e água.

O processo de destilação trata da vaporização da água através de uma aumento de sua temperatura (OLIVEIRA et al., 2017). O princípio de funcionamento dos destiladores atuais é análogo ao modelo antigo de destilador. A água fria, que entra no tubo condensador pela parte inferior, sobe por ele até entrar na tubulação que leva ao cilindro de nível. Assim a água ganha calor, enquanto esfria o vapor que desceu da caldeira. O cilindro de nível e a caldeira interagem entre si e extravasa a água excedente.

A termos explicativos pode-se tomar o destilador do tipo Pilsen que funciona da seguinte forma: a água vinda da torneira (seta azul) entra no tubo condensador para entrar em ebulição a 100°C, sobe até a saída de água da coluna de condensação para chegar a coluna de nível (seta vermelha). Nesse percurso a água é aquecida a partir da utilização de resistência elétrica, enquanto resfria o vapor que desceu do tanque de nível. O vapor resfria e condensa, transformando-se em líquido, saindo pelo bico coletor de água destilada (seta verde) como pode ser visto na Figura 3 (SILVA, 2014).

Figura 3 – Componentes e funcionamento do destilador tipo Pilsen



(Fonte: SILVA, 2014).

Sistemas para a destilação de água são indispensáveis para sucesso em atividades experimentais exercidas em laboratórios. No entanto, grande parte da água utilizada no

processo de destilação, mais especificamente a água utilizada no processo de resfriamento é, em geral, descartada. Por exemplo, em um destilador que dissipe em seu sistema de aquecimento uma potência de 3000 W são descartados aproximadamente 20 litros de água potável, para a produção de 3 litros de água destilada (ASSIRATI, PEREIRA E NUNES, 2011).

2.3.1 Reaproveitamento da água utilizada para o resfriamento de destiladores em instituições públicas

A partir do conhecimento a respeito das atuais necessidades hídricas e do enorme desperdício causado pela deposição da água de resfriamento de destiladores é imprescindível a adoção de medidas para o reuso dessa água. Desta forma ideias para o reuso da água desperdiçada por destiladores passam a disseminar cada vez mais pelas universidades.

Com a consciência de racionalização algumas universidades adotaram sistemas de reuso da água desperdiçada por destiladores. O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), por exemplo, após realizado um estudo com os gastos dos dez destiladores, disponíveis a água de refrigeração passou a ser utilizada para a lavagem das vidrarias para minimizar o consumo de água potável (SILVA et al., 2012)

Na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, foram realizados estudos em 2012 com o comparativo de custos a respeito da água desperdiçada e da aquisição de uma caixa d'água, tubulações e instalações hidráulicas que drenassem a água utilizada para o resfriamento para o atendimento de atividades de limpeza geral do prédio e manutenção dos jardins. O estudo mostrou vantagem e a construção da estrutura foi aprovada (MARCKMANN et al., 2012).

Alunos de Engenharia Química da Universidade de São Paulo – USP realizaram um estudo a partir de uma escola que contava com dois laboratórios de pesquisa e utilizavam quatro destiladores de água. Foi criado um sistema chamado de “destilação por fluxo reverso” no qual é utilizado reservatórios de água já existentes no laboratório da escola como receptores para água de refrigeração dos quatro destiladores, como pode ser observado de acordo com a Figura 4. Os destiladores são alimentados por meio de derivação do cano de entrada dessas próprias caixas, que também alimentam toda a rede interna do prédio. A instalação do sistema prevê uma economia de 1,5 milhão de litros de água por ano (PINTO, 2015).

Figura 4 - Protótipo de reuso de água dos alunos da USP



Fonte: PINTO (2015)

Ainda sobre reuso de água em instituições públicas, a Universidade Federal da Bahia a partir do programa ÁGUAPURA tem como objetivo reduzir o consumo de água nos laboratórios do Campus de Salvador. Após realizados estudos a respeito do volume de água gasto pelos destiladores de água, foi identificado que dois dos três destiladores já praticavam o reuso a água de resfriamento para fins de limpeza e sanitários (NAKAGAWA et al., 2008).

