



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIAS
BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

SABRINA JOYCE DOS SANTOS OLIVEIRA

**REUSO E/OU APROVEITAMENTO DE ÁGUA EM UNIVERSIDADES
PÚBLICAS DO NORDESTE BRASILEIRO**

PAU DOS FERROS

2020

SABRINA JOYCE DOS SANTOS OLIVEIRA

**REUSO E/OU APROVEITAMENTO DE ÁGUA EM UNIVERSIDADES
PÚBLICAS DO NORDESTE BRASILEIRO**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Joseane Dunga da Costa

Coorientador: Prof^a. Mr^a. Gabriela Valones Rodrigues de Araújo

PAU DOS FERROS

2020

SABRINA JOYCE DOS SANTOS OLIVEIRA

REUSO E/OU APROVEITAMENTO DE ÁGUA EM UNIVERSIDADES PÚBLICAS
DO NORDESTE BRASILEIRO

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semiárido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Ambiental e
Sanitária.

Defendida em: 15 / 01 / 2020.

BANCA EXAMINADORA

Joseane Dunga da Costa
Prof. Dr^a. Joseane Dunga da Costa
Presidente

Thais Cristina de Souza Lopes
Dr^a. Thais Cristina de Souza Lopes
Membro Examinador

Phâmella Kalliny Pereira Farias
Dr^a. Phâmella Kalliny Pereira Farias
Membro Examinador

© 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 tomar-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.

0048r Oliveira, Sabrina Joyce dos Santos.
Reuso e/ou aproveitamento de água em
universidades públicas no nordeste / Sabrina
Joyce dos Santos Oliveira. - 2020.
74 f. : il.

Orientadora: Joseane Dunga da Costa.
Coorientadora: Gabriela Valones Rodrigues de
Araújo.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Ambiental e Sanitária, 2020.

1. Reuso . 2. Universidades Públicas. 3.
Semiárido. 4. Aproveitamento de água. 5. Fontes
Alternativas. I. Dunga da Costa, Joseane ,
orient. II. Valones Rodrigues de Araújo, Gabriela
, co-orient. III. Título.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que com sua infinita bondade me conduziu até aqui e me deu força para continuar e enfrentar todas as dificuldades e obstáculos encontradas ao longo desta jornada. Todas as experiências vivenciadas durante estes anos me fizeram aprender muitas coisas e hoje cada conquista tem um significado maior.

A minha família, em especial meu pai José dos Santos, que infelizmente não pode estar presente durante a minha graduação, mas foi meu maior incentivador e deu todo suporte para que eu continuasse estudando. A minha mãe, Maria Edileuza que se dedicou exclusivamente a cuidar dos seus filhos e garantir que eles pudessem estudar e lutarem pelos seus sonhos, obrigado por todo apoio e sacrifício que fez por mim.

A minha orientadora e coorientadora por toda paciência e compreensão, pela disponibilidade e todo conhecimento repassado. Graças a vocês foi possível realizar este trabalho.

Aos meus amigos, que são minha segunda família, obrigado por todo apoio, pelo incentivo, pelas mensagens de carinho e cuidado e por estarem sempre dispostos a ajudar. Em especial quero agradecer a Lucas Queiroz, que é como um irmão para mim, sem você não seria possível.

A universidade e a todo corpo docente, por todo apoio, conhecimento e lições ensinadas durante esses anos, vocês formarão excelentes profissionais, que Deus abençoe a cada um.

A cada pessoa que contribuiu direta e indiretamente com meu trabalho, serei eternamente grata.

"O futuro não é um lugar para onde vamos, mas um lugar que estamos a criar. O caminho para ele não é encontrado, mas construído e o ato de fazê-lo muda tanto o realizador quanto futuro."

Antoine de Saint-Exupéry

RESUMO

A região semiárida é caracterizada por um regime de precipitação irregular e escassez hídrica, tornando necessário técnicas que auxiliem na convivência de maneira que não se interfira na qualidade de vida e desenvolvimento local, principalmente dentro das universidades. Nesse contexto, o trabalho teve como objetivo fazer o levantamento das instituições públicas de ensino superior que possuem sistema de reuso e/ou aproveitamento de água interno localizadas nos estados do Nordeste que compreendem a região semiárida. Para isso, a coleta de dados se deu por meio de um questionário enviado às instituições e aos docentes da área via e-mails. Foram utilizados métodos estatísticos baseados no discurso do sujeito coletivo, contando ainda com a ajuda de alguns softwares como excel e qgis para elaboração de tabelas, gráficos e mapas. Após a análise e interpretação de dados, foi constatado que dentre as 28 universidades abordadas apenas duas fazem reuso de água, a UFRN como política institucional dentro do campus na modalidade de reuso direto não potável, destinado ao reuso urbano para irrigação paisagística, e a UNIVASF que faz o reuso apenas em um departamento na modalidade de reuso direto não potável, destinado para uso agrícola e florestal. Em relação às vias alternativas de aproveitamento de água, apenas a UFAL, UESB, UFOB, UFRB, UEPB, UFCG, UFRPE, UERN possuem alguma tecnologia neste segmento. Apesar do reuso e do aproveitamento serem excelentes opções para complementar o abastecimento e reduzir o consumo de água potável, a implementação esbarra em burocracias, falta de recursos, de incentivos e de legislações que as norteiem.

Palavras-chave: Instituições de Ensino Superior; Fontes alternativas de água; Responsabilidade ambiental.

ABSTRACT

The semi-arid region is characterized by a regime of irregular precipitation and hydric scarcity, making techniques that auxiliaries in the coexistence in a way that it doesn't interfere on the quality of life and local development, principally inside of the universities, something necessary. In this context, the study aimed to survey the public institutions of higher education that have a system of reuse and / or use of internal water located in the northeastern states that comprise the semiarid region. For this, the data collection took place through questionnaires sent to institutions and docents of the area by e-mails. Statistical methods based on the collective subject discourse were used, with the help of some software such as excel and qgis for the elaboration of tables, graphs and maps. After analyzing and interpreting the data, it was found that of the 28 universities approached, only two reused water, UFRN as an institutional policy on campus, in the non-potable direct reuse modality, intended for urban reuse as paisagistic irrigation, and the UNIVASF that makes the reuse only at an department in the modality of direct non-potable reuse, intended for agro and forestall use. In relation to alternative pathways of water harnessing, just UFAL, UESB, UFOB, UFRB, UEPB, UFCG, UFRPE, UERN has some technology in this segment. Despite the reuse and harnessing being excellent options to complete the supply and reduce the potable water consum, the implementation bumps into bureaucracies, lack of resources, incentives and legislation to guide them.

Keywords: Higher Education Institutions; Alternative Fonts of Water; Ambiental Responsibility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área de estudo.	45
Figura 02 - Reuso e/ou aproveitamento de água em Universidades Públicas nos estados do Nordeste que abrangem a região do Semiárido.	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Reuso e/ou aproveitamento de água Universidades Públicas nos estados do Nordeste que compreendem a região Semiárida.....	45
Gráfico 02 - Projetos de reuso e/ou aproveitamento de água em Universidades Públicas nos estados do Nordeste que compreendem a região Semiárida.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 -Classificação e parâmetros conforme o tipo de reuso	28
Tabela 03 - Padrões da Resolução COEMA nº 02/2017 para Reuso de Efluentes Sanitários.	33
Tabela 04 - Órgãos ambientais atuantes no semiárido nordestino.	34
Tabela 05 - Universidades públicas nos estados do Nordeste que abrangem a região do Semiárido.....	47
Tabela 06 - Questionário: reuso e/ou aproveitamento de água.	48
Tabela 07 - Universidades Públicas que fazem reuso de água como política institucional nos estados do Nordeste que abrangem a região do Semiárido.....	51
Tabela 08 - Dificuldades encontradas para implementar o reuso de água nas Universidades Públicas.....	52
Tabela 09 - Universidades que fazem reuso de água como iniciativa pontual.....	53
Tabela 10 - Universidades Públicas que fazem aproveitamento de água nos estados do Nordeste que abrangem a região do Semiárido.	56
Tabela 11 - Técnicas de aproveitamento de água em Universidades Públicas nos estados do Nordeste que abrangem a região do Semiárido.	58

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. Objetivo geral.....	15
2.2. Objetivos específicos	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1. Disponibilidade hídrica no Brasil	16
3.2. Escassez no o semiárido Nordeste.....	17
3.3. Alternativas de convivência com o semiárido Nordeste	19
3.3.1. Reuso de água.....	23
3.3.1.1. Modalidades e usos da água de reuso.....	25
3.3.1.2. Parâmetros de qualidade de água	27
3.3.1.3. Níveis de tratamento de águas residuárias	29
3.3.1.4. Legislações	31
3.4. Órgãos ambientais atuantes no semiárido nordestino	34
3.5. Reuso de água em Universidades Públicas	40
3.6. Técnicas de aproveitamento de água	41
4. METODOLOGIA	43
4.1. Classificação da Pesquisa	44
4.2. Caracterização da área de estudo	44
4.3. Levantamento de dados.....	46
4.3.1. Coleta de dados.....	47
4.3.2. Análise e interpretação de dados	49
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	49
5.1. Reuso de água como política institucional.....	50
5.2. Reuso de água como iniciativa pontual	53
5.3. Alternativas de aproveitamento de água	56
5.4. Projetos voltados para implementação de reuso e aproveitamento de água	60
5.5. Viabilidade econômica.....	62
5.6. Legislações atendidas no reuso e aproveitamento de água	63
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país privilegiado em relação a sua disponibilidade hídrica total, no entanto, a oferta não é uniforme. Dados da ANA (2019) apontam que a distribuição é desigual tanto em termos territoriais como também ao longo do ano, além das diferentes demandas, destinações e da infraestrutura utilizada para fazer a exploração e conservação.

Diante disso, o abastecimento público tem sido prejudicado pelos períodos de estiagem, fazendo com que muitos setores dependam de armazenamento em reservatórios, valendo ressaltar que entre o período de 2003 e 2016, 78,5 % dos municípios da região Nordeste decretou seca (ANA, 2017). A escassez dos recursos hídricos, o crescimento populacional, o custo para obtenção de água potável de qualidade e a busca por um consumo sustentável vêm provocando mudanças em relação ao reaproveitamento de água (MEDEIROS et al., 2012).

Em especial, na região do Semiárido Nordestino, do ponto de vista de Barbosa et al., (2014), fatores como déficit hídrico e falta de políticas de desenvolvimento adequadas dificultam o desenvolvimento local, sendo necessários criar alternativas para se adequar as adversidades que surgem. Devido tais circunstâncias, rever as formas de consumo e reaproveitamento de água é um fator primordial para conviver da melhor maneira possível com a escassez, sem que se interfira na qualidade de vida e no desenvolvimento das atividades dentro das instituições de ensino, que é o objeto de estudo do trabalho.

Dessa forma, diante do alto consumo de água nas Universidades, Sobrinho (2016) enfatiza que o mesmo pode ser oriundo de diversas fontes, como por exemplo, a grande quantidade de banheiros, o restaurante universitário, a cantina, irrigação, laboratórios, entre outros. De acordo com Marinho et al., (2019), muitas das medidas de redução de consumo são desconhecidas para a maioria das pessoas, com isso, passa-se despercebido as diversas formas de reaproveitamento de água que podem ser implementadas dentro da instituição, bem como seus benefícios.

São inúmeras as vantagens da utilização da água de reuso, dentre elas podemos ressaltar principalmente a preservação da água potável para atendimento de necessidades que exigem qualidade superior, como abastecimento humano. Carvalho et al., (2014), ressalta ainda outras vantagens como a redução de custos com consumo de água, energia e investimentos em infraestrutura e diminuição do esgoto gerado.

Assim, as universidades, devido ao seu grande porte e as consequências advindas do seu funcionamento, devem propor medidas que venham a mitigar os impactos causados pelas atividades desenvolvidas. Estas instituições tem potencial de servir de exemplo para a sociedade, mostrando-se organizações em busca de atitudes sustentáveis, conscientes de sua responsabilidade social e ciente das problemáticas que a comunidade enfrenta quanto à escassez de recursos hídricos (SILVEIRA et al., 2014).

Para se ter uma universidade sustentável, um dos requisitos é o consumo consciente da água. Inicialmente, de acordo com Carvalho (2017) é necessário que se tenha uma estimativa do consumo do campus, para que a partir disto, se faça um controle de prevenção e sejam adotadas medidas de aproveitamento. Através de uma pesquisa dentro uma universidade pública em São Paulo, Santos e Ricciardi (2013) constataram que a maior parte do volume de água usada não requer padrão de potabilidade como pré-requisito.

Diante disso, nota-se a importância de se investir em técnicas de reuso e aproveitamento dentro das instituições, reduzindo o consumo de água potável direto da rede de abastecimento, auxiliando no combate a escassez que é característica da região nordeste.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O trabalho proposto consistiu em fazer o levantamento das instituições públicas de ensino superior que possuem sistema de reuso e/ou aproveitamento de água interno localizadas nos estados do Nordeste que compreendem a região semiárida.

2.2. Objetivos específicos

- Fazer um levantamento de todas as instituições públicas de ensino superior nos estados do nordeste que abrangem a região semiárida;
- Contabilizar quantas universidades públicas possuem sistema de reuso e/ou aproveitamento de água dentro dos campi;
- Especificar as modalidades de reuso e/ou aproveitamento de água existentes;
- Identificar as maiores dificuldades encontradas na implementação sistema de reuso e/ou aproveitamento de água.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Disponibilidade hídrica no Brasil

De acordo com a Lei nº 9.433 de 1997, que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos - PNRH, a água pode ser definida como um recurso natural limitado, que possui seu valor econômico e tem caráter de domínio público (BRASIL, 1997). A sua disponibilidade é um dos principais requisitos para o desenvolvimento humano, e que segundo Veriato et al., (2015), garantir a segurança hídrica é imprescindível para que exista avanço social e econômico.

A água é um recurso indispensável à sobrevivência humana. Ela é o único recurso natural que está atrelado a todos os aspectos evolutivos da humanidade, que vão desde o desenvolvimento industrial, agrícola, valores culturais e religiosos e as demais necessidades, tanto de espécie animais como vegetais (GOMES, 2012).

Antecedente à temática quantitativa da disponibilidade hídrica no Brasil, é necessário compreender a diferença entre água e recurso hídrico. Dessa forma, Branco (2006), afirma que nem toda água é um recurso hídrico, pois a água é um elemento natural, que não está associada a algum tipo de uso, já o recurso, considera a água como um bem econômico e está associada aos seus usos múltiplos.

A água que existe no Planeta está em constante movimento, em que a quantidade existente na Terra é praticamente invariável há centenas de anos e devido ao ciclo hidrológico, o volume permanece o mesmo (RIBEIRO; ROLIM, 2017). Apesar de estudos apontarem que a água tem seu volume constante, Augusto (2012), explica que a água é o compartimento ambiental mais afetado pelas mudanças climáticas. Os reservatórios de água doce, própria para consumo, em geral, são os reservatórios superficiais e os subterrâneos, que estão distribuídos de maneira irregular pelo território e estão sujeitos às varrições sazonais, fato este, que justifica irregularidades relacionadas à disponibilidade.

Em termos quantitativos, Grassi (2001) relata que 97,5% da água de nosso planeta está presente nos oceanos e mares, na forma de água salgada. Dos 2,5% restantes, que correspondem à água doce, 2/3 estão armazenados nas geleiras e calotas polares. Apenas 0,77% de toda a água está disponível para o nosso consumo, sendo encontrada na forma

de rios, lagos, água subterrânea, incluindo ainda a água presente no solo, atmosfera e na biota.

Quando se observa a totalidade das reservas, sem análise das diferenças regionais, o Brasil apresenta situação de disponibilidade hídrica privilegiada: detém mais da metade da água da América do Sul e 13% do total mundial (CIRILO, 2015). Apesar desta vantagem em relação à distribuição espacial da água, Augusto (2012), apresenta alguns dados que comprovam que a distribuição regional dentro no Brasil não é tão favorável. Apesar de conter 13% da água doce do planeta, 70% está localizada na região Amazônica, que contém a menor densidade populacional do país. No nordeste, onde está abrigado cerca de 30% da população, as reservas de água chegam a apenas 5% e nas regiões Sul e Sudeste do país, cerca de 60% da população dispõe de 12,5%.

A disponibilidade de água é relativa, varia à medida que a população e a economia crescem, também são levados em consideração alguns fatores mencionados por Carlão (2018), como as mudanças climáticas ocasionadas por ações antrópicas, além da interferência no ciclo hidrológico e a redução da qualidade dos recursos hídricos.

