

II-083 - IRRIGAÇÃO DE ÁREAS VERDES NA UFERSA CAMPUS CARAÚBAS-RN COM EFLUENTE TRATADO DA ETE VERTICAL BIO + FBA

Mônica Monalisa Souza Valdevino⁽¹⁾

Graduada em Ciências e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA); Graduanda em Engenharia Civil pela UFERSA.

Ana Cláudia Araújo Fernandes⁽²⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestre em Uso Sustentável de Recursos Naturais pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN). Professora Substituta da Universidade Federal Rural do Semiárido do Rio Grande do Norte (UFERSA).

Marcella de Sá Leitão Assunção⁽³⁾

Engenheira Civil e Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).

Endereço⁽¹⁾: Rua Deputado Cosme Lemos, 77 - Apodi – Rio Grande do Norte - RN - CEP: 59700-000 - Brasil
- Tel: (84) 9 9494-9797 - e-mail: monicamonalisasv@hotmail.com

RESUMO

A escassez de água é um problema que se agrava nas regiões semiáridas brasileira, desse modo surge a necessidade de buscar formas sustentáveis do uso da água a fim de otimizar sua utilização. Uma das alternativas encontradas é a utilização de efluente tratado, que vem se mostrando uma forma viável de reúso. Com essa problemática observou-se o potencial da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) localizada na Universidade Federal Rural do Semiárido - Campus Caraúbas, para a sua demanda de água para irrigação paisagística. Diante do contexto surgiu a necessidade de realizar um levantamento qualitativo do efluente tratado da referida estação. Para o desenvolvimento desse trabalho utilizou-se de uma análise comparativa entre os resultados obtidos com os previstos na legislação Lei nº 4.593/ 2013 do município de Caicó- Rio Grande do Norte, bem como a realização de uma proposta de como seria distribuído o sistema de irrigação no Campus. Com os resultados obtidos foi possível observar que o consumo de água em atividade de irrigação paisagística na universidade é elevado, sendo realizado com água proveniente da rede de abastecimento pública, enquanto o efluente tratado apresenta índices favoráveis sendo possível reutiliza-lo na irrigação do campus, proporcionando assim uma redução na utilização da água.

PALAVRAS-CHAVE: Reúso de água, Estação de tratamento de efluente, irrigação paisagística.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural finito e primordial para o desenvolvimento humano, tornando-se um fator limitante para o progresso da sociedade, seja no setor industrial, em áreas urbanas ou na agricultura. É indiscutível que a escassez de água afeta a população, seja de forma indireta com o aumento do custo na produção, que interfere no preço final dos produtos básicos consumidos diariamente, ou de forma direta na qual atinge a qualidade de vida das pessoas que não têm acesso a esse recurso natural.

É sabido que a falta de água nas regiões semiáridas é um problema recorrente e agravante em virtude das baixas precipitações anuais e elevadas taxas de evaporação. A cidade de Caraúbas, localizada na região semiárida do nordeste brasileiro, é abastecida pela Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), porém, de forma irregular. Na Zona Rural do município os problemas ocasionados pela seca são ainda mais agravantes, uma vez que essa área é dependente de chuvas para abastecer os reservatórios. Além disso, os níveis de precipitação são baixos, com uma média anual de 545,8 mm (SEMARH-IDEMA, 2008). A população rural tem como fonte de abastecimento uma medida emergencial do exército brasileiro em combate a seca denominada “Operação pipa” que distribui semanalmente água pelos sítios do município. Estima-se que cada família receba 120 litros de água por dia, o que representa uma quantidade consideravelmente inferior ao necessário para sobrevivência, visto que é estimado o consumo de 200 litros de água por habitante/dia (CREDER, 2006).

Apesar dos problemas ocasionados pela escassez hídrica, grande parte da população desperdiça muita água pois não há uma política de educação ambiental. A implantação de campanhas de educação ambiental surge, então, como uma forma de conscientizar a população quanto à importância da utilização da água, sendo parte de uma atividade mais abrangente, que inicia na redução do consumo e se estende até o reúso da água para diversas finalidades.

De acordo a Resolução N° 54/2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, o reúso de água reduz custos relacionados à poluição ambiental e contribui para a proteção do meio ambiente e da saúde. Para atividades urbanas uma medida para diminuir a poluição envolve as seguintes modalidades: utilização de água de reúso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndios, dentro da área urbana.