3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização da área de estudo

Campina Grande localiza-se no interior da Paraíba, no Agreste Paraibano (Figura 5), na parte oriental do Planalto da Borborema e está inserida na região do semiárido brasileiro segundo o Ministério da Integração Nacional (MIN, 2005). De acordo com o IBGE em 2017 a cidade possui 410.332 habitantes, sendo a segunda mais populosa da Paraíba. Por situar-se no agreste paraibano, a uma altitude de 500 m acima do nível do mar Campina Grande possui um clima com temperaturas mais moderadas e chuvas concentradas principalmente entre os meses de abril e julho.

Figura 5 - Localização da Cidade de Campina Grande



Fonte: UAEC/UFCG (2014)

O município de Campina Grande é abastecido pelo açude Epitácio Pessoa (açude de Boqueirão) que está localizado na região semiárida do estado da Paraíba, na zona rural do município de Boqueirão. Seu espelho d'água cobre aproximadamente 14.000 km² de área superficial e abastece cerca de 30 municípios da região e outros centros de populacionais menores, rurais e urbanos (LIMA et al., 2013).

Campina Grande é um importante centro universitário, dispõe de vinte e uma universidades e faculdades, dentre elas três instituições públicas de ensino superior o Instituto

Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), a Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), a qual se destaca como um dos polos de desenvolvimento científico e tecnológico do Nordeste.

A Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) foi criada em 9 de abril de 2002 por meio da Lei nº 10.419 a partir do desmembramento da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) com o objetivo de ministrar o ensino superior, desenvolver a pesquisa nas diversas áreas do conhecimento e promover a extensão universitária (Brasil, 2002).

A UFCG (Figura 6), campus Campina Grande, localiza-se na rua Aprígio Veloso, 882. Bairro Universitário, Campina Grande, PB e atualmente conta com 31 cursos de graduação.

Figura 6 - Localização da Universidade Federal de Campina Grande em Campina Grande



Fonte: Google Earth (2015)

De acordo com os dados da Pró - Reitoria de Ensino, no período 2017, que se iniciou em Maio/2017 e conclui em Setembro/2017 a UFCG – Campina Grande conta com 6432 alunos matriculados, 884 professores entre efetivos, visitantes e substitutos. E de acordo com

o levantamento de Junho de 2015 possui 1162 servidores técnico-administrativos em exercício.

Em relação a laboratórios, a UFCG – campus de Campina Grande possui vinte laboratórios que atendem aos cursos de graduação e pós-graduação. Em cinco desses vinte laboratórios são utilizados destiladores para a produção de água destilada, utilizada nas análises físico-químicas e também para a limpeza da vidraria. A água destinada ao resfriamento destes destiladores vem da rede de abastecimento e depois de resfriar o equipamento, é descartada na rede de esgoto, um caso típico de desperdício.

3.1.1 Laboratório de Saneamento da UFCG – Campina Grande

O Laboratório de Saneamento da Universidade Federal de Campina Grande, campus Campina Grande localiza-se no setor C do campus, Figura 7.

Figura 7 - Localização do Laboratório de Saneamento na UFCG - Campus Campina Grande



Fonte: Google Earth (2015)

Atualmente as instalações do laboratório são utilizados por estudantes de Engenharia Civil nos seus cursos de graduação e pós graduação, além de suporte ao curso de Engenharia de Materiais. Possui uma área de 991,23 m², uma população fixa de 13 pessoas e 25 flutuantes para seus estudos conta com um Destilador de água Alta Pureza MA 078/5, Figura 8.

Figura 8 – Destilador de Água Alta Pureza MA078/5 utilizado no Laboratório de Saneamento.