Segundo dados da Agência Nacional das Águas – ANA (2017), a demanda por uso de água teve um aumento estimado de aproximadamente 80% no total retirado de água nas últimas duas décadas e a previsão é de que, até 2030, a retirada aumente 30%.

Como previsto por lei, os objetivos da Política Nacional dos Recursos Hídricos, visam assegurar a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos para as futuras gerações, bem como promover o desenvolvimento sustentável ao respectivo uso da água e a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos, sejam eles naturais ou relacionado a ações antrópicas.

3.2. Escassez no o semiárido Nordeste

Existem dois tipos de escassez de água: a escassez econômica que ocorre devido à falta de investimento e é caracterizada por pouca infraestrutura, e a escassez física, que ocorre quando os recursos hídricos não conseguem atender à demanda da população (CIRILO, 2015). Segundo dados da ANA (2017), a região nordeste requer uma atenção especial no que diz respeito às questões hídricas, pois tem 87,8% do seu território semiárido, com baixos índices de precipitação, temperaturas elevadas e irregularidade no regime, enquadrando-se como escassez física.

A água foi sempre um insumo básico para as trajetórias de desenvolvimento percorridas pelo Nordeste, já que todo crescimento econômico está associado ao aumento da pressão sobre os recursos hídricos e ao comprometimento de volumes de água para determinados fins (ANA, 2012). De acordo com Silva et al., (2017) a irregularidade ou falta deste recurso, acarreta em perdas, tanto econômicas, como sociais, afetando um grande número de pessoas.

Os problemas hídricos do Nordeste não se caracterizam pela falta total de água de superfície. Na realidade, o que existe é um desequilíbrio marcante na sua distribuição volumétrica (SUASSUNA, 2012). O autor argumenta esta afirmação expondo as características da região que a tornam suscetíveis à escassez, dentre elas estão as precipitações irregulares, influências das massas de ar, geologia e distribuição da água no subsolo, bem como a sua má qualidade, entre outros.

A região do semiárido sempre foi marcada por déficit hídrico e períodos de estiagem, de acordo com Silva (2013), as secas são fenômenos naturais possíveis de serem previstos, porém, sua ocorrência é inevitável. Os efeitos causados por elas podem ser amenizados por meio de políticas públicas eficientes na gestão dos recursos hídricos. Do ponto de vista de Cirilo et al., (2010), grandes esforços vêm sendo realizados com o objetivo de implantar infraestruturas capazes de disponibilizar água suficiente para atender as demandas atuais, entretanto, a população ainda encontra-se limitada e vulnerável a períodos de escassez.

Originalmente, a Região Semiárida adotada pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) seria aquela formada pelo conjunto de lugares contíguos, caracterizados pelo balanço hídrico negativo, resultante de precipitações médias anuais iguais ou inferiores a 800 milímetros (GONDIM, 2017). Atualmente, leva-se em consideração, além da precipitação, índices de aridez e risco de secas.

Do ponto de vista de Moreira (2016), a geração de informações e dados a respeito da escassez hídrica é fundamental para prever situações de risco e propor ações mitigadoras de impactos e perdas econômicas. Silva (2018) afirma que a partir dos dados obtidos, pode-se avaliar as limitações, barreiras e necessidades para se adaptar da melhor forma possível.

De acordo com os estudos de Gondim (2017), desde 2010, o Semiárido Nordestino é afetado por estiagens, que prevalecem até o ano de 2017 e não tem indicadores de que

o quadro seja revertido a curto prazo. As consequências desta escassez afetam diversos setores, dentre eles, se destaca principalmente o abastecimento público. Soares (2008) alega que por ser uma questão natural, não existe solução definitiva para a escassez, desta forma, a população deve buscar estratégias para sobreviver da melhor maneira possível com suas implicações.

A escassez afeta diversas áreas, trazendo consequências negativas para a sociedade, para economia local, para o meio ambiente e no que diz respeito ao âmbito institucional. Como descrito por Carvalho (2012):

Os impactos sociais afetam as pessoas no que toca à saúde, educação, emprego e migrações. Os impactos econômicos referem-se aos prejuízos causados pelas secas sobre a economia em geral, a arrecadação, a produção agrícola, a pecuária, a pesca interior e os gastos governamentais em programas de emergência. Os impactos institucionais, por seu turno, estão relacionados às mudanças por que passam as instituições públicas que executam programas, assistenciais ou de desenvolvimento, destinados a propiciar uma convivência mais efetiva da economia e da sociedade com as secas. Os impactos ambientais dizem respeito às alterações provocadas pelas secas ao meio ambiente em geral (CARVALHO, 2012).

Para Conti e Schroeder (2013), a percepção das características locais, bem como suas limitações, possibilita uma relação de convivência entre o homem e natureza. Essa adaptação à escassez traz uma nova concepção de que as consequências advindas são passíveis de controle e visam melhorar a qualidade de vida da população.

3.3. Alternativas de convivência com o semiárido Nordeste

A questão da água e da chuva sempre foi colocada no centro dos debates sobre o Semiárido brasileiro e apresentada como elemento gerador da maioria dos problemas da região (BAPTISTA; CAMPOS, 2013). Diante desta realidade local, a população, juntamente com o governo, deve buscar estratégias para lidar com suas limitações de maneira que as consequências sejam as menores possíveis.

A utilização de fontes alternativas de recursos hídricos para abastecimento é uma estratégia para lidar com regiões que possuem escassez. Segundo Silva et al., (2012), em períodos em que os índices de escassez estão elevados, a água fica limitada ao consumo humano e animal e a agricultura, ficando em segundo plano os demais usos. A situação

se agrava ainda mais quando a qualidade da água é inferior aos padrões estabelecidos para consumo, aumentando custos associados ao tratamento.

No Semiárido, o principal problema ligado à água, é que a demanda é superior à oferta, desta forma o abastecimento fica limitado, restando a essas populações alternativas, que são importantes ferramentas de convivência. (SILVA, 2016). De acordo com Tundise (2008), a solução para enfrentar tais problemas envolve desde uma gestão eficiente no que diz respeito às bacias hidrográficas, mas, principalmente, o desenvolvimento de tecnologias voltadas a melhorar oferta de água.

Diversas têm sido as políticas públicas voltadas para os recursos hídricos da região semiárida brasileira. Nos últimos dois séculos ações de fortalecimento institucional, bem como medidas estruturais e não estruturais, vêm sendo implementadas, algumas comprovadamente de eficácia limitada. Os insucessos de decisões equivocadas aumentam o desafio da convivência com o semiárido, causando impactos socioeconômicos ambientais adversos e, muitas vezes, irreversíveis (GHEYI, 2012).

Conviver com o Semiárido não significa apenas empregar tecnologias diferentes, quer sejam baratas ou caras. Significa abraçar uma proposta de desenvolvimento que seja viável (CONTI; SCHROEDER, 2013). Ainda de acordo com o autor, o maior desafio na região, é conciliar as condições naturais, as potencialidades, as particularidades e culturas, de maneira que possa ser estabelecido o plano de ação mais adequado.

O enfrentamento do problema da escassez de água no semiárido não se deu através de uma solução única. A implantação de infraestruturas hidráulicas, isoladas ou combinadas, constituem as ações necessárias para mitigar tal problemática (CIRILO et al., 2010). O intuito é atender a demanda da população, utilizando os recursos e tecnologias disponíveis para cada realidade.

Para Cirilo (2015), existem diversas formas de otimizar e complementar o abastecimento no semiárido, dentre elas podem-se citar a construção de barragens, exploração das águas subterrâneas, transferência de água de bacias hidrográficas mais distantes e menos exploradas, utilização de águas residuais, cisternas, sistemas de dessalinização, entre outros.

Apesar das muitas alternativas que auxiliam a convivência com a escassez hídrica na região nordeste, deve-se levar em consideração diversos fatores. De acordo com dados da ANA (2017), muitos municípios do semiárido não possuem condições técnicas e

financeiras suficientes, comprometendo a implantação e operação de algumas destas ferramentas.

Ao analisar todas as estratégias de convivência com o semiárido, Sousa Filho (2012), constatou que as tomadas de decisões devem se basear em modelos que se adequem aos diferentes espaços. As soluções devem abranger tanto zonas urbanas, como zonas rurais, levando em consideração aspectos técnicos, financeiros e sociais.

Fala-se muito em água do subsolo como solução para os problemas de abastecimento da região semiárida nordestina. É, sem dúvida, uma alternativa importante, mas que não resolve de todo o problema (SUASSUNA, 2012). O autor justifica que devido às características geológicas, a sua utilização envolve limitações em relação à qualidade da água, custos operacionais para exploração, bem como dessalinização e possíveis tratamentos.

Como observado por Ananias e Guedes (2017), grande parte da população apresenta dependência de recursos hídricos locais e sofrem com a irregularidade no abastecimento, e como alternativa, adotam a construção de reservatórios como uma forma de segurança, garantindo o atendimento as necessidades básicas. De acordo com Montenegro (2012), a construção de cisternas para captação de água da chuva foi umas das técnicas adotadas, porém, voltadas prioritariamente para abastecimento e uso domiciliar.

No que se refere ao abastecimento urbano nas cidades do semiárido, dados da ANA (2017), informam que a oferta de água precisa ser reforçada muitas vezes por obras de reservação e por transferências de vazões de bacias hidrográficas vizinhas, porém, essas obras exigem uma infraestrutura complexa, altos custos, tornando as vezes inviável sua execução. Do ponto de vista de Tardelli (2016), deve-se levar em consideração também as perdas provenientes pelos sistemas de tubulações, pois agravam o problema do suprimento de água.

De acordo com Lucena et al., (2018), uma das muitas práticas de combate a escassez adotadas na região semiárida, tanto em pequenos municípios, como também em cidades de maior porte, é açudagem. A construção destes açudes e pequenas barragens se propagou devido à necessidade em armazenar água, visto que os períodos de chuva ocorrem geralmente uma vez ao ano. A prática de construção de pequenos açudes é ressaltada por Santos et al. (2009):

A presença da pequena açudagem no semiárido nordestino objetiva armazenar água durante os períodos chuvosos para mantê-la disponível durante os severos períodos de seca. No entanto, a necessidade imediata de construção desses pequenos reservatórios associada aos problemas sociais da região gerou um panorama com açudes construídos sem critérios técnicos e planejamento. Por falta do projeto de construção, a maioria dos pequenos reservatórios possui capacidade volumétrica desconhecida. Além disso, a construção sem planejamento desses pequenos açudes causa impacto na disponibilidade hídrica de grandes reservatórios da bacia e perdas de água por evaporação devido à grande concentração de espelhos d'água (SANTOS et al., 2009).

Diante de algumas estratégias apresentadas, observa-se que de maneira geral elas são voltadas ao armazenamento, com intuito de garantir segurança no abastecimento e ao incentivo de novas técnicas da exploração e transporte dos recursos hídricos. Torna-se necessário investir em conservar os recursos já existentes, por meio do uso eficiente da água, bem como sua reutilização.

É fundamental, em termos de gestão de recursos hídricos, especialmente na área urbana, um novo paradigma, baseado em conservação e reuso de água, para minimizar os custos e os impactos ambientais associados a novos projetos (HESPANHOL, 2008). Como proposto pela PNRH, uma de suas finalidades consiste em incentivar e promover a preservação e o aproveitamento deste recurso.

De acordo a Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, a não ser que haja grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deverá ser utilizada em atividades que tolerem águas de qualidade inferior. Portanto, se consegue usar a água duas vezes, dobra-se automaticamente sua disponibilidade (ARAÚJO, 2012).

Mediante o histórico de problemas relacionados à escassez no semiárido, Paulino e Teixeira (2012), observaram que com o passar do tempo, houve um aumento da atenção voltada para questões que envolvem o monitoramento das águas de maneira geral, em termos de quantidade, qualidade e disponibilidade. Com isso, uma das prioridades vem sendo a questão da expansão do saneamento básico e o reuso da água.

Foi observado por Montenegro (2012), que nas regiões semiáridas, tanto na zona rural quanto na zona urbana, prevalece uma deficiência de saneamento básico, devido aos elevados custos de investimento em coleta e tratamento de esgotos, e com isto, são

gerados grandes volumes de efluentes que não tem destinação adequada, causando prejuízos tanto ao meio ambiente, como também a saúde pública, e de acordo Silva e Santana (2014), estes efluentes apresentam várias possibilidades de reciclagem e reutilização em vários processos.

Um sistema de abastecimento de água potável não deve ter como objetivo principal tratar água para irrigação ou para servir como descarga para banheiros ou outros usos menos nobres. Esses usos podem ser perfeitamente cobertos pelo reuso ou por água reciclada (MORELLI, 2005). Desta maneira, o reuso de água surge como uma maneira de reduzir o consumo e também serve como complemento no abastecimento.

Do ponto de vista de Lucena et al., (2018), a intensificação da urbanização e o aumento da demanda por recursos hídricos, deve ser entendida como uma maneira de estimular a formulação de novas práticas no que diz respeito ao uso da água. Os autores enfatizam que o reuso da água proveniente de sistemas de tratamento deveria ser prioridade, pois garante desenvolvimento local e segurança hídrica.

Tornou-se fundamental reduzir o consumo de água, utilizando racionalmente e priorizando formas sustentáveis. É de suma importância gerenciar os recursos hídricos, para que estes atendam às demandas, sem causar danos à saúde ambiental (DORIGON e TESSARO, 2010).

3.3.1. Reuso de água

Pensar no uso da água significa identificar a oferta deste recurso, e então delimitar as prioridades e formas do seu uso e aplicação, garantindo quantidade e qualidade deste bem na “devolução à natureza”, possibilitando manutenção do seu ciclo e, consequentemente, a preservação desse bem natural (JÚNIOR et al., 2013).

O reuso de água ou o uso de águas residuais não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo há muitos anos, onde existem relatos de sua prática na Grécia Antiga, com a disposição de esgotos e sua utilização na irrigação (SANTOS, 1993). O conceito desta prática, ainda de acordo com o autor consiste em substituir grandes volumes deste recurso que seriam retirados dos mananciais, por águas que possuem uma qualidade inferior, sendo destinadas a usos que não requerem um alto grau de potabilidade.

Carvalho et al., (2014), observa que a prática do reuso é algo que faz parte do cotidiano das pessoas, em tarefas simples, como por exemplo, reaproveitar a água da máquina de lavar para lavar uma calçada. Este pensamento está despertando interesse tanto da população, como indústrias, visando à redução de gastos com água e a proteção do meio ambiente.

De acordo com a Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, que estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, constam as seguintes definições:

I - água residuária: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratadas ou não;

II - reuso de água: utilização de água residuária;

III - água de reuso: água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas;

Então, pode-se dizer que o reuso seria uma espécie de reciclagem da água, uma vez que a mesma não teria um destino adequado, ou seria descartada como uma fonte contaminante em reservatórios potáveis (CAVALCANTE, 2015). Além da redução da exploração do recurso natural, preserva-se também os compartimentos ambientais, como o solo e corpos hídricos, pois reduz a quantidade de efluentes que seriam descartados sem tratamento prévio.

Na Conferência das Nações Unidas que ocorreu no Rio de Janeiro em 1992, foi instituída a Agenda 21, cujo objetivo é solucionar os problemas socioambientais, e nela consta, em seu capítulo 18, que uma das estratégias que devem ser adotadas, é o desenvolvimento de novas fontes e alternativas de abastecimento de água, tais como uso de água de pouca qualidade, aproveitamento de águas residuais e reciclagem da água.

Dependendo do investimento e tecnologia empregada, a água pode ser utilizada para fins potáveis e não potáveis, para uso industrial, agrícola e urbano (PIZZANO; GONÇALVES, 2011). De acordo com Folgosi (2015), dados apontam que em 2009, 4% dos efluentes globais foram reutilizados, e se prevê uma reutilização de 33% para 2025. Isso mostra que esta prática tende a ser cada dia mais difundida, devido aos benefícios e a facilidade de acesso a implementação.

Com o reuso da água tem-se vários benefícios, dentre eles pode-se destacar os benefícios ambientais, sociais e econômicos, conforme detalhado a seguir. Que de acordo com Cunha (2011), são:

Econômicos:

- Conformidade ambiental em relação aos padrões e normas estipulados;
- Mudança nos padrões de produção e consumo da população;
- Redução dos custos de produção;
- Possibilidade de receber incentivos relacionados à cobrança pelo uso da água.

Ambientais:

- Redução do lançamento de efluentes industriais em corpos hídricos receptores, melhorando consequentemente a qualidade das águas;
- Redução da captação de águas superficiais e subterrâneas, diminuindo a exploração do recurso;
- Aumento da disponibilidade de água potável para usos que são mais exigentes, como abastecimento público, por exemplo.
- E por último os benefícios sociais:
- Ampliação da oportunidade de negócios;

Melhoria da imagem junto à sociedade, com reconhecimento de instituições ambientalmente sustentáveis.