No Brasil ainda não existe uma legislação federal quanto ao reúso de água. Alguns municípios e Estados já iniciaram a implantação de leis e decretos sobre o reúso de efluentes provenientes de Estações de Tratamento de Esgotos (ETE), como no Estado de São Paulo, com a Deliberação CRH n° 156 de 2013, que estabelece diretrizes para o reúso direto de água não potável, proveniente de ETE de sistema públicos para fins urbanos, e na cidade de Cuiabá-MT, com a Lei n° 4748 de 2005 que dispõe sobre o reúso da água das ETE.

No Rio Grande do Norte é possível destacar a cidade de Caicó, que tem clima semiárido, assim como o município de Caraúbas-RN. Em Caicó foi decretada a Lei n° 4.593/2013, a qual recomenda critérios e padrões de qualidade para água de reúso a ser utilizada nas seguintes atividades: produção agrícola, fins urbanos, piscicultura e dá outras providências. Desse modo, por meio do tratamento dos efluentes, é possível diminuir significativamente o consumo de água tratada nas atividades citadas.

O tratamento, completo ou parcial dos esgotos, constitui-se na opção tecnológica de primeira escolha como medida protetora em sistemas de reúso agrícola. Os benefícios econômicos se dão devido ao aumento da área cultivada e da produtividade agrícola, os quais são mais significativos em áreas onde se depende apenas de irrigação natural, proporcionada pelas águas de chuvas. Um exemplo notável de recuperação econômica, associada à disponibilidade de esgotos para irrigação é o caso do Vale de Mesquital, no México, onde a renda agrícola aumentou de quase zero no início do século até aproximadamente quatro milhões de dólares americanos por hectare, em 1990, quando os esgotos da cidade do México foram postos à disposição da região (HESPAHOL, 2002).

Ao utilizar os esgotos para irrigação, o sistema solo-microrganismos-plantas pode estabilizar o esgoto, bem como fornecer nutrientes para as plantas que os utilizam no seu processo de crescimento, haja vista que esgotos domésticos são compostos principalmente de água, concentrada em nutrientes, se comparada à água potável (ANDRADE NETO, 1997). O reúso planejado de águas para fins agrícolas é uma alternativa bastante atrativa do ponto de vista da agricultura sustentável, contribuindo de forma significativa para minimizar a escassez de água no mundo, reduzir conflitos e, consequentemente, melhorar a qualidade de vida e as condições sociais no setor agrícola.

O cultivo irrigado é uma prática crescente no nordeste brasileiro que exige uma alta demanda de água. No Brasil a maior parte da água dos mananciais é utilizada na agricultura (69%), posteriormente no abastecimento doméstico (21%) e na atividade industrial (10%) (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2006). Atualmente é notória a busca por métodos de irrigação que proporcionem o menor uso da água, manutenção da qualidade da cultura e menor dano ao solo, buscando a otimização do uso dos recursos hídricos (SOUZA FILHO, 2013). A agricultura utiliza uma quantidade expressiva de água, sendo responsável por cerca de 70% do consumo global (WHO, 2006). Essa atividade pode tolerar águas de qualidade menos exigente do que a indústria e o uso doméstico (ANDRADE NETO, 2011), preservando as de melhor qualidade para abastecimento humano.

Diante do contexto tem-se o gotejamento que é o sistema de irrigação que apresenta a melhor eficiência de aplicação comparado com os demais. Quando é bem planejado torna-se responsável por um maior rendimento do uso da água. Este sistema caracteriza-se pela aplicação da água em partes pequenas do solo, porém com alta frequência, sendo aplicado água sobre a região radicular, mantendo a umidade no bulbo molhado da planta, região de onde as raízes da planta irrigada absorvem com facilidade água e nutrientes. (ALMEIDA, 2012)

O município de Vila Velha-ES é um exemplo de pioneirismo no reúso do efluente tratado no Brasil, onde o efluente tratado nas Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) é utilizado por empresas privadas e prefeitura em atividades na indústria da construção civil e irrigação paisagística. Com essa prática ocorre a redução do desperdício de água tratada que outrora seria utilizado nessas atividades. Atualmente o município conta com oito ETEs, que com seus processos de limpeza removem entre 95 a 99% da carga orgânica dos esgotos, tornando o efluente apto para o manuseio humano (CESAN, 2014).