Fonte: Elaborada pelo autor (2018)

3.1.2 Destilador de Água Alta Pureza MA078/5

Localizado no Laboratório de Saneamento da Universidade Federal de Campina Grande, campus Campina Grande, o destilador de água de Alta Pureza MA078/5 é produzido pela empresa Marconi Equipamentos para Laboratórios. Sua instalação permite uso em bancada ou parede, a caixa é produzida em chapa de aço inox AISI304 e a vidraria em borossilicato e quartzo (Figura 9). O sistema de purificação funciona a partir de um anteparo de vidro Baffle (condensador de gotículas de água durante ebulição) helicoidal para retenção das micropartículas de água agregadas ao vapor (MARCONI, 2017). De acordo com o manual do fabricante, este destilador produz cerca de 4,5 a 5 litros de água destilada por hora e para isso utiliza cerca de 80 litros de água no resfriamento. Ainda de acordo com o manual o consumo em funcionamento é de 4000W e é alimentado a 220V.

Figura 9 - Destilador de água Alta Pureza MA078/5



Fonte: MARCONI (2017)

3.2 Desenvolvimento da pesquisa

Inicialmente foi efetuado o levantamento de todos os destiladores existentes no campus de Campina Grande, localizando por laboratório, marca e modelo (Tabela 1). Foi possível perceber que a utilização deles é intensa e semelhante para todos, assim como a grande semelhança na estrutura desses laboratórios.

Posteriormente, foi utilizado um dos destiladores existentes no laboratório de Saneamento da Unidade Acadêmica de Engenharia Civil da UFCG para determinar o consumo de água de resfriamento para cada litro de água destilada produzida, em um dia de testes foi possível obter a melhor vazão para o funcionamento do destilador. E a partir desses valores, determinar um provável consumo mensal do destilador.

Tabela 1 - Disposição dos destiladores de água nos laboratórios da UFCG.

Destilador	Localização	Modelo / Fabricante	Tipo
01	Laboratório de geotecnia	Pilsen (5l) / Marte	Destilador de parede
02	Laboratório de saneamento	MA078 / Marconi	Destilador de bancada
03	Laboratório de irrigação e salinidade	MA078 / Marconi	Destilador de bancada
04	Laboratório de irrigação e salinidade	MA-270 / Marconi	Destilador de parede
05	Laboratório de armazenamento e processamento agrícola	Pilsen (5l) / Marte	Destilador de parede
06	Laboratório de engenharia de alimentos	DDL DA-2 / Quimis	Destilador de parede

Fonte: Elaborada pelo autor (2018)

A partir desses parâmetros, foram analisados os dados disponíveis e realizado o estudo a respeito da possibilidade do reuso da água para atividades cotidianas, além da economia financeira que será gerada e refletida para a UFCG.

Para fins de desenvolvimento do projeto a ser implementado e para generalidade de dados, foi adotado no estudo os resultados obtidos para o destilador de Água Alta Pureza MA078/5 localizado no laboratório de Saneamento. No local de estudo foi visível que a água após o processo de destilação já era destinada ao processo de reuso, seguindo para um reservatório e posteriormente para a caixa d'água onde poderá ser utilizada sem necessidade de posterior tratamento como pode ser observado nas Figuras 10 e 11. Esta realidade é bem diferente do que acontece em outros laboratórios que também possuem destiladores.

Figura 10 – Reservatório da água destilada do Laboratório de Saneamento da UFCG.



Fonte: Elaborada pelo autor (2018)

Figura 11 – Reservatório inicial da água após resfriamento do destilador do Laboratório de Saneamento da UFCG.



Fonte: Elaborada pelo autor (2018)

3.2.1 Consumo de água do Laboratório de Saneamento da UFCG com utilização contínua de destilador de água laboratorial

Foram levantados dados do destilador laboratorial utilizado no Laboratório de Saneamento da UFCG, campus Campina Grande. Para isso foi realizada a aferição da vazão de entrada que garante o trabalho sem prejuízos para o aparelho.

O uso do laboratório por parte dos estudantes e pesquisadores torna-se intenso, principalmente nos períodos letivos, com desconto no último mês do período. Sendo assim é considerada alta movimentação no laboratório durante 6 meses por ano e conseqüentemente alta produção de água destilada.

Levando em consideração um mês de grande movimentação de estudantes e pesquisadores, foi informado pelo responsável do laboratório que a produção de água destilada chega a 200 L/semana.