3.3.1.1.Modalidades e usos da água de reuso

A água de reuso pode ser classificada em diferentes categorias, considerando se é realizado o descarte de efluentes nos corpos hídricos ou não, e também quanto à realização de tratamento desses efluentes (TARGUETA; SANTANA, 2016).

Segundo Rodrigues (2005) quanto a método de destinação, o reuso de água pode ser classificado em:

- Reuso indireto: quando a água utilizada é descartada nos corpos hídricos superficiais ou subterrâneos, diluída e depois captada novamente.

- Reuso direto: uso planejado de água de reuso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos.
- Reuso indireto planejado: ocorre quando os efluentes, depois de tratados, são descarregados de forma planejada nos corpos hídricos.
- Reuso indireto não planejado: ocorre quando a água, utilizada em alguma atividade humana, é descarregada no meio ambiente e novamente utilizada a jusante, em sua forma diluída, de maneira não intencional e não controlada. Desta forma, está sujeita a processos naturais, como a diluição e autodepuração.

São inúmeras as aplicações da água de reuso, porém, do ponto de vista de Bemfica (2017), para qualquer tipo de utilização é imprescindível que sejam considerados tantos os aspectos legais, técnicos e econômicos, visando analisar o custo/benefícios da tecnologia empregada. Com isso, consegue-se assegurar que a qualidade da água atenda ao fim ao qual foi destinado. Dentre alguns exemplos de uso, destacam-se principalmente: uso doméstico, urbano, industrial e agrícola.

Costa e Barros Junior (2005), informam que inicialmente, o reuso da água tinha como objetivo suprir algumas demandas, que se utilizavam de água potável, porém não exigiam padrões de qualidade tão altos, com por exemplo: reserva de proteção contra incêndio, fontes e chafarizes, lavagem de trens e ônibus públicos, controle de poeira em movimento de terra, irrigação de jardins e parques, campos de futebol, quadras de golfe, gramados, árvores e arbustos ao longo de avenidas e rodovias, construção civil, compactação de solos, entre outros.

Com o passar dos anos e o com crescimento demográfico acelerado, a demanda pelos recursos hídricos aumentou significativamente. Como consequência disso, o investimento em tecnologias e tratamento de águas residuárias evoluiu, proporcionando um padrão de qualidade maior ao efluente e novas possibilidades de uso e destinação.

Para uso urbano, Carvalho et al., (2014), afirmam que a água não necessita atender os padrões de potabilidade do consumo humano, pois é destinada para fins menos nobres, como descarga de vasos sanitários, irrigação de espaços públicos e jardins, ornamentações, lavagens de ruas, entre outros.

Nas duas últimas décadas, o uso de águas residuárias cresceu significativamente, principalmente na agricultura, em razão da indisponibilidade do recurso em determinadas regiões e em algumas épocas no ano. Segundo Carvalho (2014), 69% da água potável no Brasil é destinada para a agricultura. Diante deste fato, nota-se que a prática do reuso no meio agrícola é economicamente e ambientalmente viável.

Procurar métodos mais eficientes de irrigação e fontes alternativas de recursos hídricos para diminuir a competição por água é uma tendência mundial (REBOUÇAS et al., 2010). Em pesquisas realizadas por Barros et al., (2010), comprova-se a eficácia do reuso na agricultura, pois os dados mostram que em alguns países como Israel, que possuem altos índices de escassez e clima semiárido, 75% de toda água de reuso são destinadas a irrigação de culturas.

A reutilização de águas residuais tratadas pode reforçar a produtividade agrícola visto que esse tipo de água contém bastante nutriente. (COSTA; BARROS JUNIOR, 2005). Devem-se levar em consideração os tipos de culturas, Henz (2016), reforça que para a irrigação de plantas não comestíveis e comestíveis varia-se a qualidade da água de reuso. Habitualmente as análises que se realizam na água são: pH (acidez ou alcalinidade), a salinidade tal como condutividade elétrica ou total de sais dissolvidos, íons: sódio, cálcio, magnésio, cloretos, sulfatos, carbonatos e bicarbonatos, além dos nutrientes tais como nitrato (ROCHA, 2013).

No meio industrial, a água é essencial em todos os processos e etapas e requer grandes volumes. De acordo com Piaia (2017), ela pode ser utilizada como matéria-prima, incorporada ao produto, como fluido auxiliar, em processos de lavagem, em processos de aquecimento ou resfriamento, entre outros. Algumas destas aplicações não necessitam de água potável, podendo ser substituída por água de reuso. Investir nesta prática dentro do ramo industrial representa não apenas uma forma de redução do consumo recurso hídrico, mas traz também benefícios econômicos.

3.3.1.2. Parâmetros de qualidade de água

A metodologia adequada para fornecer a água de reuso deve ser feita de acordo com a sua finalidade de uso. Os níveis de qualidade exigidos para cada atividade devem levar em consideração a proteção à saúde pública (COSTA, 2010). Dessa forma, é necessário realizar tratamentos mínimos e avançados de acordo com os parâmetros de qualidade específicos. (CUNHA et al., 2011).

É importante ressaltar que ao se implementar um determinado tipo de reuso é necessário agregar uma política de sensibilização e de esclarecimentos dos futuros beneficiários, tendo em vista os riscos envolvidos (BREGA FILHO; MANCUSO, 2002). Apesar de todas as etapas de tratamento pelas quais o efluente passa, Cavalcanti (2015), reforça que não se pode descartar os riscos de contaminação, embora sejam mínimos. Deve-se levar em consideração a fonte utilizada, prezando pela saúde pública e ambiental.

As normas para utilização da água de reuso ainda estão em processo de aprimoramento, existem diversos estudos para definir parâmetros e aplicações desta água (SILVA, et al., 2006). Entretanto, verifica-se a falta de um marco regulatório legal, em nível nacional, que estabeleça padrões e diretrizes que conduzam essa prática (MORAIS; SANTOS, 2019).

Toda água destinada ao consumo humano, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade. No Brasil, a legislação Federal que estabelece os padrões de potabilidade destinados ao consumo, é a Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde de 2011. Em casos de reuso de água com fins potáveis, é necessário que sejam atendidos todos os parâmetros estabelecidos por lei. De acordo com Fernandes (2005), esta modalidade de reuso não é muito difundida no país devido aos vários processos de tratamento que a água deve ser submetida até atender a potabilidade.

Em casos de reuso indireto, ou seja, quando o efluente é lançado nos corpos hídricos, sejam eles superficiais ou subterrâneos, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 430/2011 estabelece que os efluentes somente poderão ser lançados diretamente nos corpos hídricos receptores após serem devidamente tratados e desde que atendam aos padrões e exigências dispostos na norma.

Para usos menos exigentes em termos de qualidade da água, a NBR 13.969 de 1997, que dispõe sobre o projeto, construção e operação de unidades de tratamento complementar e disposição final de efluentes líquidos, define os parâmetros para o reuso segundo classes, como consta na tabela 01.

Tabela 01 -Classificação e parâmetros conforme o tipo de reuso

Classe	Parâmetros	Comentários
Classe 1: Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto	◦Turbidez inferior a 5; ◦Coliforme fecal inferior a 200 NMP/100 mL;	Nesse nível, serão geralmente necessários tratamento aeróbio (filtro

do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador, incluindo chafarizes	◦ Sólidos dissolvidos totais inferior a 200 mg/L; ◦ pH entre 6,0 e 8,0; ◦ Cloro residual entre 0,5 mg/L e 1,5 mg/L.	aeróbio submerso ou LAB) seguido por filtração convencional (areia e carvão ativado) e, finalmente, cloração.
Classe 2: lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes	◦ Turbidez inferior a 5; ◦ Coliforme fecal inferior a 500 NMP/100 mL; ◦ Cloro residual superior a 0,5 mg/L.	Nesse nível é satisfatório um tratamento biológico aeróbio seguido de filtração de areia e desinfecção.
Classe 3: reuso nas descargas dos vasos sanitários	◦ Turbidez inferior a 10; ◦ Coliformes fecais inferiores a 500 NMP/100 mL.	Para casos gerais, um tratamento aeróbio seguido de filtração e desinfecção satisfaz a este padrão.
Classe 4: reuso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.	◦ Coliforme fecal inferior a 5 000 NMP/100 ML; ◦ Oxigênio dissolvido acima de 2,0 mg/L.	As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita.

Fonte: ABNT – NBR 13.969/97.

3.3.1.3. Níveis de tratamento de águas residuárias

De modo geral, para obter-se água residual a partir de água poluída, é necessário submetê-la a tratamento. E esse processo de tratamento acontece nas Estações de Tratamento de Esgoto – ETE (CAVALCANTE, 2015).

O tratamento necessário para a recuperação de águas residuais está intimamente relacionado com as especificações de aplicação de reuso associado à qualidade de água requerida (COSTA e BARROS JÚNIOR, 2005). Para tanto, utilizam-se procedimentos físico-químicos, com o intuito de adequar as características físicas, químicas e microbiológicas aos valores apropriados (TARGUETA; SANTANA, 2016).

Cada um dos parâmetros analisados para caracterização dos efluentes possui uma importância específica, uma vez que estes podem alterar as propriedades do corpo d'água receptor (ZANITH, 2016). Isso se aplica em casos principalmente de reuso indireto, e

para caso onde há destinação da água para um fim específico, deve se atender as normas exigidas para tal atividade.

Os tratamentos de águas residuárias são processos artificiais de depuração, remoção de poluentes e adequação dos parâmetros, de modo a torná-la própria para o lançamento e disposição final (CARVALHO et al., 2014). Ainda de acordo com os autores, os processos ocorrem de forma organizada e sequenciada para fazer a remoção de poluentes e contaminantes.

Os efluentes são classificados de acordo com os seguintes níveis de tratamento (VON SPERLING, 2014):

O tratamento preliminar objetiva a remoção dos sólidos grosseiros, enquanto o tratamento primário visa a remoção dos sólidos sedimentáveis e, em decorrência, parte da matéria orgânica. Em ambos predominam mecanismos físicos de remoção de poluentes. Já no tratamento secundário, no qual predominam mecanismos biológicos, o objetivo é principalmente a remoção de matéria orgânica e eventualmente nutriente (nitrogênio e fosforo). O tratamento terciário objetiva a remoção de poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos biodegradáveis) (VON SPERLING, 2014).

Salgado e Araújo (2017), ressaltam a importância de se avaliar todos os aspectos ao implementar o sistema de tratamento, como por exemplo: localização, área necessária, característica e volume do efluente, valor do investimento, tecnologias disponíveis, nível de remoção de poluente, destinação final, entre outros. A partir da obtenção de todas estas informações é possível escolher o sistema de tratamento adequado.

O nível de tratamento necessário está relacionado com o impacto ambiental ao corpo receptor logo, aos seus usos, a sua capacidade de depuração e à legislação ambiental pertinente. O usual é adotar um tratamento de esgotos no mínimo em nível secundário (VALE, 2006). Conforme por ser observado na tabela 02, cada etapa de tratamento tem uma estimativa de remoção de poluentes na qual se atinge um grau de qualidade de água diferente.

Tabela 02- Classificação e parâmetros conforme o tipo de reuso.

Nível do Tratamento	Exemplos de Processos Associados ao	Estimativa de Remoção Esperada		
		DBO e Amônia	Nutrientes	Sólidos Suspensos

	Nível de Tratamento			Totais (SST)
Primário	◦Tanques de Sedimentação	25-50 DBO		
	◦Tanque de Imhoff	não remove Amônia	Não remove	40-70
	◦Fossas sépticas			
Secundário	◦ Lagoas de estabilização			
	◦Reator UASB	80-95 DBO		
	◦Filtros biológicos	não remove Amônia	Não remove	65-95
	◦Lodo ativado (convencional)			
Terciário	◦Lagoas de Maturação			
	◦Filtração granular, por membranas ou outros meios	> 95 DBO >90 Amônia	> 95	99
	◦wetlands			
	◦Filtração biológica com ozônio	Remoção significativa		99
Avançado	◦Filtros de carvão ativado	de traços orgânicos	>95	(Para remoção significativa de patógenos)
	◦Nanofiltração/	>95 DBO		
	Osmose reversa	>90 Amônia		
	◦UVAOP			

Fonte: Adaptado do Programa de Desenvolvimento do Setor Água – INTERÁGUAS (2017).

3.3.1.4.Legislações

As legislações fornecem fundamento legal para o desenvolvimento de mais projetos de reuso de água. De acordo com Fernandes (2005), no Brasil, esta prática começou sendo difundida no setor agrícola, porém sem planejamento e controle, sendo feita às vezes de forma inconsciente.

A nível Federal, o reuso de água precisa operar atendendo algumas leis, normas e regulamentações. A Lei 9.433/97 é um dos pilares no que diz respeito à gestão dos

recursos hídricos. Seu objetivo é assegurar a disponibilidade, incentivar o uso racional e o reaproveitamento, pois em casos de escassez, a água deve ser utilizada prioritariamente para o consumo humano e dessedentação animal.

A Resolução nº54 de 2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água. Esta norma traz as definições de cada tipo de reuso de água, bem como as suas modalidades: reuso para fins urbanos, para fins agrícolas e florestais, para fins ambientais, para fins industriais e na aquicultura.

Em relação ao reuso indireto, onde é feito o descarte das águas residuais em corpos hídricos ou no solo, é necessário que se atenda os padrões de lançamentos, para garantir que não ocorra a contaminação dos compartimentos ambientais. Em relação à qualidade das águas tratadas, as resoluções mais utilizadas são:

Resolução CONAMA nº 357/2005: que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Resolução CONAMA nº 430/2011: Esta Resolução dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores, alterando parcialmente e complementando a Resolução nº357, de 17 de março de 2005.

Resolução CONAMA nº 396/2008: Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas.

Resolução CNRH nº 153/2013: Estabelece critérios e diretrizes para implantação de Recarga Artificial de Aquíferos.

Resolução CONAMA nº 420/2009: Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

Código Florestal (Lei nº 12.651/2012): Está relacionada a Proteção da vegetação nativa e o uso do solo. Estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação.

No que diz respeito ao saneamento básico, a Lei nº 11.445/2007, estabelece as principais diretrizes, que são: abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos sendo realizados de maneira adequada, atendendo

à saúde pública e à proteção do meio ambiente. De acordo com o Programa de Desenvolvimento do Setor Água – INTERÁGUAS (2017), a lei admite a prática do reuso de água, desde que seja autorizada pela autoridade competente.

Na legislação existe ainda a NBR n°13969 da ABNT, que tem por objetivo oferecer alternativas de procedimentos técnicos para o projeto, construção e operação de unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos de tanque séptico. Em um de seus tópicos, sobre o reuso planejado, estabelece que alguns aspectos devem ser pré-definidos, como por exemplo: os usos previstos para a água tratada, o volume a ser reutilizado, o grau de tratamento necessário, como será feito o armazenamento e distribuição e o manual de operação e treinamento dos responsáveis.

Em relação à potabilidade da água, atualmente, vigora, no Brasil, a Portaria do Ministério da Saúde n° 2.914, de 12 de dezembro de 2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano. Em casos de reuso potável, os parâmetros devem estar em conformidade com os critérios pré-estabelecidos, pois de acordo com Moraes et al., (2016), os tratamentos visam fornecer a água dentro das qualidades higiênico-sanitárias adequadas.

Existem poucas legislações sobre os padrões de qualidade estabelecidos para o reuso de água em níveis estaduais. De acordo com Moraes e Santos (2019), os estados do Ceará e de São Paulo apresentam-se como pioneiros no desenvolvimento de legislações sobre o reuso a partir de esgotos sanitários, nos demais estados não foram identificados regulamentações específicas.

A Resolução COEMA n° 02/2017, do Ceará, estabelece diretrizes, critérios e parâmetros específicos para o reuso não potável de água de acordo com as modalidades regulamentadas nesta Resolução, como pode ser observado tabela 03.

Tabela 02 - Padrões da Resolução COEMA n° 02/2017 para Reuso de Efluentes Sanitários.

Parâmetro	Parâmetros				Temperatura(°C)
	C Term(NMP/100m L)	Ovos de Geohelminto (Ovo/L)	C.E (uS/cm)	pH	
Urbanas	5000 1000	1	3000	6,0- 8,5	-

Agrícolas e Florestais	ND	1000	ND 1	3000	6,0-8,5	-
Ambientais	10.000		1	3000	6,0-8,5	-
Aquicultura	1.000		ND	3000	6,0-8,0	40

ND: Não Detectável. Fonte: Morais e Santos adaptado (2019).