Nesse contexto, o trabalho objetiva propor um sistema de reúso de efluentes tratados provenientes da ETE da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) – Campus Caraúbas, com vista à reutilização para fins agrícolas. A proposição do sistema se baseia na realização de análises quantitativas e qualitativas – físico-químicas e bacteriológicas – do efluente tratado de forma a possibilitar a comparação entre os parâmetros analisados e os exigidos nas legislações vigentes, bem como o comparativo entre a vazão do efluente e a demanda do campus para a irrigação de áreas verdes, sendo considerada uma alternativa sustentável de reúso urbano para o efluente tratado na ETE, uma vez que a água tratada seria preservada para fins potáveis e a vegetação predominante é a caatinga, que não demanda quantidade elevada de água para sobrevivência.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desse trabalho foi necessário um levantamento bibliográfico sobre “Reúso de água de Estações de Tratamento de Esgotos”, “Reúso de água para atividades de irrigação paisagística” e a Lei nº 4.593/ 2013 vigente no município de Caicó-RN, para determinação dos parâmetros da qualidade exigidos para o efluente a ser reutilizado. Em seguida, foi realizada a caracterização da área de estudo e, posteriormente, coletadas amostras do efluente tratado para serem analisadas em laboratório. As coletas tiveram início em janeiro de 2018 e se estenderam até março do mesmo ano, com frequência de 2 vezes por semana, com vista a verificar a compatibilidade entre a qualidade do efluente e a qualidade exigida para o reúso. Uma vez que não foi possível realizar todas as análises previstas, foram utilizados dados secundários de pesquisas e trabalhos realizados anteriormente na ETE do Campus.

A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) está localizada no Campus da Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA (Figura 01) no município de Caraúbas-RN, a 296 km da capital potiguar brasileira, com população estimada de 20.564 habitantes. A cidade possui clima semiárido e temperaturas médias de 32 °C. A ETE possui capacidade de reduzir a concentração de sólidos em suspensão, material orgânico biodegradável e organismos patogênicos, sendo constituída por tratamento biológico, com remoção entre 85-95% de matéria carbonácea e sólidos em suspensão e desinfecção com cloro, propiciando a inativação de organismos patogênicos, conforme especificado no manual de operação da ETE.



Figura 01: Imagem da UFERSA- Campus Caraúbas.
Fonte: ASSECOM (2017)

O sistema possui uma unidade de gradeamento e elevatória (UGE); sistema de recalque de esgoto bruto (SRE); Reator Anaeróbio de Manto de Lodo (BIO); Filtro biológico aerado submerso com Decantador Secundário acoplado (FBA); Sistema de geração do ar (SGA); Sistema de Desinfecção por Cloro; adensamento de lodo e leito de secagem. Conforme exemplificado na figura 02.

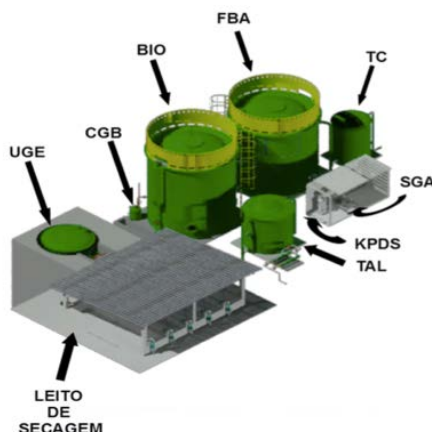


Figura 02: Concepção geral da ETE.
Fonte: Manual de operação A&E (2013)

A ETE foi implantada em 2015, porém, apenas em 18 de Outubro de 2017 começou a operar efetivamente. Francisco Solano, engenheiro civil do campus e responsável pela operação da ETE, informou que o monitoramento quanto aos parâmetros físico-químicos e biológicos do efluente tratado está em processo de implantação. Quanto aos aspectos quantitativos, o sistema possui uma capacidade de tratamento de 7,56 m³/h (A&E Tratamento De Água e Esgotos.). Atualmente a vazão de esgoto produzido no campus é da ordem de 20 m³/dia, dos quais 13,5 m³/dia são tratados e lançados diretamente no solo, uma vez que não há projeto de reúso para esse efluente.

Atualmente, tem sido desenvolvido um projeto piloto experimental com o efluente tratado, no qual foram construídas valas para irrigação de duas bananeiras (Figura 03) com a finalidade de acompanhar o desenvolvimento dessas plantas. Assim, realizou-se um estudo de viabilidade técnica e ambiental para o reúso do efluente tratado.