De acordo com o manual do aparelho a produção por hora varia de 8 a 10 L com o consumo de 80 L, na realização dos testes foi obtido a produção de 4,4 L por hora e um consumo de 115,63 L de água de resfriamento. Na Tabela 2 estão dispostos os valores de

consumo mensal do laboratório com os dados do fabricante e os obtidos em laboratório para o consumo de 800 L de água destilada por mês.

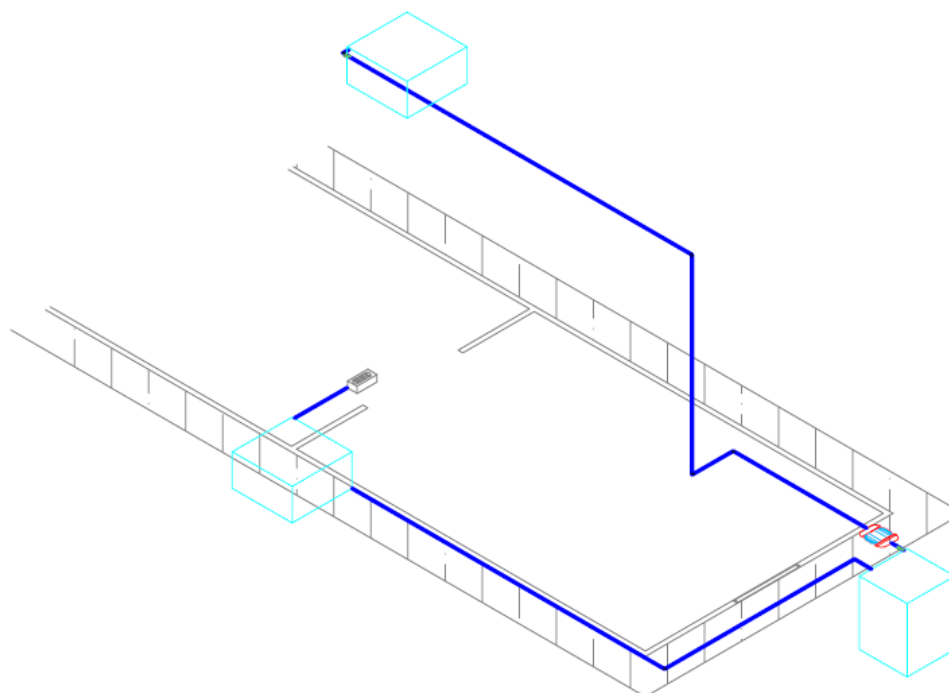
Tabela 2 - Consumo mensal do Laboratório de Saneamento de acordo com o fabricante e com dados obtidos em laboratório.

Dados	Consumo/hora (l/h)	Consumo/mês (l/mês)
Fabricante	80	8000
Laboratório	115,63	21023,64

Fonte: MARCONI (2018)

O equipamento de reuso do Laboratório de Saneamento da UFCG – Campina Grande trata de um sistema de tubulação simples, o qual leva a água que foi utilizada para refrigeração à uma caixa d'água localizada na calçada do laboratório e por gravidade a água é levada para o reservatório principal que abastece a caixa d'água de distribuição (Figura 12).

Figura 12 - Isométrica do protótipo de reuso do Laboratório de Saneamento.



Fonte: Elaborada pelo autor (2018)

3.2.2 Estimativa de custo do consumo de água do laboratório

Como não foi possível a obtenção das cobranças do consumo de água do Laboratório de Saneamento da UFCG, pois há uma cobrança geral pelo consumo da Universidade Federal de

Campina Grande e não separada por blocos, logo foi realizada a estimativa a partir dos valores disponibilizados pela CAGEPA para o ano de 2018. Na Tabela 2 estão dispostas as taxas relativas a cobrança por utilização do serviço de água e esgoto oferecido pela CAGEPA, o consumo do Laboratório de Saneamento ultrapassa a tarifa mínima de consumo até 10 m³ e se encaixa na cobrança de R\$25,06 por m³ consumido.