A Resolução Conjunta SES/SMA/SSRH n° 01/2017, do Estado de São Paulo, disciplina o reuso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário. Nesta norma constam as definições e usos permitidos, todos os padrões de qualidade e de monitoramento, além de explicar como é feito o manuseio da água de reuso.

3.4. Órgãos ambientais atuantes no Semiárido Nordeste

A intervenção no Nordeste foi sempre marcada pela centralização e fragmentação das ações, e se concretizava com a criação de órgãos nacionais para o combate à seca (PASSADOR; PASSADOR, 2010). Em especial na região semiárida, tem-se uma longa tradição de intervenção no setor hídrico, para atender interesses pontuais, particulares ou setoriais. Estas iniciativas sempre partiram de decisões governamentais (GARJULLI, 2003).

As primeiras iniciativas para se lidar com a questão da seca foram direcionadas para oferecer água à zona do semiárido (PASSADOR et al., 2007). De acordo com Araújo e Arruda (2011) o governo local e regional, deve conhecer os problemas pertinentes às suas localidades e intervir por meio de projetos de desenvolvimento sustentável, leis, programas e linhas de financiamento.

Após a criação da Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA, foi instituído a Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA. Segundo Carvalho e Ramires (2017), no artigo 6° consta que os órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios são responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental. A finalidade do SISNAMA é estruturar a gestão ambiental no Brasil.

Os órgãos ambientais atuantes na região semiárida nordestina no que diz respeito à proteção do meio ambiente e combate a escassez hídrica podem ser observados na tabela 04.

Tabela 03 - Órgãos ambientais atuantes no semiárido nordestino.

Órgão	Função	Domínio
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente	Assessorar, estudar e propor ao Governo, as linhas de direção que devem tomar as políticas governamentais para a exploração e preservação do meio ambiente e dos recursos naturais.	Federal
MMA - Ministério do Meio Ambiente	As principais finalidades do MMA são a de planejar, coordenar, supervisionar e controlar as ações relativas ao meio ambiente, bem como formular e executar a política nacional do meio ambiente, tendo em vista a preservação, conservação e uso racional dos recursos naturais.	Federal
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis	É um órgão executivo que desenvolve diversas atividades para garantir a proteção e a qualidade ambiental, conservação da natureza, controle e fiscalização do uso de recursos naturais.	Federal
ANA - Agência Nacional de Águas	É uma agência reguladora dedicada a fazer cumprir os objetivos e diretrizes da Lei nº 9.433 de 1997, que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos.	Federal
CONERH-RN - Conselho Estadual de Recursos Hídricos	É um órgão consultivo e deliberativo possui importante função sobre os critérios e as normas referentes às diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos a serem observadas pelos Planos Estaduais.	Estadual
IDEMA-RN - Instituto de Defesa do Meio Ambiente do Rio Grande do Norte	A sua função é promover a Política Ambiental do no estado, visando o desenvolvimento sustentável, aproveitando as potencialidades regionais em busca da melhoria da qualidade de vida.	Estadual

Órgão	Função	Domínio
IGARN - Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte	Sua função é planejar e promover ações direcionadas à preservação da quantidade e da qualidade dos recursos hídricos. O gerenciamento é feito com base nas diretrizes do Plano Estadual de Recursos Hídricos.	Estadual
SEMARH-RN - Secretária de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte	Tem como função principal formular e executar políticas de gestão ambiental com a participação da sociedade, promovendo o desenvolvimento ecologicamente equilibrado, garantindo a proteção dos recursos naturais para as presentes e futuras gerações.	Estadual
CONERH-CE - Conselho de Recursos Hídricos do Ceará	É um órgão consultivo e deliberativo possui importante função sobre os critérios e as normas referentes às diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos a serem observadas pelos Planos Estaduais.	Estadual
SRH-CE - Secretária dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará	Promover o aproveitamento racional e integrado dos recursos hídricos do Estado; coordenar, gerenciar e operacionalizar estudos, pesquisas, programas, projetos, obras, produtos e serviços referentes a recursos hídricos.	Estadual
CERH-PB - Conselho Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba	É um órgão consultivo e deliberativo possui importante função sobre os critérios e as normas referentes às diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos a serem observadas pelos Planos Estaduais.	Estadual
SEMARH-PB - Sec. de Estado do Meio Ambiente, dos Rec. Hídricos e da Ciência e Tecnol. da Paraíba	Tem como função principal formular e executar políticas de gestão ambiental com a participação da sociedade, promovendo o desenvolvimento	Estadual

Órgão	Função	Domínio
	ecologicamente equilibrado, garantindo a proteção dos recursos naturais para as presentes e futuras gerações.	
CBH-MA - Comitê da Bacia Hidrográfica	A função é aprovar e acompanhar a elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia, intermediar nos conflitos pelo uso da água e estabelecer mecanismos de valores da cobrança pelo uso da água.	Estadual
CONERH-MA - Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão	É um órgão consultivo e deliberativo possui importante função sobre os critérios e as normas referentes às diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos a serem observadas pelos Planos Estaduais.	Estadual
SEMAR/SEMARN-PI - Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Piauí	Tem como função principal formular e executar políticas de gestão ambiental com a participação da sociedade, promovendo o desenvolvimento ecologicamente equilibrado, garantindo a proteção dos recursos naturais para as presentes e futuras gerações.	Estadual
AGESPISA-PI - Águas e Esgotos do Piauí S.A.	Tem como objetivo executar a política de abastecimento de água e de esgotamento sanitário do Piauí.	Estadual
CERH-PI - Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Piauí	É um órgão consultivo e deliberativo que possui importante função sobre os critérios e as normas referentes às diretrizes da Política Estadual de Recursos.	Estadual
COBH-PE - Comitês de Bacia Hidrográfica de Pernambuco	A função é aprovar e acompanhar a elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia, intermediar nos conflitos pelo uso da água e estabelecer mecanismos de valores da cobrança pelo uso da água.	Estadual

Órgão	Função	Domínio
CRH-PE - Conselho Estadual de Recursos Hídricos	É um órgão consultivo e deliberativo possui importante função sobre os critérios e as normas referentes às diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos a serem observadas pelos Planos Estaduais.	Estadual
SIRH-PE/SRH-PE - Secretaria de (Infraestrutura e) Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco	Promover o aproveitamento racional e integrado dos recursos hídricos do Estado; coordenar, gerenciar e operacionalizar estudos, pesquisas, programas, projetos, obras, produtos e serviços referentes a recursos hídricos.	Estadual
CERH-AL - Conselho Estadual de Recursos Hídricos	É um órgão consultivo e deliberativo possui importante função sobre os critérios e as normas referentes às diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos a serem observadas pelos Planos Estaduais.	Estadual
SERHI-AL - Secretaria de Estado de Recursos Hídricos e Irrigação de Alagoas	Promover o aproveitamento racional e integrado dos recursos hídricos do Estado; coordenar, gerenciar e operacionalizar estudos, pesquisas, programas, projetos, obras, produtos e serviços referentes a recursos hídricos.	Estadual
SEMARH-AL - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas	É um órgão consultivo e deliberativo possui importante função sobre os critérios e as normas referentes às diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos a serem observadas pelos Planos Estaduais.	Estadual
CBH-RIO-SE - Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe	A função é aprovar e acompanhar a elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia, intermediar nos conflitos pelo uso da água e estabelecer mecanismos de valores da cobrança pelo uso da água.	Estadual

Órgão	Função	Domínio
CONERH-SE - Conselho Estadual de Recursos Hídricos - SE	É um órgão consultivo e deliberativo possui importante função sobre os critérios e as normas referentes às diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos a serem observadas pelos Planos Estaduais.	Estadual
COHIDRO-SE - Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe	Tem por finalidade a execução das políticas públicas de recursos hídricos e irrigação do Estado, como o aproveitamento múltiplo da água, saneamento básico para comunidades rurais, estudos, pesquisas, ações de desenvolvimento social e econômico a partir do uso racional de águas subterrâneas, fluviais, reservamento de águas pluviais e irrigação no estado.	Estadual
SEMARH - SE - Secretária de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos	É um órgão consultivo e deliberativo possui importante função sobre os critérios e as normas referentes às diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos a serem observadas pelos Planos Estaduais.	Estadual
CONERH-BA - Conselho Estadual de Recursos Hídricos da Bahia	É um órgão consultivo e deliberativo possui importante função sobre os critérios e as normas referentes às diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos a serem observadas pelos Planos Estaduais.	Estadual
INGA-BA - Instituto de Gestão das Águas e Clima do Estado da Bahia	Tem como principal finalidade gerir e executar a Política Estadual de Recursos Hídricos e de Prevenção, Mitigação e Adaptação dos Efeitos das Mudanças Climáticas.	Estadual

Órgão	Função	Domínio
INEMA-BA - Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos	Tem como função principal formular e executar políticas de gestão ambiental com a participação da sociedade, promovendo o desenvolvimento ecologicamente equilibrado, garantindo a proteção dos recursos naturais para as presentes e futuras gerações.	Estadual
SEMARH-BA - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia	É um órgão consultivo e deliberativo possui importante função sobre os critérios e as normas referentes às diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos a serem observadas pelos Planos Estaduais.	Estadual
SRH-BA - Superintendência de Recursos Hídricos do Estado da Bahia	Executar as atividades relacionadas ao uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio do Distrito Federal e delegados pela União ou Estados.	Estadual

Fonte: Autor (2019).

3.5.Reuso de água em Universidades Públicas

De acordo com Ohrich e Takahashi (2019) algumas Instituições de Ensino Superior (IES) estão se tornando referência em práticas ambientalmente sustentáveis, contribuindo assim, não só para a formação dos seus acadêmicos, mas também para o desenvolvimento sustentável. Para tanto, as IES são convocadas a liderar um processo de mudança em busca do desenvolvimento sustentável, pois as mesmas detêm as capacidades necessárias no que se refere à infraestrutura, central de informações e conhecimentos (VEIGA, 2010).

Para Tauchen e Brandli (2006), existem razões significativas para implantar medidas ambientais nas instituições de ensino, dentre elas o fato de que as universidades podem ser comparadas com pequenos núcleos urbanos, envolvendo diversas atividades de ensino, pesquisa, extensão e atividades cotidianas. Diante disso, o campus precisa de infraestrutura básica, como redes de abastecimento de água e energia, redes de

saneamento drenagem, conseqüentemente, há geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos e consumo de recursos naturais.

Dentro de uma instituição de ensino, a água possui várias finalidades que de acordo com Santos e Ricciardi (2013), podem ser potáveis ou não. Os consumos mais usuais são: consumo humano, limpeza geral, manutenção paisagística, utilização em laboratórios, entre outros. Este tipo de análise acerca do funcionamento das instituições e todos os efeitos adversos causados pelas atividades desenvolvidas deixam evidentes, a importância de investir em pesquisas nessa linha de atuação.

Existem vários exemplos de casos bem sucedidos de instituições que adotaram a prática do reuso de água interno. Silveira et al., (2014), fez um levantamento da quantidade de água utilizada no campus da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC e comparou após ser implementado um sistema de tratamento e reuso no local. A economia alcançada com a implantação desse sistema equivale à redução de 55.860 litros de água potável em um mês, que estaria sendo destinada para fins menos nobres.

A Universidade Federal do Rio de Janeiro de acordo com Augusto (2014), prevê a implementação do reuso para a área urbana, fazendo a utilização da água da pia, vasos sanitários, água de chuva, que, após tratamento seria destinada a irrigação, descargas sanitárias, entre outros. Essa prática torna o ambiente mais sustentável e reduz o consumo de água.

Botassa et al., (2016), em sua pesquisa dentro do Campus da UPS de São Carlos, ressalta a importância do estudo do tema e afirma que para ser implementado o reuso, é necessário que seja feita a análise do consumo, dos usos, dos problemas existentes no local, das alternativas de redução de água e a partir disso pode se propor o melhor sistema de tratamento e assim destinar a água de reuso.

3.6. Técnicas de aproveitamento de água

A utilização de fontes alternativas de suprimento de água para consumos que não exijam potabilidade vem sendo cada vez mais disseminadas como uma opção de conservação desse recurso, principalmente em períodos de escassez. Para tanto, é necessário o desenvolvimento de políticas públicas que visem investimentos na adequação da estrutura de captação e reaproveitamento de água (ARAÚJO et al., 2016).

Dentre essas fontes, considerando a área de estudo, que são as Universidades Públicas, destaca-se o aproveitamento da água da chuva, armazenamento em cisternas, perfuração de poços, reutilização de águas de aparelhos de ar condicionado e águas provenientes de destilação nos laboratórios, dentre outros.

A coleta e o aproveitamento da água da chuva pela sociedade perdeu força com a inserção de tecnologias mais modernas de abastecimento. Entretanto, atualmente a utilização da água da chuva voltou a ser realidade (BONA, 2014). Segundo Sarmiento et al., (2017), a população procura maneiras de conviver com a realidade da seca, e a captação da água da chuva se mostra benéfica em termos econômicos e ambientais.

Devido ao grande porte e consequentemente, grande consumo de água por parte das universidades, muitas instituições têm adotado tal prática. De acordo com os dados de um trabalho de Marinusk (2007), as edificações de instituições de ensino têm grande potencial para implantação de sistemas de aproveitamento de água pluvial, por apresentarem grandes áreas de telhados e outras coberturas, contribuindo para captação de um volume maior.

De acordo com a Palhares (2016), a cisterna é uma tecnologia de aproveitamento de água, que garante segurança hídrica e contribui para a que a captação de chuva se torne uma atividade viável economicamente. As variações do projeto estão relacionadas com o espaço disponível para implementar o sistema, o capital que será investido e a finalidade da água.

Bemfica e Bemfica (2017) evidenciam a importância deste armazenamento para a população, visto que aumenta-se a disponibilidade de água ofertada, atendendo a crescente demanda de água. Dentro no contexto universitário, leva-se em consideração os gastos de águas que não estão previstos, como eventos, novos projetos, entre outros. Esse tipo de atividade requer um volume de água que nem sempre está programado, por isso é importante a captação e armazenamento em reservatórios.

Nas regiões onde o regime de chuvas é abaixo do nível das demais regiões do país, como é o caso do Semiárido, a água é um fator limitante e o uso das águas subterrâneas uma forma de solucionar este problema, sendo a perfuração de poços, uma das maneiras mais comuns de obtê-la (SOUTO, 2016).

A utilização de poços artesianos é caracterizada como uma fonte alternativa de abastecimento, usada em casos onde não existe concessionária de água que atenda, ou para casos onde se quer complementar o abastecimento. As vantagens de se perfurar um poço vão desde o menor espaço necessário, a autonomia no abastecimento, a menor influência de questões climáticas e o fato de estarem menos suscetíveis à poluição.

Os aparelhos de ar condicionado são utilizados em larga escala em prédios comerciais e residenciais. A utilização desses aparelhos gera o gotejamento de água, derivada da umidade do ar, condensada pelo aparelho quando este resfria o ar do ambiente interno (FORTES, 2015). Este volume de água, de acordo com a pesquisa de Carvalho (2012), tem grande potencial de aproveitamento, visto que as análises físico-químicas não tiveram variações nos parâmetros.

Fortes (2015), afirma que o projeto apresenta uma solução simples e de baixo custo, tendo como principal vantagem a redução do consumo de água, que pode ser reaproveitada para qualquer fim que não exija um alto padrão de potabilidade, como consumo humano.

Segundo Batista (2008) a destilação é um processo de separação física baseado na diferença de volatilidade entre as substâncias a serem separadas. É um processo muito em empregado em laboratórios de análises químicas.

O uso da água destilada em laboratórios é para o preparo de soluções, lavagem de vidrarias e outras atividades. No processo de destilação, há grande desperdício, pois é utilizado grande volume de água no processo e apenas uma parte se transforma em água destilada (AZEVEDO, 2016).

Cruz e Monteiro (2012), ao estudar as possibilidades de uso, constataram que a água tem grande potencial de aproveitamento e pode ser utilizada para abastecimento dos prédios acadêmicos contribuindo para uso de pias, lavatórios, bebedouros, descargas, entre outros.

4. METODOLOGIA

A caracterização do tipo de pesquisa é uma etapa de grande importância para que se obtenha um bom desempenho. De acordo com Gil (2017), à medida que se estabelece

um sistema de classificação, consegue-se distinguir as modalidades de pesquisa e, desta forma é possível dispor de ferramentas que auxiliem na resolução do problema proposto.

4.1. Classificação da Pesquisa

Quanto o objetivo, a pesquisa pode ser classificada como sendo exploratória e explicativa. De acordo com Severino (2017), ambas estão correlacionadas, pois na exploratória é realizado um levantamento de informações sobre determinado objeto de estudo, em um campo delimitado, que posteriormente, por meio da pesquisa explicativa, é feito uma análise destas informações, com intuito de interpretar e identificar suas possíveis causas e consequências.