Figura 03: Bananeiras irrigadas pela água tratada da ETE da UFERSA Campus Caraúbas
Fonte: Autoria própria (2018)

Para o desenvolvimento da pesquisa realizou-se um levantamento da área verde do campus por meio de contagem das plantas, dos pontos de irrigação e da demanda atual de água para irrigação paisagística do campus. Propõe-se a irrigação da UFERSA- Campus Caraúbas das seguintes formas: irrigação direta, irrigação indireta e irrigação por valas.

A irrigação direta é constituída pela ligação do tanque de contato a um reservatório de fibra de vidro para armazenar o efluente que será conduzido para a área verde próxima a ETE através de um sistema composto por tubulações, veículos, sensores, conexões, bombas, tubos de PVC, gotejadores e demais equipamentos. Para a implantação do sistema com irrigação direta por gotejamento, foi realizado um levantamento da área verde do Campus com o objetivo de definir os pontos de abastecimento.

Na irrigação indireta, acopla-se uma torneira ao reservatório de fibra de vidro, que abastecerá recipientes móveis para manusear a água até os locais mais distantes da ETE, para os quais não é viável a instalação do sistema de irrigação direta.

A irrigação por valas, por sua vez, constitui-se na saída do efluente tratado para escoar em valas escavadas no terreno próximo à ETE e cultivar plantios experimentais, com o intuito de aprimorar o projeto piloto em desenvolvimento.

A princípio optou-se por analisar mais precisamente a proposta para a distribuição do efluente com base na irrigação direta por forma de gotejamento, uma vez que este método é tido como o de melhor eficiência além de apresentar uma otimização do uso dos recursos hídricos.

Para verificar a compatibilidade entre as concentrações dos parâmetros qualitativos do efluente tratado na ETE e os valores regulamentados pela Lei nº 4.593/ 2013 de Caicó-RN, foram analisados os seguintes parâmetros: pH, condutividade elétrica, razão de absorção de sódio, DBO, sólidos suspensos totais e odor. Considerando as limitações do laboratório não foi possível realizar as análises da razão de absorção de sódio e DBO. Nesse sentido, para o parâmetro da DBO, foi utilizado a pesquisa desenvolvida por Costa (2017) que realizou a referida análise.

RESULTADOS OBTIDOS

Após a realização das análises em laboratório, bem como o levantamento das análises realizadas por Costa (2017) foi possível obter os seguintes resultados (Quadro 01).

Quadro 01: Parâmetros exigidos na Lei nº 4.593/ 2013, Caicó- RN e critérios obtidos na ETE-Ufersa (Caraúbas) analisados em laboratório.

Parâmetros	Crítérios Exigidos	Valores obtidos
pH	Entre 6,0 e 8,4	Entre 5,0 e 6,0
Condutividade elétrica da água	Entre 0,5 e 3 dS.m ⁻¹	0,8846 dS.m ⁻¹
Razão de Absorção de Sódio	Menor ou igual a 12 mmol/l ^{1/2}	Não obtido
DBO	Menor ou igual a 30 mg/l	18,75 mg/l
Sólidos Suspensos Totais:	Menor ou igual a 30 mg/l	0,0001 mg/l
Odor	Não perceptível	Não perceptível

Fonte: Adaptada de Lei nº 4.593/ 2013, Caicó- RN

O parâmetro de razão de absorção de sódio não foi possível de ser realizado em tempo hábil. Como supracitado, para o parâmetro de DBO utilizou-se de uma análise realizada por Costa (2017). O parâmetro de pH foi obtido por meio de tiras de papel indicador de pH, podendo ocorrer um pequeno erro quanto à precisão.

No que diz respeito aos sistemas propostos para reutilizar o efluente da ETE, será necessário um reservatório de armazenamento, sendo um investimento obrigatório em qualquer proposta que fosse adotada. A irrigação direta apresenta custos mais elevados pois demanda maior número de equipamentos, em contrapartida

apresenta maior praticidade e necessita de pouca mão de obra para manutenção. A irrigação indireta é similar a realizada atualmente no campus, porém, apesar de ter baixo custo inicial, necessita de mão de obra para execução da irrigação. O sistema por valas apresenta-se como o mais econômico, não necessita de manutenção, porém não é capaz de atingir áreas distantes da ETE.