Tabela 3 - Estrutura tarifária para cobrança de água e esgoto em instituições públicas

Estrutura tarifária – Categoria público				
Faixas de Consumo mensal	Água	Esgoto	A + E	% Esgoto
Tarifa Mínima – Consumo até 10 m ³	74,66	74,66	149,32	100%
Acima de 10 m ³ (p/m ³)	12,53	12,53	25,06	100%

(Fonte: CAGEPA, 2018)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Discussão e comparação dos resultados coletados

Em todos os laboratórios foi perceptível o desperdício a respeito da quantidade de água limpa gerada e destinada ao esgoto a partir da utilização dos destiladores. Dentre os cinco laboratórios apenas o Laboratório de Engenharia de Alimentos possuía planos de instalação de uma forma de reuso e o Laboratório de Saneamento já praticava o reuso.

Foram realizados quatro testes, durante um dia no destilador do Laboratório de Saneamento, a partir daí foi obtida uma vazão ideal de água de resfriamento de 115,63 L/h (Tabela 4).

Também foi aferida a produção do destilador, obtendo-se que em 1h a vazão de entrada constante em 115,63 L/h são produzidos 4,4 L de água destilada. Vale ressaltar que foi constatado que o aumento dessa vazão acarretava vazamentos ao destilador e posterior desligamento do aparelho, e numa diminuição exagerada dessa vazão ocorria o aquecimento do aparelho e seu desligamento. Logo, foi essa considerada a vazão ideal.

Tabela 4 - Volume de saída da água após processo de refrigeração do destilador.

Teste	Volume de saída por hora (l/h)	Volume de saída por litro destilado (l/l)
1	104,35	23,72
2	122,70	27,89
3	115,68	26,29
4	119,79	27,22
Maior valor	122,70	27,89
Menor valor	104,35	23,72
Valor médio	115,63	26,28

O acompanhamento do destilador laboratorial de água utilizado no Laboratório de Saneamento permitiu a obtenção de uma vazão usual de abastecimento do destilador do modelo MA078, fabricado pela empresa MARCONI. Monitorado o volume da água de saída do destilador, como já citado anteriormente, utilizada no processo de resfriamento foi

observado o valor de 115,63 L/h. Este se mostrou acima do consumo de água especificado pelo catálogo do fabricante, que tratava de 80 L/h.

Quanto a produção de água destilada, foi obtida um valor de 4,4 L/h, sendo de acordo com o fabricante a produção do aparelho entre 8 e 10 L/h, valores estes superiores aos constatados.

Assim, para o equipamento utilizado, foi possível identificar uma menor eficiência em relação ao que é especificado no catálogo para ele. Isso apresenta grande relação com o tempo de uso desse aparelho e com a falta de frequência de manutenção do mesmo.

Analisando a relação do volume descartado para o resfriamento por volume de entrada para abastecimento, foi identificado um valor máximo de 27,89 L/L e o mínimo de 23,71 L/L, obtendo um valor médio de 26,28 L/L. Ou seja, para cada litro de água destilada que foi produzido foram gastos em média 26,28 L de água. Valor compatível aos valores observados por Muller (2011), onde ela estimou que para produção de 1 L de água destilada se faz necessário 25,12 L de água potável.

Realizado o comparativo com os dados disponibilizados foi possível perceber que a maior parte do consumo mensal de água do Laboratório de Saneamento da UFCG é utilizado para abastecimento do destilador de água, um dos principais equipamentos do laboratório.

Foram também obtidos dados a respeito do consumo geral de água do Laboratório de Saneamento no período de 08 de março de 2016 a 08 de abril de 2016 (SOUZA, 2016), a partir de hidrômetros instalados pela Prefeitura Universitária da UFCG. Para esse período foi constatado o valor 28400 L por mês. Sabendo que o laboratório possui um sistema de reuso é possível perceber que o valor do consumo de água geral praticamente dobraria, já que dos 28400 L consumidos registrados, 20223,64 L são águas de reuso após o resfriamento do destilador (consumo do destilador, com desconto da água destilada).