Quanto à abordagem, a pesquisa pode ser caracterizada como sendo quantitativa e qualitativa. De acordo com Ferreira (2015) a diferença básica entre as duas é em função da descrição da realidade estudada, que pode ser por meio de números, no caso da quantitativa e por meio de aspectos subjetivos para a qualitativa. Para o Günther (2006), as duas abordagens estão sempre relacionadas, pois o pesquisador consegue chegar a determinadas compreensões acerca do tema através da análise entre as variáveis obtidas inicialmente.

4.2. Caracterização da área de estudo

O Semiárido Nordeste é composto pelos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia conforme figura 01. Dados do INSA (2012), mostram que no que diz respeito à extensão, 92,97% do território do Rio Grande do Norte estão na porção Semiárida, Pernambuco 87,60%, Ceará 86,74%, Paraíba 86,20%, Bahia 69,31%, Piauí 59,41%, Sergipe 50,67% e Alagoas 45,28%. O Nordeste apresenta 56,46% de seu território na porção Semiárida.

A área de estudo foi delimitada levando em consideração os nove estados que possuem uma parte do seu território dentro do semiárido nordestino e que consequentemente sofrem com os problemas de escassez característicos da região.

De acordo com a SUDENE, foram definidos alguns critérios para delimitar a região considerada como Semiárido. No artigo 02 da Resolução do Conselho Deliberativo de nº107 de 27/07/2017 foram estabelecidos os seguintes indicadores:

I – Precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm;

dos solos da região possui baixa capacidade de infiltração, alto escoamento superficial e reduzida drenagem natural (INSA, 2015).

O Semiárido está inserido dentro do bioma caatinga, que de acordo com os estudos de Malvezzi (2007), ocupa 70% da região do nordeste e possui sua vegetação variada entre arbórea, arbustiva e herbácea. Percebe-se que ela se adapta ao clima local de maneira a garantir sua sobrevivência. Algumas espécies perdem todas as suas folhas, mas continuam vivas, apenas hibernando, enquanto outras conseguem armazenar água em suas raízes para períodos de estiagem.

Em relação ao clima, Zanella (2014), caracteriza a região pelas altas taxas de insolação e evapotranspiração, além da forte incidência de radiação solar ao longo do ano, favorecendo um elevado déficit hídrico. A precipitação anual varia de 150mm a 1300mm e as temperaturas, relativamente elevadas, com média em torno de 28°C e a máxima em torno de 40°C (RAMALHO, 2013).

Quanto aos aspectos da hidrologia do Nordeste, sabe-se da sua estreita ligação com o clima. Nesse sentido, o problema central não é a restrição à água o ano todo e em toda a área, mas a irregularidade de chuvas no tempo e no espaço. (PIRES; FERREIRA, 2012). O Semiárido é uma região pobre em volume de escoamento de água dos rios, em razão da variabilidade temporal das precipitações. O resultado é a existência de densa rede de rios temporários (CIRILO, 2008).

Para lidar com a questão da irregularidade de água na região, a utilização de água subterrânea tem se mostrado uma alternativa viável. Os reservatórios subterrâneos perdem pouquíssima água por evaporação e resistem aos períodos de seca por longo tempo (OLIVEIRA, 2015). Porém, a exploração deve ser feita de maneira que se preserve a reserva e mantenha-se a qualidade da água.

4.3. Levantamento de dados

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos utilizados, pode-se classificar a pesquisa como bibliográfica e de levantamento.

A elaboração da pesquisa bibliográfica serve para fundamentar a compreensão da área em estudo, evidenciar a forma como o assunto foi abordado e analisado em estudos anteriores e que embasaram a busca das variáveis e da solução do problema proposto (SANTOS, 2010). O método procura explicar um problema a partir de referências teóricas

publicadas em artigos, livros, dissertações e teses. (CERVO et al., 2007). Foram analisados e conceituados temas como: escassez de água no semiárido, reuso da água e suas modalidades, legislações e órgãos ambientais que englobam os temas, entre outros.

4.3.1. Coleta de dados

Inicialmente foram catalogadas todas as universidades públicas que se localizam nos estados do Nordeste que compreendem a região do Semiárido, como pode ser observado na tabela 05:

Tabela 04 - Universidades públicas nos estados do Nordeste que abrangem a região do Semiárido.

UF	SIGLA	UNIVERSIDADES
AL	UFAL	Universidade Federal de Alagoas
AL	UNEAL	Universidade Estadual de Alagoas
AL	UNCISAL	Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas
BA	UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
BA	UESC	Universidade Estadual de Santa Cruz
BA	UESF	Universidade Estadual de Feira de Santana
BA	UFBA	Universidade Federal da Bahia
BA	UFOB	Universidade Federal do Oeste da Bahia
BA	UFRB	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
BA	UNEB	Universidade do Estado da Bahia
CE	UECE	Universidade Estadual do Ceará
CE	UFC	Universidade Federal do Ceará
CE	UFCA	Universidade Federal do Cariri
CE	UVA	Universidade Estadual do Vale do Acaraú
MA	UEMA	Universidade Estadual do Maranhão
MA	UFMA	Universidade Federal do Maranhão
PB	UEPB	Universidade Estadual da Paraíba
PB	UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
PB	UFPB	Universidade Federal da Paraíba
PE	UFPE	Universidade Federal de Pernambuco

UF	SIGLA	UNIVERSIDADES
PE	UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
PE	UNIVASF	Universidade Federal do Vale do São Francisco
PI	UESPI	Universidade Estadual do Piauí
PI	UFPI	Universidade Federal do Piauí
RN	UERN	Universidade Estadual do Rio Grande do Norte
RN	UFERSA	Universidade Federal Rural do Semiárido
RN	UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
SE	UFS	Universidade Federal de Sergipe

Fonte: Autor (2019).

Para fazer o levantamento da existência da prática de reuso e/ou aproveitamento de água em todas as universidades, foi aplicado um questionário estruturado (Tabela 06), com sete perguntas discursivas voltadas ao tema. A metodologia adotada foi baseada nos estudos de Chaer et al., (2011), pois de acordo com os autores, as perguntas abertas permitem uma maior liberdade de respostas, além de não influenciar e limitar as opções de quem está respondendo, podendo assim dar melhores contribuições ao trabalho.

O questionário foi enviado via e-mail para as prefeituras, reitorias, secretarias, departamentos, projetos e professores atuantes na área. As informações foram obtidas nos sites das universidades e no Currículo Lattes dos docentes.

Tabela 05 - Questionário: reuso e/ou aproveitamento de água.

Perguntas
1. É feito o reuso ou aproveitamento de água dentro da instituição?
2. Qual a origem da água? Ex: águas pluviais, água de ar condicionados, estação de tratamento de efluentes, etc.
3. A água passa por alguma análise físico/química antes de ser utilizada?
4. Qual a destinação da água? Ex: paisagismo, limpeza, etc.
5. A água do reuso atende alguma legislação específica? Se sim, qual?
6. Quais as maiores dificuldades encontradas para se implementar a prática do reuso?
7. Já foi feita alguma estimativa em relação à quantidade de água economizada após a utilização da água de reuso?

Fonte: Autor (2019).

4.3.2. Análise e interpretação de dados

Para ser realizada a análise e interpretação dos dados obtidos com a aplicação do questionário, foi utilizado o método do Discurso do Sujeito Coletivo (DSC), que de acordo com Figueiredo et al., (2013), é uma técnica de tabulação e organização de dados qualitativos que leva em consideração as respostas que tenham sentidos semelhantes.

O diferencial da metodologia do DSC é que a cada categoria estão associados os conteúdos das opiniões de sentido semelhante presentes em diferentes depoimentos, de modo a formar com tais conteúdos um depoimento síntese, como se tratasse de uma coletividade (LEFEVRE; LEFEVRE, 2014).

A pesquisa qualitativa responde a questões que trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes (FIGUEIREDO et al., 2013). Diante disso, nota-se que o DSC é uma técnica abrangente e eficiente quando aplicada neste trabalho, pois consegue fazer uma síntese de todas as respostas obtidas das universidades, de maneira que seja possível se chegar a um resultado.

Para auxiliar na tabulação e organização dos resultados, foram utilizadas algumas ferramentas, como o EXCEL, para formulação de tabelas e gráficos e o Sistema de Informações Geográficas Quantum Gis (Qgis) para elaboração dos mapas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a aplicação do questionário, obteve-se um percentual de adesão de aproximadamente 92,85 %, ou seja, 26 das 28 instituições abordadas neste estudo responderam às perguntas, apenas a UNCISAL e a UFPE não aderiram. Na figura 02 pode-se observar o mapa das Universidades Públicas que fazem reuso de água e/ou aproveitamento de água nos estados do Nordeste que abrangem a região do Semiárido.

A partir dos resultados obtidos, a análise e interpretação foi dividida em três etapas diferentes. Primeiro apresenta-se (i) as universidades públicas que fazem reuso de água como uma política institucional, em seguida (ii), as universidades que fazem reuso de água como iniciativa pontual e por último (iii), as vias alternativas de aproveitamento de água adotadas pelas instituições.

Tabela 06 - Universidades Públicas que fazem reuso de água como política institucional nos estados do Nordeste que abrangem a região do Semiárido.

UF	UNIVERSIDADE	CAMPUS	FONTE	FAZ REUSO
AL	UFAL	Arapiraca	Docente	Não
AL	UNEAL	Palmeiras dos Índios	Docente	Não
AL	UNCISAL	Não aderiu	Não aderiu	Não aderiu
BA	UESB	Itapetinga	Docente	Não
BA	UESC	Soane Nazaré	Prefeitura	Não
BA	UEFS	Central	Departamento de Educação	Não
BA	UFBA	Central	SIC - Serviço de Informação ao Cidadão	Não
BA	UFOB	Barra	Docente	Não
BA	UFRB	Cruz das almas	Colegiado do Curso de Engenharia Civil	Não
BA	UNEB	Campus I	Docente	Não
CE	UECE	Itapipoca	Docente	Não
CE	UFC	Pici	Docente	Não
CE	UFCA	Crato	Departamento de Ciências Agrárias	Não
CE	UVA	Central	Assessoria de Comunicação e Marketing Institucional	Não
MA	UEMA	Central	Docente	Não
MA	UFMA	Bacangas	Docente	Não
PB	UEPB	Central	Portal da Transparência	Não
PB	UFCG	Central	Docente	Não
PB	UFPB	Campus I	Docente	Não
PE	UFPE	Não aderiu	Não aderiu	Não aderiu
PE	UFRPE	Serra Talhada	Docente	Não
PE	UNIVASF	Petrolina	Docente	Não

UF	UNIVERSIDADE	CAMPUS	FONTE	FAZ REUSO
PI	UESPI	Heróis do Jenipapo	Coordenação Ciências Biológicas	Não
PI	UFPI	Central	Coordenadoria de Comunicação Social	Não
RN	UERN	Central	Docente	Não
RN	UFERSA	Caraúbas	Docente	Não
RN	UFRN	Central	Página da instituição	Sim
SE	UFS	Central	Docente	Não

Fonte: Autor (2019).

O reuso de água, ainda que se mostre como uma alternativa de fonte complementar, não obteve muito sucesso dentro das instituições no semiárido, em termos percentuais, 96,15 % não aderiram à prática.

Esse baixo número encontrado, pode ser justificado com base nos argumentos de Alfradique (2018), onde afirma que a utilização de ETE em uma escala maior esbarra em questões burocráticas, culturais e comerciais. Como observado na tabela 08, onde 7,69% dos docentes afirmaram que a prática do reuso de água é muito burocrática e os benefícios a longo prazo ainda não são tão claros, dificultando a implementação e 7,69 % mencionaram a resistência das pessoas, talvez, pelo fato de não possuírem conhecimento acerca do processo, ainda existe um certo receio na utilização do esgoto tratado para outros fins.

Tabela 07 - Dificuldades encontradas para implementar o reuso de água nas Universidades Públicas.

Dificuldades para implementação do reuso de água dentro das instituições
- Falta de recurso financeiro 6/26 (23,07%) - Falta de interesse/iniciativa da instituição 6/26 (23,07%) - Falta de política efetiva 1/26 (3,84%) - Dificuldade em adaptar as instalações hidráulicas 2/26 (7,69%) - Resistência a mudanças 2/26 (7,69%) - Burocracia 2/26 (7,69%)

-
- Falta de capacitação 2/26 (7,69%)
-

Fonte: Autor (2019).

Apesar da escassez de água no Semiárido e das dificuldades enfrentadas nas Universidades Públicas, Araújo (2016), observa que não se trata apenas de um problema de ordem natural, mas principalmente de questões relacionadas com a ausência de políticas de gestão. Nas respostas obtidas, 23,07 % dos docentes questionam que a instituição não tem interesse e nem incentiva para tal prática.

Outra justificativa para a baixa adesão está relacionada a falta de legislação que norteia o reuso de água. Em geral são adotados padrões referenciais internacionais ou orientações técnicas produzidas por instituições privadas. Este é um fator que tem dificultado a aplicação desta prática no país, pois a falta de legislação e normatização específica dificulta o trabalho dos profissionais (GIACCHINI, 2012).

Quanto à modalidade de reuso de água, a UFRN se enquadra em reuso direto não potável, que é o uso planejado do esgoto tratado, encaminhado para uma destinação específica, que neste caso, é o reuso urbano, que engloba a irrigação paisagística, conforme a Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH (BRASIL, 2005).

5.2.Reuso de água como iniciativa pontual

Em relação às Universidades Públicas que possuem apenas iniciativas pontuais de reuso de água, pode ser observado na tabela 09 que apenas uma universidade tem projeto em andamento.

Tabela 08 - Universidades que fazem reuso de água como iniciativa pontual.

UF	UNIVERSIDADE	CAMPUS	FONTE	FAZ REUSO COMO INICIATIVA PONTUAL
AL	UFAL	Arapiraca	Docente	Não
AL	UNEAL	Palmeiras dos Índios	Docente	Não
AL	UNCISAL	Não aderiu	Não aderiu	Não aderiu
BA	UESB	Itapetinga	Docente	Não

UF	UNIVERSIDADE	CAMPUS	FONTE	FAZ REUSO COMO INICIATIVA PONTUAL
BA	UESC	Soane Nazaré	Prefeitura	Não
BA	UEFS	Central	Departamento de Educação	Não
BA	UFBA	Central	SIC - Serviço de Informação ao Cidadão	Não
BA	UFOB	Barra	Docente	Não
BA	UFRB	Cruz das almas	Colegiado do Curso de Engenharia Civil	Não
BA	UNEB	Campus I	Docente	Não
CE	UECE	Itapipoca	Docente	Não
CE	UFC	Pici	Docente	Não
CE	UFCA	Crato	Departamento de Ciências Agrárias	Não
CE	UVA	Central	Assessoria de Comunicação e Marketing Institucional	Não
MA	UEMA	Central	Docente	Não
MA	UFMA	Bacangas	Docente	Não
PB	UEPB	Central	Portal da Transparência	Não
PB	UFCG	Central	Docente	Não
PB	UFPB	Campus I	Docente	Não
PE	UFPE	Não aderiu	Não aderiu	Não aderiu

UF	UNIVERSIDADE	CAMPUS	FONTE	FAZ REUSO COMO INICIATIVA PONTUAL
PE	UFRPE	Serra Talhada	Docente	Não
PE	UNIVASF	Petrolina	Docente	Sim
PI	UESPI	Heróis do Jenipapo	Coordenação Ciências Biológicas	Não
PI	UFPI	Central	Coordenadoria Comunicação Social	Não
RN	UERN	Central	Docente	Não
RN	UFERSA	Caraúbas	Docente	Não
RN	UFRN	Central	Página da instituição	Não
SE	UFS	Central	Docente	Não

Fonte: Autor (2019).

A Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, localizada em Petrolina - PE, possui o curso de Engenharia Agrônômica, onde alguns professores fazem o reuso de água proveniente da ETE do campus para a irrigação. Esta prática, como foi enfatizado pelo professor no questionário, ainda não é uma realidade a nível institucional, visto que ainda estão se fazendo testes de qualidade da água e também do seu efeito no solo, mas a longo prazo, é algo que pode consolidar-se.

Efluentes tratados de esgoto representam uma fonte de água e nutrientes disponível para uso em irrigação, mas esta prática ainda é incipiente no Brasil e sua regulamentação ainda é incompleta, nas escalas nacional e estadual (BARBOSA et al., 2014). Fatores como este, infelizmente atrasam a implementação do reuso de água, pois falta informações técnicas que orientem tal prática. Em relação à modalidade de reuso da água, a universidade se enquadra no reuso direto não potável, encaminhado em específico para uso agrícola e florestal.