Dos três métodos de irrigação propostos foi explanado mais detalhadamente o sistema de irrigação direta com mangueiras e uso de gotejadores, pois é o que apresenta maior eficiência. Desenvolveu-se uma proposta de como espera-se que seja a distribuição das mangueiras.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Conforme os dados apresentados no quadro 01 os parâmetros condutividade elétrica da água, sólidos suspensos totais e odor, estão em conformidade com o que exige a Lei nº 4.593/ 2013 de Caicó-RN. O pH está variando entre 5 e 6, valor inferior ao exigido pela lei. No entanto, a variação pode ter se dado em função do método utilizado, que não é satisfatório. O valor da DBO encontrado comportou-se de forma favorável, estando dentro do previsto no parâmetro.

Embora o pH esteja abaixo do esperado, é possível seguir as instruções disponíveis no manual de operação da ETE: No caso do pH estar abaixo de 6,0 a correção pode ser feita a partir da adição de cal hidratada, para elevar a alcalinidade do reator e manter o pH próximo a 7,0. Espera-se que a razão de absorção de sódio, que ainda não foi obtido, esteja em conformidade com o que é exigido, visto que as bananeiras que utilizam da água da ETE para sua irrigação apresentam bom desenvolvimento.

Atualmente, a irrigação no campus é realizada com água tratada, proveniente da rede de abastecimento de água do município. A prática é realizada por dois funcionários, de forma localizada, na qual são conectadas mangueiras às torneiras de jardim, localizadas em pontos estratégicos da instituição. São irrigadas, em média, 340 plantas de espécies distintas, distribuídas em quatro dias na semana, com consumo médio de 3600 L/dia.

Observa-se que o reúso para irrigação é viável, visto que apenas 26,6% do efluente tratado pela ETE do campus seria suficiente para atender a atual demanda de água para irrigação, restando uma vazão de efluente tratado correspondente a 73,4%, o que possibilitaria a ampliação das áreas verdes.

Sabe-se que a princípio não é possível atender todo o campus com irrigação direta devido aos elevados custos de implantação sendo necessário o auxílio das outras formas propostas, portanto dividiu-se o protótipo em zonas, que foram escolhidas com base na proximidade da ETE (Figura 05).

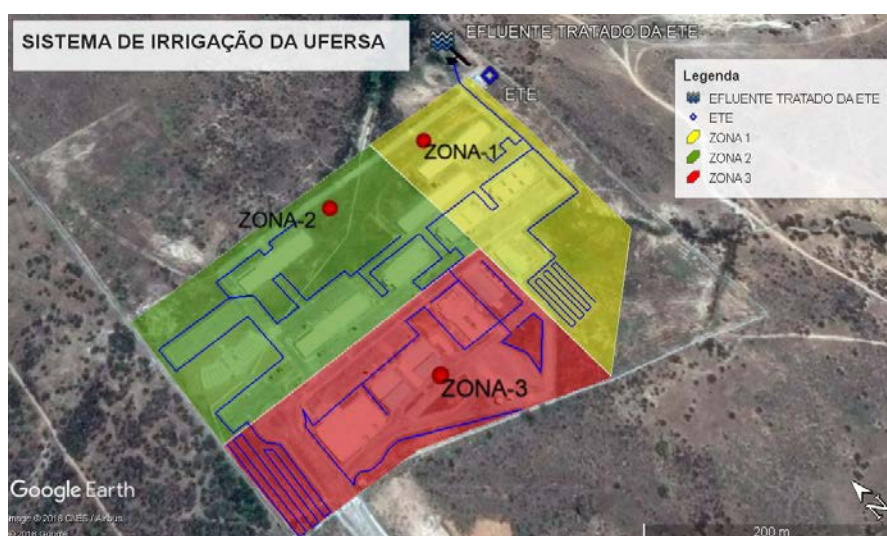


Figura 05: Divisão das zonas de irrigação por facilidade de implantação.
Fonte: Adaptada de Google Maps (2018)

Considerando a distância entre a ETE e os pontos de distribuição, custo com escavação das áreas que passará o sistema de irrigação, e equipamentos (mangueiras, elementos de ligação encanação, canos, etc), indica-se iniciar a irrigação direta pela zona um (Amarela), pois é a região mais próxima a ETE apresentando menor custo com equipamentos para distribuir o efluente tratado, além de ser uma área que não necessitava de muitos cortes e escavações. Posteriormente poderá ser expandido para zona dois (verde) e por fim para zona três (vermelho).