Levando em conta a presença de mais cinco destiladores semelhantes, distribuídos em outros quatro laboratórios da UFCG, os quais não foi possível o levantamento do consumo mensal de água, com áreas semelhantes e também de grande fluxo de alunos pode-se considerar um gasto semelhante quanto ao fornecimento de água. Com estruturas similares, a instalação de um protótipo de reuso traria benefícios e retorno financeiro aos laboratórios em poucos meses.

Percebe-se também uma grande discrepância a respeito dos dados obtidos em laboratório quanto aos dados disponibilizados pelo fabricante do destilador, já que o consumo aumenta em 35,63 L/h, enquanto a produção se reduz em 50%. Se fazendo necessário manutenções periódicas ao equipamento para averiguação de algum possível defeito.

4.2 Comparações financeiras e ambientais

Foi constatado que a CAGEPA cobra por metro cúbico o valor de R\$12,53, chegando assim a uma conta de água mensal com o valor de R\$711,70, o qual considera o uso do destilador de água, dos sanitários e lavatórios dispostos no Laboratório de Saneamento.

Levando em consideração o gasto mensal de R\$711,70 de consumo de água dos quais, R\$ 526,76 trata do gasto com abastecimento do destilador de água, ou seja 74% do valor pago será descartado, é perceptível que o reuso da água aqui proposto e adotado pelo laboratório revela uma grande economia financeira a instituição.

Considerando que boa parte da tubulação já é inerente ao sistema de abastecimento do bloco é possível perceber que o custo de instalação para um protótipo de reuso não necessita de grandes construções, sendo assim contando de forma geral foi levando um orçamento suposto com dados obtidos no Laboratório de Saneamento a partir da Tabela Sinapi de 2018, onde o custeamento pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5 - Orçamento suposto dos materiais para instalação de sistema de reuso.

Orçamento de materiais (Tabela SINAPI PB/2018)		
Material	Quantidade	Valor
Tubo PVC (25mm)	0,40m	5,60
Tubo PVC (32mm)	22,5m	435,60
Válvula de pé com crivo (25mm)	1	53,84
Joelho de 90° (25mm)	1	5,53
Curva de 90° (32mm)	2	20,36
Joelho de 90° (32mm)	4	29,56
Registro de gaveta (32mm)	1	74,95
Válvula de retenção (32mm)	1	72,47
TOTAL		697,91

(Fonte: SINAPI/PB, 2018)

Sendo assim, é possível notar que o valor não é elevado e que deve ter seu retorno financeiro em poucos meses dado a redução do valor da conta de consumo de água. Considerando a semelhança dos outros laboratórios que utilizam destiladores de água, a

instalação de um protótipo torna-se viável financeiramente e de grande necessidade levado em conta o gasto de água limpa que é destinada ao esgoto.

Deve também ser levado em consideração o aspecto ambiental. A água com sua grande importância em todos os aspectos de vida do ser humano é respeitada como matéria prima, já que 20223,64 l que seriam levados ao esgoto, voltam a ser utilizados para atividades cotidianas.

5. CONCLUSÕES

A partir da execução desse trabalho foi possível identificar que uma grande quantidade de água é desperdiçada para a produção de água destilada, que é de grande utilidade e importância para os serviços prestados nos laboratórios universitários. No caso estudado do Laboratório de Saneamento foi identificado que 74% do consumo mensal de água era destinado ao destilador, o que indica que um grande volume de água limpa seria destinado ao esgoto.

A inclusão de um sistema de reaproveitamento para água de refrigeração de destilador é de suma importância, quando se toma consciência do desperdício de água limpa, e que pode ser utilizada sem necessidade de tratamento, que é gerado para possibilitar a produção de água destilada. A gestão da água de saída dos destiladores, conta como um grande ganho ambiental e é um enorme passo de melhora contínua em relação ao reuso de água.

Analisados os dados e estudos levantados é possível concluir que o protótipo é bastante viável para os mais diversos laboratórios que utilizam destilador laboratorial de água. Trata de uma instalação simples, de fácil modificação para adaptação as mais diversas estruturas e de valor financeiramente acessível, já que os materiais de custo mais elevado tem grande possibilidade de já integrarem o sistema hidráulico do laboratório. Além disso trata de uma estrutura que terá durabilidade à longo prazo, o que torna ainda mais eficiente financeiramente e ecologicamente.