Uma água pode ser considerada adequada para certo tipo de solo ou cultura, porém inadequada para outros. Deve-se analisar as características físico-químicas, a qualidade sanitária da água e as características do solo, a tolerância das culturas, o clima local, o manejo da irrigação e a drenagem (REGO et al., 2005). Em casos onde a água de reuso é destinada para fins urbanos, como o paisagismo, existe uma preocupação menor em termos de qualidade do efluente e de saúde pública, que é a realidade da UFRN, já para a irrigação de culturas, que é caso da UNIVASF, os padrões requeridos são mais exigentes, sendo essa, uma característica desta modalidade de reuso de água.

O reuso de água pode auxiliar na resolução dos problemas de escassez, porém, segundo Henzet al., (2016), ainda faltam estudos que evidenciem os possíveis riscos de contaminação ou efeitos a longo prazo deste uso para saúde humana e meio ambiente. Por este motivo, a UNIVASF tem investindo em pesquisas antes de ampliar o sistema.

5.3.Alternativas de aproveitamento de água

Como observado nas tabelas 08 e 09, o número de universidades que fazem reuso de água ainda é muito pequeno, no entanto, algumas instituições buscam adotar algumas técnicas de aproveitamento de água, com intuito de complementar o abastecimento e também conservar este recurso que é tão escasso na região. Na tabela 10, pode ser visto o quantitativo das universidades que fazem o aproveitamento de água.

Tabela 9 - Universidades Públicas que fazem aproveitamento de água nos estados do Nordeste que abrangem a região do Semiárido.

UF	UNIVERSIDADE	CAMPUS	FONTE	FAZ APROVEITAMENTO DE ÁGUA
AL	UFAL	Arapiraca	Docente	Sim
AL	UNEAL	Palmeiras dos Índios	Docente	Não
AL	UNCISAL	Não aderiu	Não aderiu	Não aderiu
BA	UESB	Itapetinga	Docente	Sim
BA	UESC	Soane Nazaré	Prefeitura	Não
BA	UEFS	Central	Departamento de Educação	Não

UF	UNIVERSIDADE	CAMPUS	FONTE	FAZ APROVEITAMENTO DE ÁGUA
BA	UFBA	Central	SIC - Serviço de Informação ao Cidadão	Não
BA	UFOB	Barra	Docente	Sim
BA	UFRB	Cruz das almas	Colegiado do Curso de Engenharia Civil	Sim
BA	UNEB	Campus I	Docente	Não
CE	UECE	Itapipoca	Docente	Não
CE	UFC	Pici	Docente	Não
CE	UFCA	Crato	Departamento de Ciências Agrárias	Não
CE	UVA	Central	Assessoria de Comunicação e Marketing Institucional	Não
MA	UEMA	Central	Docente	Não
MA	UFMA	Bacangas	Docente	Não
PB	UEPB	Central	Portal da Transparência	Sim
PB	UFCG	Central	Docente	Sim
PB	UFPB	Campus I	Docente	Não
PE	UFPE	Não aderiu	Não aderiu	Não aderiu
PE	UFRPE	Serra Talhada	Docente	Sim
PE	UNIVASF	Petrolina	Docente	Não
PI	UESPI	Heróis do Jenipapo	Coordenação Ciências Biológicas	Não

UF	UNIVERSIDADE	CAMPUS	FONTE	FAZ APROVEITAMENTO DE ÁGUA
PI	UFPI	Central	Coordenadoria de Comunicação Social	Não
RN	UERN	Central	Docente	Sim
RN	UFERSA	Caraúbas	Docente	Não
RN	UFRN	Central	Página da instituição	Não
SE	UFS	Central	Docente	Não

Fonte: Autor (2019).

Como pode ser observado, o número de Universidades Públicas que fazem o aproveitamento de água é maior quando comparado com o reuso. Em termos quantitativos, 30,76 % das instituições implementaram alguma via de aproveitamento dentro do campus. Para Réus (2003), o uso de tecnologias adequadas para o desenvolvimento dessas fontes auxilia no controle da demanda e é uma solução para problemas de escassez hídrica.

De acordo com Bemfica e Bemfica (2012) a quantidade de água necessária está diretamente ligada ao desenvolvimento local e as atividades exercidas, cabe então a gestão da instituição controlar essa dinâmica do crescimento adotando práticas consideradas mais sustentáveis. Na tabela 11 estão descritas algumas das técnicas de aproveitamento, como as diferentes origens das águas e sua destinação final.

Tabela 10 - Técnicas de aproveitamento de água em Universidades Públicas nos estados do Nordeste que abrangem a região do Semiárido.

UF	UNIVERSIDADE	ORIGEM	DESTINAÇÃO
AL	UFAL	Ar condicionado	Irrigação de jardim
BA	UESB	Água dos destiladores do laboratório	Uso próprio no laboratório
BA	UFOB	Água pluvial	Não especificou
BA	UFRB	Água dos destiladores do laboratório	Solos (Departamento de agronomia)

UF	UNIVERSIDADE	ORIGEM	DESTINAÇÃO
PB	UEPB	Ar condicionado	Irrigação / Uso próprio no laboratório
PB	UFCG	Águas pluviais; Água dos destiladores; Água do lago da Universidade.	Experimentos nos laboratórios de hidráulica, vasos sanitários, lavagem de pisos, paisagismo
PE	UFRPE	Poços	Abastecimento
RN	UERN	Ar condicionado	Irrigação

Fonte: Autor (2019).

Percebe-se que grande parte do consumo não requer água potável, como por exemplo para lavagem de pisos, descargas, irrigação paisagística e alguns experimentos laboratoriais (Tabela 11). Souza et al., (2016), em uma pesquisa de viabilidade de aproveitamento de chuva em uma universidade no Rio de Janeiro, chegou à mesma conclusão, onde constataram que a água potável consumida no campus é destinada para dois fins, o consumo potável, em bebedouros, preparação de alimentos e higiene pessoal, e a outra parcela é direcionada para fins não potáveis, como descargas de vasos sanitários, irrigação de jardins, limpeza, dentre outros.

Em termos quantitativos, a pesquisa de Kammers (2004) sobre o uso final da água em edifícios públicos demonstra que 83,20 % da água consumida não precisa ser potável, uma vez que são destinadas para descarga de vasos sanitários, mictórios e irrigação paisagística. Nota-se que grande parte da água potável é usada em fins considerados menos nobres, que poderia ser substituída tanto por água de reuso, como por água obtidas através das tecnologias de aproveitamento.

O uso racional da água, bem como as formas de redução de consumo dependem muito da educação ambiental e da conscientização dos usuários, e este fator dificulta o processo. Diante disso, Martins e Athayde Júnior (2015) observaram que o uso de tecnologias de aproveitamento é mais eficiente, pois dependem menos de hábitos e motivações pessoais e mais de aquisição de equipamentos necessários, tornando mais eficiente o processo de economia de água.

Dentre as principais estratégias de aproveitamento pode-se citar o aproveitamento de água pluvial, o reuso de águas cinzas e a instalação de componentes economizadores de água (CARVALHO et al., 2014). Além destas técnicas, podemos ressaltar o aproveitamento de água dos aparelhos de ar condicionados e dos destiladores, que são grandes fontes de água dentro das instituições de ensino.

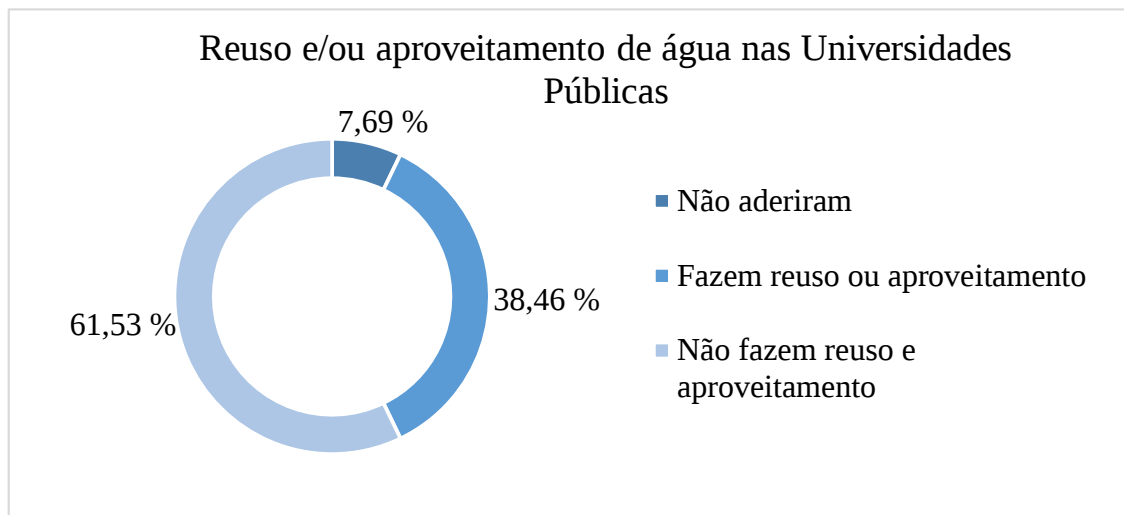
Barros et al., (2015) e Moraes et al., (2018) realizaram análises físico-químicas das águas provenientes de ar condicionado e destilados de instituições de ensino e constataram que a mesma está dentro dos padrões de reutilização e que são adequadas para serem usadas na jardinagem e limpeza.

Segundo Carli et al., (2013) a introdução de fontes alternativas além do reuso de efluentes de ETE visa o uso racional e a conservação dos recursos hídricos. Aguiar et al., (2018), em sua pesquisa dentro de uma universidade em Minas Gerais, afirmam que o aproveitamento de água, além de ser uma método de conservação, contribui de forma econômica e aumenta a credibilidade da instituição para com a sociedade.

5.4.Projetos voltados para implementação de reuso e aproveitamento de água

Diante da necessidade de minimizar os impactos causados sobre os recursos hídricos e se adequar a realidade da escassez, técnicas vêm sendo pesquisadas e consolidadas. O número de universidades no Semiárido que ainda não possuem reuso e nem aproveitamento de água no campus é alto, cerca de 61,53%, o que corresponde a 16 das 26 instituições estudadas, como pode ser observado no gráfico 01.

Gráfico 01. Reuso e/ou aproveitamento de água Universidades Públicas nos estados do Nordeste que compreendem a região Semiárida.



Fonte: Autor (2019).

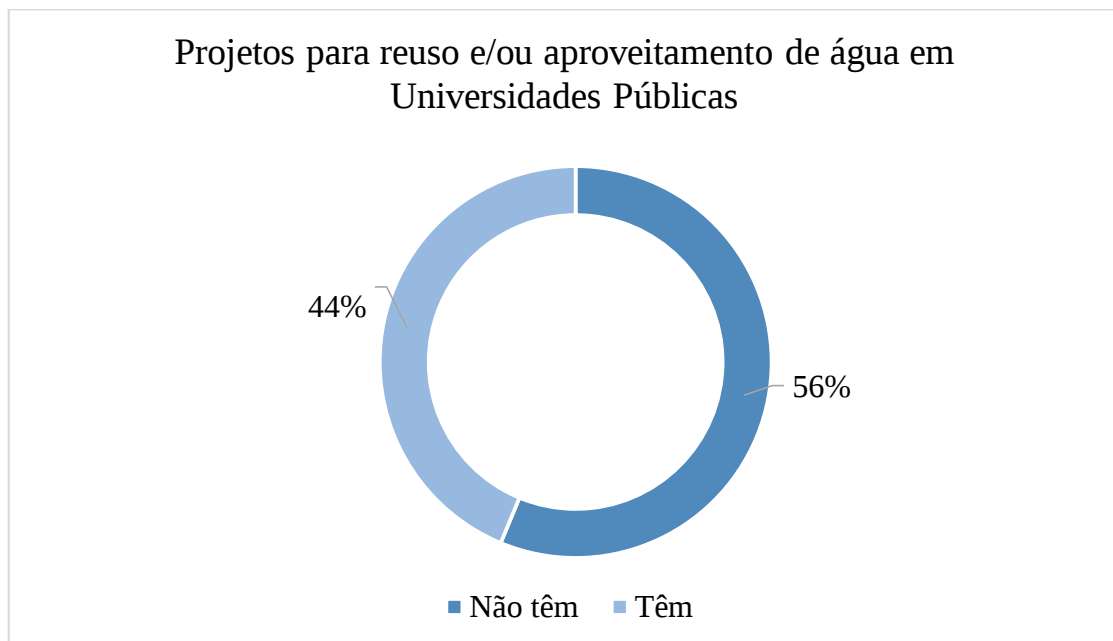
Apesar dos índices mostrarem que o número de Universidades Públicas que não possuem nenhum tipo de aproveitamento ou reuso de água ser maior quando comparado às que possuem, percebe-se uma mudança neste cenário, onde as instituições buscam se adaptar à realidade da região semiárida. A prática da gestão ambiental dentro da organização mostra que a mesma pensa no desenvolvimento sustentável e quando bem aplicada permite a diminuição do desperdício dos recursos naturais (ESTENDER; MACEDO, 2015).

Das 16 Universidades Públicas que não fazem reuso e nem aproveitamento de água, sete informaram que estão com projetos e pesquisas em andamento para adotar alguma tecnologia neste segmento. Os projetos mais citados em observações feitas pelos docentes nos questionários foram: utilização de água de destiladores, construções de estações de tratamentos de esgotos, aproveitamento de águas pluviais, poços artesianos, aproveitamento da água de aparelhos de ar condicionados e cisternas para armazenamento.

Como pode ser observado no gráfico 02, cerca de 43,75 % das universidades vem buscando adequar o seu funcionamento, investindo em tecnologias que mais se adaptem a estrutura do campus, com intuito de reduzir o consumo de água potável, aproveitando outras fontes alternativas de água. Estes dados confirmam a pesquisas realizadas por Rohrich e Takahashi (2019), onde mostram que algumas instituições de ensino superior

estão se tornando referência em práticas ambientais, contribuindo assim com o desenvolvimento sustentável.

Gráfico 02. Projetos de reuso e/ou aproveitamento de água em Universidades Públicas nos estados do Nordeste que compreendem a região Semiárida.



Fonte: Autor (2019)

5.5. Viabilidade econômica

Em relação à viabilidade econômica da implementação do reuso e das técnicas de aproveitamento de água, 42,30 % das universidades responderam à pergunta que era direcionada ao cálculo da estimativa. Das respostas obtidas, 54,54 % informaram que já foram feitos cálculos por meio de trabalhos acadêmicos e cerca de 45,45 % não fizeram nenhuma estimativa.

Dentre 54,54 % respostas positivas, que correspondem a seis universidades, cinco são relacionadas ao cálculo da viabilidade de sistemas de captação de água pluviais e uma é sobre a utilização de água de poço. Um dos questionamentos feitos nessa pergunta foi a falta de informações técnicas sobre a viabilidade e os custos associados.

Alguns trabalhos na literatura fazem os cálculos levando em conta a estrutura das instituições e as condições climáticas locais. Segundo Lopes (2012), de maneira geral, o aproveitamento de águas pluviais nas instituições é viável do ponto de vista qualitativo e

quantitativo, sendo necessário apenas, como mencionado por Augusto et al., (2014) algumas adaptações nas estruturas físicas, como implementação de calhas e cisternas. Porém, do ponto de vista de Zardini (2014), Farsola (2011) e Moraes (2017) o aproveitamento é mais eficiente em locais onde se tem chuvas regulares ao longo do ano, sendo os meses mais chuvosos, os maiores potenciais econômicos observados, que infelizmente, não é o caso da região semiárida.

Como já mencionado anteriormente, o semiárido não possui características que favoreçam a captação de águas das chuvas ao longo do ano, sendo indispensável a existência de outras fontes. Em relação ao aproveitamento da água proveniente de aparelhos de ar condicionados, Silva et al., (2019) verificaram um potencial de economia de 15 % de água potável dentro da instituição que foi direcionada para rega de jardim, lavagem de pisos e de veículos.

Silva e pinheiro (2017), obtiveram uma economia de 2,310 m³ de água por mês com um sistema instalado em 16 aparelhos de ar condicionados e afirmou que além de diminuir o desperdício de água da instituição e reaproveitá-la para um benefício próprio, o projeto ainda propiciou a conscientização de meio acadêmico.