A princípio, as zonas dois e três poderão ser irrigadas de forma indireta com o auxílio de recipientes móveis que serão abastecidos no reservatório acoplado a ETE e manuseados até os pontos mais distantes. Ainda na zona dois há a possibilidade da implantação de valas superficiais a fim de cultivar plantios experimentais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados levantados percebe-se que é viável aplicar medidas de reúso do efluente tratado do campus da UFERSA Caraubas, levando em consideração que a irrigação do Campus é feita com água adequada para o consumo humano e o efluente tratado da ETE é desperdiçado. As análises realizadas indicam que o efluente tratado possui qualidade satisfatória para o reúso agrícola, pois está em conformidade a Lei nº 4.593/ 2013 vigente no município de Caicó-RN, tendo em vista que os parâmetros mensurados estão em conformidade, exceto o parâmetro de razão de absorção de sódio por não ter sido obtido.

O trabalho teve como limitação as análises laboratoriais, no que se refere aos parâmetros de DBO e Razão de absorção de sódio (RAS). Como sugestão para ampliação e aprofundamento da pesquisa, sugere-se que seja realizado um monitoramento de todos os parâmetros para a confirmação da compatibilidade entre a qualidade do efluente tratado e a exigida pela Lei nº 4.593/2013 Caicó-RN.

No caso de incompatibilidade de qualidade do efluente, deverão ser realizadas medidas de correção dos parâmetros, com o intuito de tornar o efluente tratado na ETE do Campus compatível com a qualidade requerida para irrigação paisagística. Além disso, deverão ser propostas adequações e melhorias para o sistema de irrigação direta da área verde do campus com vista a ampliar a irrigação paisagística, tornando o ambiente mais agradável, com o clima ameno, beneficiando alunos e servidores da universidade.

Recomenda-se, também, a realização de um estudo de viabilidade econômico-financeira a partir de um projeto de irrigação coerente com as normas técnicas, considerando custos de implantação e operação do sistema. Nesse sentido, será possível verificar o retorno do investimento e, dessa forma, propor um sistema de irrigação que seja viável para o Campus e com possibilidade de ser efetivamente implantado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, W. F. de. Gotejamento por pulsos e cobertura do solo na formação do bulbo molhado e produtividade da alface americana. Lavras. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.
2. ANDRADE NETO, C. O. Sistemas simples para tratamento de esgotos sanitários: Experiência Brasileira. ABES: 1997.
3. ANDRADE NETO, C. O. O que vamos fazer com os esgotos tratados? Infraestrutura urbana: projetos, custos e construção, n.9, 2011. Disponível em:< <http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/9/o-que-vamos-fazer-com-os-esgotos-tratados-especialista-241105-1.aspx>>. Acesso em: 24 nov. 2016.
4. A&E TRATAMENTO DE ÁGUA E ESGOTOS. Manual de Operação – ETE Vertical BIO + GBA UFERSA – Unidade Caraubas, vazão médio – 7,56 m³/h
5. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. Caderno Setorial de Recursos Hídricos. Brasília: MMA, 2006. 4 v. Localização: Acervo da Biblioteca da ANA AG5142.
6. BRASIL. Conselho Nacional de recursos Hídricos. Resolução n. 54 – 28 nov. 2005. Estabelece modalidades, diretrizes para a prática de reúso direto não potável de água e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 9 mar. 2006.
7. CAICÓ. Lei nº 4.593, de 19 de junho de 2013. Recomenda critérios e padrões de qualidade para água de reúso a ser utilizada nas seguintes atividades: produção agrícola, fins urbanos, piscicultura e dá outras providências. Caicó, RN, 19 Jun. 2013.

8. COSTA, M. N. Análise da eficiência de estação de tratamento de esgoto da UFRSA campus de Caraúbas-RN. 2017. 59f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semiárido, Caraúbas RN, 2017.
9. COMPANHIA ESPÍRITO SANTENSE DE SANEAMENTO (CESAN) . Água de esgoto tratada é utilizada na irrigação de vias públicas e construção civil. Vitória, ES. 2014.
10. CREDER, H. Instalações Hidráulicas e Sanitárias. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.
11. HESPANHOL, I. Potencial de Reuso de Água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Vol. 7 n. 4. USP. São Paulo, Out/Dez 2002, 75-95.
12. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS (SEMARH-IDEMA) (2008). Perfil do Seu Município – Caraúbas RN. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – Instituto de Desenvolvimento Sustentável e do Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. Natal. V.10 7p.
13. SOUZA FILHO, E. J. de. Reúso de esgoto doméstico tratado, baseado em diferentes níveis de reposição nutricional para cultura da melancia no semiárido pernambucano. 2013. 58 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2013.
14. WHO. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater: Wastewater use in agriculture, Geneva, v.2, Geneva, 222 p, 2006.