Tratando do comparativo ao sistema já utilizado no laboratório, pode-se afirmar que é um sistema válido, que possibilita o reuso e expõe a necessidade de ações à evitar o enorme desperdício para outros laboratórios da instituição. No entanto, trata-se de uma instalação sem análise, logo utiliza de diâmetros de tubulação, bomba de elevação e reservatórios de maior custo, que poderiam ser substituídos por materiais de menor custo e mesmo desenvolvimento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (Brasil). **Avaliação da viabilidade técnica e econômica do tratamento e reúso de esgoto municipal na indústria e na agricultura.** ANA, 2017. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/projetos/Reuso.aspx>>. Acesso em: 21 jun. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos: Informe 2016/** Agência Nacional de Águas – Brasília: ANA, 2016. ALTERTHUM, Flavio; TRABULSI, Luiz Rachid. Microbiologia. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2004.

ASSIRATI, Lucas; A PEREIRA, Carlos; NUNES, Luiz A O. **Sistema de refrigeração cíclico para utilização em destilador térmico.** São Paulo: 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422011000200031>. Acesso em: 26 jun. 2017.

BEZERRA, M. B.; BEZERRA, A. P. P. S. **A crise hídrica como reflexo da seca: o Nordeste Setentrional em alerta.** *Revista de Geociências do Nordeste*, Cajazeiras, v. 2, 10p, nov. 2016.

BRASIL. Constituição (1997). Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. **Política Nacional de Recursos Hídricos.** Brasília, Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/cgmi/nossoamb/agua/lei/lei9433.html>>. Acesso em: 07 jul. 2017. FERREIRA, Cristina Targa; SILVEIRA, Themis Reverbél da; **Hepatites Virais: aspectos da epidemiologia e da Prevenção.** *Revista Brasileira de Epidemiologia*. São Paulo, dez. 2004, v. 7, n. 4, p. 473-487.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2015.** Brasília: SNSA/MCIDADES, 2017. 212p.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SABESP). **Uso racional da água.** SABESP, 2017. Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=2&temp2=3&proj=sabes>>

p&pub=T&nome=Uso_Racional_Agua_Generico&db=&docid=0559F0B0B4127513832570D1006527A2>. Acesso em: 21 jun. 2017.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Águas superficiais. Reuso de água.** CETESB, 2017. Disponível em:<<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/39-Reuso-de-%C3%81gua>>. Acesso em: 21 jun. 2017.

GOOGLE EARTH-MAPS. <http://mapas.google.com>. Acesso em: 02 mar. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios: síntese de indicadores 2013/** IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 296 p.

ISMAEL, Daniele Aparecida Monteiro et al. Panorama do abastecimento de água na Paraíba: breve análise contextual. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 5, n. 9, p.98-102, dez. 2014.

Lima, R. C. S. A., Buriti, C. O., Bezerra, H. A., e Patrício, M. C. M. (2013). Abastecimento de água em Campina Grande (PB): um panorama histórico. In: Rangel Junior, A. G., e Sousa, C. M. (Org.). **Campina Grande hoje e amanhã** (p. 23-25). Campina Grande: EDUEPB.

LOPES, Paulo Roberto Coelho. **Alternativas de manejo de solo e água para o semi-árido brasileiro.** 2003. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/agronegocio/17.shtml>>. Acesso em: 02 mar. 2018.

MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. **Reuso de Água.** Editora Manole. Barueri, SP, 2003.

MARCKMANN, Karina et al. **Propostas para redução de desperdícios ambientais numa Universidade Pública – Projeto de reutilização de água de destiladores no CT - Leamet.** In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS PARA O MEIO AMBIENTE, 3. 2012, Bento Gonçalves. 2012. 6 p. Disponível em: <http://www.ct.ufrgs.br/leamet/gestao/FIEMA2012_Destiladores.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2017.