Para o reuso de água proveniente de estações de tratamento, existem diversos relatos positivos após a implementação. Na região semiárida, Sobrinho e Fernandes (2018) em estudo da ETE da UFERSA, constataram que a viabilidade indica que existe uma expressiva redução mensal no consumo e o período de retorno do investimento é de aproximadamente pouco mais de 24 meses. Na Universidade Federal de Santa Catarina, Silveira et al., (2014), foi alcançado uma economia diária de 2,793 m³ de água potável, e economia anual de 670,32 m³ de água potável, sendo que foi instalado apenas em um departamento. Em relação ao retorno do investimento feito pela universidade verificou-se que se dá em 14 meses.

5.6. Legislações atendidas no reuso e aproveitamento de água

Em relação à legislação que é atendida tanto para reuso, como para aproveitamento de água, apenas 14,28 % das universidades entrevistadas responderam esta pergunta. Esse baixo índice de respostas pode ser justificado pelo fato de que o país ainda não adotou nenhuma posição legal sobre esta abordagem. Essa ausência de embasamento legal somado à falta de conhecimento técnico reduz as iniciativas quando a sua adoção (SILVEIRA et al., 2014).

Desde as mais antigas sociedades, o ser humano sempre dispôs de regras concernentes ao uso da água, cujo caráter, restritivo ou não, era proporcional à escassez do recurso. Daí decorrem normas de direito vigentes nas regiões secas diferentemente das aplicáveis às úmidas (RÉUS, 2003). Pelo fato de o semiárido sofrer com problemas de escassez, as legislações referentes ao uso da água deveriam ser aperfeiçoadas, de maneira que abordasse reuso de água e formas de aproveitamento, facilitando a implementação destas técnicas.

Como mencionado por docentes da UFS e da UFRB, não existe nenhuma legislação a nível estadual que contemple as diretrizes de reuso e aproveitamento, embora a Lei nº 9.433/97 tenha como objetivo o incentivo, a preservação e aproveitamento de águas, além da captação de águas pluviais.

As normas e regulamentações que foram citadas no questionário incluem a Resolução CONAMA 430/201, que aborda os padrões de lançamentos de efluentes após seu tratamento e uma norma técnica do Ministério da Educação - MEC que aborda o reuso como sendo uma possibilidade de redução de gastos com água potável.

De acordo com os docentes que informaram que usam água proveniente de poços, a mesma serve de complemento no abastecimento e passa por análises químicas e biológicas para identificar a qualidade e assim ser direcionada de acordo com a finalidade que foi definida. Em relação a água de abastecimento que é proveniente das prestadoras de serviço local, estas atendem os padrões de potabilidade, sendo de total responsabilidade da empresa realizar os testes necessários.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa obteve 92,85% de participação das Universidades Públicas e com isso a amostra conseguiu ser bem representativa, atendendo um dos objetivos, iniciais que visava fazer o levantamento em toda região semiárida nordestina. Apesar das condições locais influenciarem a implementação de reuso e/ou de técnicas de aproveitamento de água, o número de instituições que possuem alguma tecnologia neste segmento ainda é baixa, considerando a baixa disponibilidade de água local.

Dessa forma, apenas duas Universidades Públicas fazem o reuso de água, sendo a UFRN como política institucional dentro do campus na modalidade de reuso direto não potável, destinado ao reuso urbano para irrigação paisagística, e a UNIVASF que faz o

reuso apenas em um departamento na modalidade de reuso direto não potável, destinado para uso agrícola e florestal.

Sobre as vias alternativas de aproveitamento de água, apenas a UFAL, UESB, UFOB, UFRB, UEPB, UFCG, UFRPE, UERN possuem alguma técnica em operação e as fontes mais utilizadas de água são: água de aparelhos de ar condicionados, água de sistemas de destilação, águas pluviais e poços artesianos.

A adoção da técnica de reuso de água está associada a diversos fatores que dificultam a sua implementação, como necessidade de investimentos financeiros, barreiras comportamentais, falta de incentivo, de legislações e de capacitação.

Portanto, o reuso e as vias alternativas de aproveitamento de água tem uma grande importância dentro do cenário hídrico da região do semiárido nordestino. Essas fontes alternativas complementam o abastecimento e reduzem o consumo de água potável que seria destinada para fins menos nobres.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, M. B.; LOPES, C. P. L.; DIAS, E. T. SILVA, D. PEIXOTO, M. C. P. G. Reuso inteligente da água: técnica de reaproveitamento da água do destilador do laboratório de química da PUC Minas Barreiro. UNIPINHAL - Espírito Santo do Pinhal, v. 15, n. 1 p. 90-97. 2018.

ALFRADIQUE, R. P.; JESUS, T. T.; SOUZA, T. K. Estudo de viabilidade de construção de estação de tratamento de esgoto em shopping center com ênfase em reutilização de água tratada. Revista Tecnológica da Universidade Santa Úrsula, v. 1, p. 69-83, 2018.

ANA - Agência Nacional de Águas – A questão da água no nordeste. 2012. Disponível em: <<http://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/669/4/A%20quest%C3%A3o%20da%20%C3%A1gua%20no%20Nordeste.pdf>> Acesso em 03 de novembro de 2019.

ANA - Agência Nacional de Águas – Conjuntura Recursos hídricos Brasil. 2017. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/relatorio-conjuntura-2017.pdf>> Acesso em 18 de outubro de 2019.

ANA - Manual dos usos consuntivos no Brasil. Brasília - DF. 2019. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/central-de-publicacoes/na_manual_de_usos_consuntivos_da_agua_no_brasil.pdf>. Acesso em: 15 de dezembro de 2019.

ANA - Relatório conjunturas recursos hídricos Brasil. 2017. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/relatorio-conjuntura-2017.pdf>>. Acesso em: 15 de dezembro de 2019.

ANANIAS, F. A.; GUEDES, J. Percepção ambiental de comunidades rurais do semiárido do nordeste: o caso das comunidades do entorno do reservatório de

Pilões/RN. Interespaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade, [s.l.], v. 3, n. 9, p.158-169, 16 out. 2017. Universidade Federal do Maranhão. Disponível em: <<http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/interespaço/article/view/6321/4766>>. Acesso em: 22 out. 2019.

ARAÚJO, E. D. S.; RIBEIRO E. P; SANTOS, E. B.. Captação e reuso de água no InsaCampina Grande: estratégias de convivência com o semiárido. In: I Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2016, Campina Grande. Anais I CONIDIS, v. 1. 2016.

ARAÚJO, J. M.; ARRUDA, D. B.Práticas de sustentabilidade no semiárido nordestino: direito ao desenvolvimento econômico-sustentável. Veredas do Direito (Belo Horizonte), v. 8, p. 235-260, 2011.

ARAÚJO, J. C. Recursos hídricos em regiões semiáridas. Recursos Hídricos em regiões semiáridas – Estudos e aplicações. INSA - Instituto Nacional do Semiárido. Capítulo 2. 2012.

AUGUSTO, A.; BARBOSA, A.; NASCIMENTO, G.; VINICIUS, P.; FERNANDES, T. Projeto Técnico de Captação e Reuso da Água. Curso de Administração Pública. UFRRJ. 2014.

AUGUSTO, L. G.; GURGEL, I. G. D.; CÂMARA NETO, H. F.; MELO, C. H.; COSTA, A. M. O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. Ciência & Saúde Coletiva, v. 17, p. 1511-1522. Recife - PE. 2012.

AZEVEDO, F. G. P.; OLIVEIRA, K. L. de ; RODRIGUES, M. C. P. ; FREITAS, F. R. S. ; COSTA,, M. C. . Avaliação da Qualidade da Água Descartada pelos Destiladores. In: VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2016, Campina Grande. ANAIS - Congressos brasileiros de gestão ambiental. Vol. 7. 2016.

BAPTISTA, N. Q.; CAMPOS, C. H. Possibilidades de construção de um modelo sustentável de desenvolvimento no Semiárido. Convivência com o Semiárido Brasileiro: Autonomia e protagonismo social. 2. ed. Brasília, DF: Editora IABS, 2013.

BARBOSA, M. S.; SANTOS, M. E. P.; MEDEIROS, Y. D. P. Viabilidade do reúso de água como elemento mitigador dos efeitos da seca no semiárido da Bahia. Ambiente & Sociedade (Online), v. 17, p. 17-32, 2014.

BARROS, A. J. S.; LOPES, A. A. ; BANDEIRA, L. L. ; REAL, B. B. ; BRITTO JÚNIOR, A. O. S. Proposta de modelo de reuso de água de bebedouros, condicionadores de ar e destiladores em uma instituição de ensino. In: II Workshop Internacional sobre água no Semiárido Brasileiro. Campina Grande - PB. 2015.

BARROS; F. M; ROCHA; F. A; SILVA; J.O. Reuso de águas residuárias na agricultura: a experiência israelense e brasileira. Enciclopédia Biosfera. Centro Científico Conhecer. Vol6. Nº 11. Goiânia. 2010.

BATISTA, F. R. M. Estudo do processo de destilação alcoólica contínua: Simulação de Plantas Industriais de Produção de Álcool Hidratado, Álcool Neutro e Cachaça. UNICAMP. Campinas - SP. 2008.

BEMFICA, G. C.; BEMFICA, J. M. C. A importância do reaproveitamento da água da chuva. Pensar Engenharia, v. 3, p. 01-21, 2017.

BONA, B. O. Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis em edificação multifamiliar na cidade de Carazinho - RS. UFSM - Panambi. 2014.

BRANCO, O. E. A. Avaliação da disponibilidade hídrica: Conceitos e aplicabilidade. 2006. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/04/Disponibilidade-H%C3%ADdrica.pdf>> Acesso em 18 de outubro de 2019.

BRASIL. Resolução 107 de novembro de 2017. Conselho deliberativo da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste –SUDENE. Recife. Disponível em: <<http://sudene.gov.br/images/2017/arquivos/Resolucao-107-2017.pdf>> Acesso em 20 de novembro de 2019.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Política Nacional dos Recursos Hídricos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em: 15 de novembro de 2019.

BRASIL. Resolução 115 de novembro de 2017. Conselho deliberativo da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste –SUDENE. Recife. 2017. Disponível em: <http://sudene.gov.br/images/arquivos/conselhodeliberativo/resolucoes/resolucao115-23112017-delimitacaodosemiarido.pdf>. Acesso em 20 de novembro de 2019.

BRASIL. Resolução Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 54, de 28 de novembro de 2005 - Estabelece critérios gerais para reuso de água potável. Diário Oficial da União, Brasília – DF, novembro de 2005.

CARLÃO, L. F. B. A escassez de água no mundo não é mais uma hipótese ou teoria: é o alerta para a mudança do modelo de desenvolvimento humano. Leopoldianum (UNISANTOS), v. 44, p. 43-55, 2018.

CARLI, L. N.; DE CONTO, S. M.; BEAL, L. L. ; PESSIN, N. . Racionalização do uso da água em uma Instituição de Ensino Superior - estudo de caso da Universidade de Caxias do Sul. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 2, p. 143-164, 2013.

CARVALHO, C. O. C. A água no campus: fontes de desperdício e reaproveitamento. Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente - NIMA. 2017.

CARVALHO, M. T. C. Caracterização qualiquantitativa da água da condensadora de aparelhos de ar condicionado. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Goiânia - GO. (2012a)

CARVALHO, N. L.; BARCELLOS, A. L. ; HENTZ, PAULO . Tecnologias para reutilização de águas residuárias. Revista Gedecon , v. 2, p. 16-31, (2014a).

CARVALHO, N. L.; HENTZ, P. ; SILVA, J. M. ; BARCELLOS, A. L. . Reutilização de águas residuárias. Revista Monografias Ambientais, v. 14, p. 3164-3171, (2014b).

CARVALHO, O. As secas e o seus impactos. In: Antônio Carlos Filgueira Galvão; Antônio Rocha Magalhães; José Roberto de Lima. (Org.). A questão da água no Nordeste. Brasília: Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE), Agência Nacional de Águas (ANA),v. 1. (2012b).

CARVALHO, S. A. RAMIRES, C. C. Competência dos órgãos ambientais na Constituição Federal de 1988. Empório do direito. 2017. Disponível em: <<https://emporiiododireito.com.br/leitura/a-competencia-dos-orgaos-ambientais-na-constituicao-federal-de-1988>>. Acesso em: 15 de novembro de 2019.

CAVALCANTE, K, D, B. O Uso de Águas Residuais e as Vantagens de sua Aplicação na Agricultura (Licenciatura em Biologia). UEPB. Campina Grande - PB. 2015.

- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. . Metodologia Científica. 6. ed. São Paulo. Editora Person. 2007.
- CHAER, G.; DINIZ, R. R.P.; RIBEIRO, E. A.A técnica do questionário na pesquisa educacional. Evidência, Araxá, v. 7, n. 7, p. 251-266, 2011.
- CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. ; CAMPOS, J. N. B. . A questão da água no semiárido brasileiro. In: Carlos E. de M. Bicudo; José GaliziaTundisi;Marcos C. BarnsleyScheuenstuhl. (Org.). Águas do Brasil- Análises Estratégicas. São Paulo: Instituto de Botânica, (2010a)
- CIRILO, J. A.. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. Estudos Avançados (USP. Impresso), v. 22, p. 61-82, 2008.
- CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. ; CAMPOS, J. N. B. A questão da água no semiárido brasileiro. In: Bicudo, C.E. de M; Tundisi, J.G.; Scheuenstuhl, M. C. B. (Org.). Águas do Brasil análises estratégicas. 1ed.São Paulo: Instituto de Botânica, (2010b).
- CIRILO, J. A. Crise hídrica: desafios e superação. Revista USP. n. 106, p. 45-58. São Paulo – SP. 2015. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/110102>> Acesso em 18 de outubro de 2019.
- COELHO, J. F. R.; TERRA, I. ; FERRAZ, F. O. S. M. ; GARRIDO, JOSÉ WAGNER ALVES . Conhecendo a estação de tratamento de esgotos da UFRN: uma proposta de educação sanitária e ambiental em escolas públicas de Natal/RN. In: Congresso Nacional de Educação, 2017, João Pessoa. Educação Ambiental. Campina Grande: Editora Realize, 2017.
- CONTI, I. L.; SCHROEDER, E. O. Convivência com o Semiárido Brasileiro: Autonomia e protagonismo social. 2. ed. Brasília, DF: Editora IABS, 2013.
- COSTA, D. M. A.; BARROS JÚNIOR, A. C.. Avaliação da necessidade do reuso de águas residuais. Holos (Natal. Online), CEFET - RN, v. 4, n.1, p. 81-101, 2005.
- COSTA, R. H. P.. Reuso da água: conceitos, teorias e práticas - 2ª ed. Atualizada e ampliada. 2ª. Ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2010.
- CRUZ, G. B.; MONTEIRO, F. L. Sistema de reuso de água. ISO Embrapa. Brasília, DF. 2012.
- CUNHA, A. H. N.; OLIVEIRA, T. H. de; FERREIRA, R. B.; MILHARDES, A. L. M.; SILVA, S. M. C. O reuso de Água no Brasil: A Importância da Reutilização de Água no País. Enciclopédia Biosfera – Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.7, n.13, p.1225-1248, 2011.
- CUNHA, T.J.F.; PETRERE, V. G. ; SILVA, D. J. ; MENDES, A. M. S. ; OLIVEIRA NETO, M. B. ; SILVA, M. S. L. ; ALVAREZ, I. A . Principais solos do semiárido tropical brasileiro: caracterização, potencialidades, limitações, fertilidade e manejo. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (Org.). Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação. Petrolina: Embrapa Semiárido, v. 2, p. 50-87. 2010.
- DORIGON, E.B.; TASSARO, P. Caracterização dos efluentes da lavagem automotiva em postos de atividade exclusiva na região AMAI – Oeste catarinense. Unoesc & Ciência – ACBS, Joaçaba, v. 1, n. 1, p. 13-22, jan./jun. 2010.

ESTENDER, A. C.; MACEDO, D. L.. A conscientização do desperdício da água com a utilização da água de reuso. In: O Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente (ENGEMA- USP). São Paulo - SP. 2015.

FERNANDES, V. M. C.. Padrões para reuso de águas residuárias em ambientes urbanos. In: II Simpósio Nacional sobre o Uso da Água na Agricultura, Passo Fundo. Anais do II Simpósio Nacional sobre o uso da água na agricultura, 2005.

FERREIRA, C. A. L. Pesquisa quantitativa e qualitativa: perspectivas para o campo da educação. Mosaico (Goiânia) v. v. 8, p. 113-121, 2015.

FIGUEIREDO, M. A. Z.; CHIARI, B. M.; GOULART, B. N. G. Discurso do Sujeito Coletivo: uma breve introdução à ferramenta de pesquisa quali quantitativa. *Distúrb Comun*, São Paulo, 25(1): 129-136, abril, 2013.

FOLGOSI, V. Tecnologia e Inovação em Saneamento Básico. In: Revista Conjuntura Econômica - Seminário Saneamento e Tratamento da Água nos Processos de Abastecimento Público e Produtivo no Brasil. Anais. Campinas: FGV IBRE 35 p. 2015.

FORTES, P. D.; JARDIM, P. W. COTRIM, F. P. M. G.; FERNANDES, J. G.. Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar condicionado. XII SEGeT Simpósio de Excelência de Gestão e Tecnologia: Otimização de Recursos e Desenvolvimento, Resende-RJ. 2015.

GARJULLI, R. Os recursos hídricos no semiárido. **Cienc. Cult.**, São Paulo, v. 55, n. 4, p. 38-39, Dec. 2003. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400021&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 20 de novembro de 2019.

GHEYI, H. R. et al. Recursos hídricos em regiões Semiáridas: estudos e aplicações. 1. ed. Paraíba/Bahia: INSA/UFRB, 2012.

GIACCHINI, M. O Uso e Reuso da Água. *Diário dos Campos*, Ponta Grossa - Paraná, p. 8 - 8, 11 jun. 2012.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 6ª edição. São Paulo. Editora Atlas. 2017.

GOMES, M. A. F. Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã. 2012. Disponível em:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/921047/1/2011AM02.pdf>> Acesso em 18 de outubro de 2019.

GONDIM, J; FIOREZE, A. P.; ALVES, R. F. F.; SOUZA, W. G. A seca atual no Semiárido nordestino – Impactos sobre os recursos hídricos. *Parc. Estrat.* v. 22. n. 44. p. 277-300. 2017. Brasília-DF.

GRASSI, M. T. As águas do planeta Terra. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*. Edição especial – Maio 2001.

Günther, H.. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão? *Psicologia: Teoria e Pesquisa (UnB. Impresso)* , v. 22, p. 201-209, 2006.

HENZ, F. M.; PAULA, L. R. ; NEVES, M. I. R. ; RIBEIRO, N. T. ; BORTOLINI, J. . Reuso de água para fins agrícolas. In: Anais da X SEAGRO - Agronomia - FAG, 2016, Cascavel. Anais da X SEAGRO - Agronomia - FAG, v. 1. p. 138-141. 2016.

HESPANHOL, Ivanildo. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. *Estud. av.*, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 131-158. 2008. Acesso em 03 de novembro de 2019.

INSA. Conservação dos solos no semiárido. 2015. Disponível em: <<https://portal.insa.gov.br/noticias/651-conservacao-dos-solos-no-semiarido-e-acao-prioritaria-do-insa>>. Acesso em: 05 de dezembro de 2019.

INSA. Sinopse do censo demográfico para o semiárido brasileiro. 2012. Disponível em: <<https://portal.insa.gov.br/images/acervo-livros/Sinopse%20do%20Censo%20Demografico%20para%20o%20Semi%20Arido%20Brasileiro.pdf>>. Acesso em: 08 de janeiro de 2020.

KAMMERS, P. C. Usos finais de água em edifícios públicos: Estudo de caso em Florianópolis – SC. Projeto de pesquisa. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

LEFEVRE, F.; LEFEVRE, A. M. C. Discurso do sujeito coletivo: representações sociais e selecionadas comunicativas. Texto contexto - enferm. , Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 502-507, junho de 2014.

LOPES, G. B. Estudo de Viabilidade para o Aproveitamento de Água de Chuva para fins não potáveis na universidade federal de Uberlândia - MG. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Uberlândia - MG. UFU. 2012.

MALVEZZI, R Semiárido: Uma Visão Holística. Série Pensar o Brasil e Construir o Futuro da Nação. 2007.

MARINHO, M. B.; FREIRE, M. T. M.; KIPERSTOK, A. O Programa AGUAPURA de racionalização do consumo de água da Universidade Federal da Bahia. Eng. Sanit. Ambiente. Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, p. 481-492. 2019.

MARINOSKI, A. K. Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis - SC. UFSC. Florianópolis - SC. 2007.

MARTINS, V. P.; ATHAYDE JUNIOR, G. B.. Tecnologias economizadoras nos pontos de consumo e captação de água de chuva: Um estudo em um edifício público no Município de João Pessoa - PB. In: VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Porto Alegre/RS. 2015.

MEDEIROS, G. A.; JUNIOR, O. O. C.; VACCARI, G. B. Potencialidades do reuso da água: estudos de caso no setor sucroalcooleiro e universitário. Revista Engenharia Ambiental, v. 9, n. 1, p. 03-16, 2012.

MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. Recursos Hídricos em regiões semiáridas – Estudos e aplicações. INSA - Instituto Nacional do Semiárido. Capítulo 1. 2012.

MORAIS, B. R.; OLIVEIRA, B. A. S.; OLIVEIRA, B. A. S.; OLIVEIRA, P. S.; NETO, M. F. A.; MIRANDA, L. C.; LEITE, S. O e TEIXEIRA, M. C. Implantação de sistemas de reutilização da água descartada pelos destiladores do Instituto Federal de Minas Gerais campus Bambuí. Seminário de Iniciação Científica. Bambuí - MG. 2018.

MORAIS, J. W. A. Viabilidade técnica/econômica no aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis em uma instituição de ensino do Amazonas. (Mestrado em Engenharia de Produção). Manaus - AM. 2017.

MORAIS, N. W. S.; SANTOS, A. B.. Análise dos padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos e de reuso de águas residuárias de diversos estados do Brasil. REVISTA DAE, vol. 67. 2019.

MORAIS, W. A.; SALEH, B. B. ; ALVES, W. S.; AQUINO, D. S. Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil. *Cadernos Saúde Coletiva* , v. 24, p. 361-367, 2016.

MOREIRA, A. A. Análise da seca/estiagem no norte do Estado de Minas Gerais a partir de dados MODIS. UFRS. Porto Alegre – RS. 2016.

MORELLI, E. B. Reuso de água na lavagem de veículos. (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Sanitária). Universidade de São Paulo - USP. São Paulo. 2005.

OLIVEIRA, L. B. Uso e manejo da água na região semiárida do nordeste do Brasil. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica*, vols. 11/12, p.50-64. 2015.

PALHARES, J. C. P.. Captação de água de chuva e armazenamento em cisterna para uso na produção animal. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste. (Série Documentos). 2016.

PASSADOR, C. S.; PASSADOR, J. L. ; ARRAES, A. M. D. ; ARRAES, H. F. L. Políticas Públicas de Combate à Seca no Brasil e a Utilização das Cisternas nas Condições de Vida de Famílias na Região do Baixo Salitre (Juazeiro - BA): uma Dádiva de Deus?. In: XXXI EnANPAD, v. 1. p. 1-15, Rio de Janeiro - RJ. 2007.

PASSADOR, C. S.; PASSADOR, J. L. Apontamentos sobre as políticas públicas de combate à seca no brasil: cisternas e cidadania? *Cadernos Gestão Pública e Cidadania* , v. 15, p. 65-86, 2010.

PAULINO, W. D.; TEIXEIRA, F. J. C. . A questão ambiental e a qualidade da água nas bacias hidrográficas do Nordeste. In: Antônio Carlos Filgueira Galvão; Antônio Rocha Magalhães; José Roberto de Lima. (Org.). *A questão da água no Nordeste*. Brasília: Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE), Agência Nacional de Águas (ANA),v. 1. .2012.

PIAIA, A. BUENO, M. CAVALHERO, A. Água de reuso aplicada na indústria brasileira – Um estudo de caso. Congresso ABES FENASAN - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2017.

PIRES, A. P. N.; FERREIRA, I. M. . Cercas e secas: reflexões sobre a água no Nordeste semi-árido. In: XIII Jornada do Trabalho, 2012, Presidente Prudente. *Agro-hidro-territórios, degradação da natureza e do trabalho*, 2012.

PIZZANO, C. X.; GONÇALVES, L.. Sistema de aproveitamento de água em casas populares. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção Civil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba - PR. 2011.

RAMALHO, M. F. J. L.. A fragilidade ambiental do Nordeste brasileiro: o clima semiárido e as imprevisões das grandes estiagens. *Sociedade e Território*, v. 25, p. 104-115, 2013.

REBOUÇAS, J. R. L.; DIAS, N. D. S.; GONZAGA, M. D. S.; GHEYI, H. R. & SOUSA NETO, O. D. Crescimento do feijão-caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado. *Revista Caatinga*, 23(1), 97-102, 2010.

REGO, J. L.; OLIVEIRA, E. L. L.; CHAVES, A. F.; ARAÚJO, A. P. B.; BEZERRA, F. M. L.; SANTOS, A. B. e MOTA, S. Uso de esgoto doméstico tratado na irrigação da cultura da melancia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, [s.l.], v. 1, p. 155-159, 2005.

RÉUS, A. M. F. L. Reuso de água na gestão integrada de recursos hídricos. Universidade Católica de Brasília -UCB. BRASÍLIA 2003.

RIBEIRO, L. G. G.; ROLIM, N. D. Planeta água de quem e para quem: uma análise da água doce enquanto direito fundamental e sua valoração mercadológica. *Revista direito ambiental e sociedade*, v. 7, p. 7-33, 2017.

ROCHA, E. L. Reuso de águas residuárias na agricultura irrigada. (Graduação em Engenharia Ambiental). Faculdade Metropolitana de Camaçari - FAMEC. Camaçari - BA. 2013.

ROHRICH, S. S.; TAKAHASHI, A. R. W. . Sustentabilidade ambiental em Instituições de Ensino Superior, um estudo bibliométrico sobre as publicações nacionais. *GESTÃO & PRODUÇÃO*, v. 26, p. 1-13, 2019.

SALGADO, S. T.; ARAÚJO, A. L. C. Levantamento da tipologia das estações de tratamento de esgoto oriundas do Programa de Aceleração do Crescimento e a previsão do impacto no índice de tratamento de esgoto no estado do Espírito Santo. *EngSanitAmbient*, v.22 n.2, 293-301. 2017.

SANTOS, F. A. Estimativa e análise do volume dos pequenos açudes através de imagem de satélite e levantamento de campo na bacia hidrográfica do açude Sumé. In: *Anais. XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Campo Grande – MS. 2009.

SANTOS, H. F. Critérios de Qualidade da Água para Reuso. *Revista DAE* 174. 1993.

SANTOS, J. A. ; RICCIARDI, T. R. . Estudo sobre o potencial de aproveitamento de água de chuva na faculdade de engenharia mecânica (FEM). *Revista ciências do ambiente on-line*, v. 9, p. 1, 2013.

SANTOS, S. P. Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: Estudo de Caso em Escola da Rede Pública no Município de Ajuricaba-RS. (Bacharelado em Ciências Contábeis). Ijuí-RS. 2010.

SARMENTO, M. I. A.; NÓBREGA, E. P. ; OLIVEIRA, P. R. R. de ; PEREIRA JÚNIOR, E. B. . Captação e aproveitamento de água da chuva em residências rurais no Município de Nazarezinho. *Revista Agroecologia no Semiárido*, v. 1, p. 24-33, 2017.

SEVERINO, A. J. Metodologia do trabalho científico. 23º edição. São Paulo. Editora Cortez. 2017.

SILVA, A. C.; SILVA, A. F. A.; SILVA, S. R. ; SILVA, M. T. A. Análise de viabilidade técnica e econômica de um sistema de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis em uma instituição de ensino federal em Pernambuco. *Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental*, v. 8, p. 78-98, 2019.

SILVA, A. M.; MEDEIROS, P. R. F.; SILVA, E. F. F. Reuso da água proveniente de esgoto doméstico tratado para a produção agrícola no semiárido pernambucano. *Recursos Hídricos em regiões semiáridas – Estudos e aplicações*. INSA - Instituto Nacional do Semiárido. Capítulo 8. 2012.

SILVA, K. T. S.; PINHEIRO, M. I. T. Reaproveitamento da água de ar condicionado em uma instituição de ensino público para fins de irrigação e serviços gerais. Maracanaú - CE. IFCE. 2017.

SILVA, L. C. S.; SILVA, da. A. P. L. ; ALVES, S. S. ; SANTOS NETO, P. . Importância das Nascentes do Semiárido Alagoano no Abastecimento das Populações Rurais Difusas. *Revista de Geociências do Nordeste*, v. 2, p. 534-544, 2016.

SILVA, M. A. ; SANTANA, C. G. Reuso de água: possibilidades de redução do desperdício nas atividades domésticas. *Revista do CEDS*, v. 1, p. 12, 2014.

SILVA, N. P.; JUNIOR, E. G.; CAMARGO, J. R.; CHAVES, C. A. Estudo técnico e econômico para implantação de reuso de água em uma estação de tratamento de efluentes sanitários de uma indústria eletrônica. Universidade de Taubaté – III Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2006.

SILVA, S. N.; LOPES, F. G.; ANDRADE, F. E.; FERREIRA, C. B.; DANTAS, M. C. A. M.; SIQUEIRA, E. C. Efeitos da escassez hídrica na economia do perímetro irrigado de São Gonçalo, Paraíba. Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável, v. 12, p. 132-137, 2017.

SILVA, V. P.; FRANÇA, G. L. S. Percepções de mudanças do clima, impactos e adaptação para sertanejos do semiárido. Revista Brasileira de Climatologia, v. 22, p. 229-248, 2018.

SILVA, L. S: As condições climáticas do Estado de Pernambuco e seus impactos nos aspectos socioeconômicos. UFPE. Recife – PE. 2013.

SILVEIRA, M. L. G. da ; COELHO, T. T. ; KLAES, L. S. ; SOUZA, R. ; LIZ, L. G. A. H. . Gestão universitária sustentável: estudo de caso de reuso de águas cinzas. In: XIV Colóquio Internacional de Gestão Universitária, Florianópolis - sc. 2014.

SOARES, M, L. O Nordeste, a política e a vulnerabilidade da sobrevivência no sertão. Teor. Po. E Soc. V.1, n.1, p.133-141, dez. 2008.

SOBRINHO, A. R. B. P.; FERNANDES, A. C. A. Análise da Viabilidade Econômica e Ambiental de Irrigação com Água de Reuso da Estação de Tratamento de Esgoto do Campus UFERSA. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Caraúbas - RN. 2018.

SOUTO, E. K. S. C.; SANTOS, A. E. D. ; FARIAS, G. E. S. ; SANTOS, I. S. . Diagnóstico do uso de águas provenientes de poços artesianos de Nova Floresta PB. In: I Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. Campina Grande - PB. 2016.

SOUZA, J. F ; NETO, M. R. F. ; SOUZA, M. A. S. ; VENEU, D. M. Aproveitamento de água de chuva para usos não potáveis na Universidade Severino Sombra. REVISTA ELETRÔNICA TECCEN, v. 9, p. 35, 2016.

SPERLING, M. V. Introdução a qualidade da água e tratamento de esgoto. Volume 1. 4ª Edição. 2014.

SUASSUNA, J. A água no semiárido brasileiro: potencialidades e limitações. Portal ECODEBATE. Rio de Janeiro – RJ. 2012.

SUDENE. Plano regional de desenvolvimento do Nordeste: Ciência, tecnologia e inovação. 2019. Disponível em: <http://www.sudene.gov.br/images/arquivos/planejamento/PRDNE/PR_consolidado_CTI_PDF.pdf>. Acesso em: 02 de dezembro de 2019.

TARDELLI, J. F. Aspectos relevantes do controle de perdas em sistemas públicos de abastecimento de água. Revista DAE. São Paulo. 2016.

TARGUETA, J. P.; SANTANA, N. S. Um Estudo de Caso sobre o Tratamento de Água de Produção na Indústria Petrolífera. (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal Fluminense. 2016.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. Estud. av., São Paulo, v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008.

Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 03 de novembro de 2019.

VALE, M. B. Avaliação da eficiência da remoção de matéria orgânica e microbiológica de três sistemas de lagoas de estabilização em série na grande natal-rn: beira rio, jardim lola i e jardim lola II. (Mestrado em Engenharia Sanitária). UFRN. Natal - RN. 2006.

VERIATO, M. K. L.; SOUZA, L. P.; CHICÓ, L. R. ; BAROSI, K. X. L. . Água: Escassez, crise e perspectivas para 2050. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 10, p. 17, 2015.

ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. Caderno Prudentino de Geografia, v. Especial, p. 126-142, 2014.

ZANITH, C. C. Análise Química de Efluentes Líquidos Industriais. (Graduação em Química). São João del-Rei - MG. UFSJ. 2016.

ZARDINI, C. S. Aproveitamento de Água de Chuva - Estudo de Viabilidade em Diferentes Capitais. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária). UFG. Goiás. 2014.