MARCONI. MA078/5 | **Destilador de Água Alta Pureza (Borossilicato e Quartzo).** Disponível em:

<<http://www.marconi.com.br/capa.asp?idpaginainst=exibeproduto&procodigo=112>>. Acesso em: 21 jul. 2017.

MARISCO, Lenisa Veiga et al. **REÚSO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE APARELHOS DESTILADORES**. Revista Ciatec – Upf, Rio Grande do Sul, v. 6, n. 1, p.37-47, 2014. Disponível em: <<http://seer.upf.br/index.php/ciatec/article/download/3488/2611>>. Acesso em: 02 mar. 2018.

MÜLLER, J. **Qualidade microbiológica da água descartada por destiladores e seu potencial para reuso**. 2011. 58f. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/30530/Monografia%20Juliana%20Muller.pdf?sequence=1>>. Acesso em 02 mar. 2018.

NAKAGAWA, Alessandra Keiko; KIPERSTOK, Asher; OLIVEIRA-ESQUERRE, Karla Patricia. **ESTUDO DOS EQUIPAMENTOS CONSUMIDORES DE ÁGUA – DESTILADORES**. 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Salvador - Bahia, maio 2018

OLIVEIRA, Francisco Fábio Mesquita de, et al. **CONSUMO DE ÁGUA UTILIZADA PELOS DESTILADORES, UERN, CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, MOSSORÓ-RN**. Mossoró, p.2-6, mar. 2013. Disponível em: <http://www.unicap.br/encontrodasaguas/wp-content/uploads/2013/06/Francisco-Fábio-Mesquita-de-Oliveira-ufceara-Trabalho_2073004639.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2017.

PINTO, Alessandro Costa; CAPRI, Maria da Rosa; CAPRI NETO, Ângelo. **GESTÃO DE ÁGUA NO LABORATÓRIO: RECUPERAÇÃO DA ÁGUA DESCARTADA DOS DESTILADORES**. 2º Congresso Internacional - Gestão da Água e Monitoramento Ambiental, Aracajú - SE, dez. 2015.

PORTO, Rodrigo de Melo. **Hidráulica Básica**. 4. Ed. São Carlos: EESC-USP, 2006. 540 p.

REBOUÇAS, Aldo. **Uso Inteligente da Água**. São Paulo: Escrituras Editora, p 32, 2004.

SILVA, David Benner da. **AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE REFRIGERAÇÃO DE UM DESTILADOR DE ÁGUA LABORATORIAL**. 2014. 42 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2014.

SILVA, M. A.; SANTANA, C. G. **REÚSO DE ÁGUA: Possibilidades de redução do desperdício nas atividades doméstica**. Revista do CEDS, Periódico do centro de estudos em desenvolvimento sustentável da UNDB, N 1 agosto/dezembro 2014 – Semestral.

SILVA, Marilda da et al. **REUSO DA ÁGUA DE REFRIGERAÇÃO DE DESTILADORES PARA LAVAGEM DE VIDRARIAS EM LABORATÓRIOS DE ENSINO DO IFMT CAMPUS CUIABÁ BELA VISTA**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 3. 2012, Goiânia: IBEAS, 2012. 5 p.

SINAPI – Índices da Construção Civil. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_652>. Acesso em 22 fev. 2018.

SOARES, Antonio Leomar Ferreira. **AMBIENTES DE USO PÚBLICO: O CASO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**. 2012. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2012.

SOUZA, Rafael de; RIBEIRO, Wagner Miguel Rolim. **Uma análise das políticas públicas para o desenvolvimento sustentável: a utilização da água de reuso**. 2016. 16 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração Pública, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016. Disponível em: <[http://www.repositorio.uff.br/jspui/bitstream/1/1955/1/Rafael de Souza - Wagner Miguel.pdf](http://www.repositorio.uff.br/jspui/bitstream/1/1955/1/Rafael%20de%20Souza%20-%20Wagner%20Miguel.pdf)>. Acesso em: 12 ago. 2017.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). **Programa de Uso Racional da Água na Universidade de São Paulo**. PURA-USP, 2017. Disponível em: <<http://www.pura.usp.br/pura-usp/>>. Acesso em: 21 jun. 2017.