

## **II-560 - QUALIDADE SANITÁRIA E PRODUÇÃO DE CULTURAS IRRIGADAS COM ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO NA CIDADE DE CARUARU - PE**

**Nyadja Menezes Rodrigues Ramos**<sup>(1)</sup>

Engenheira Civil UNICAP. Mestre em Gestão Pública para o Desenvolvimento do Nordeste (UFPE). Doutora em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos (UFPE).

**Carlos Vinícius de Oliveira Salatiel Arraes**<sup>(2)</sup>

Engenheiro Civil UNIFAVIP – Wyden. Centro Universitário Vale do Ipojuca, Caruaru – PE.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua Aspícueta Navarro, 520 - Caruaru - PE - CEP: 55014-706 - Brasil - Tel: (81) 989742552 - e-mail: [nyadjamenezes@compesa.com.br](mailto:nyadjamenezes@compesa.com.br); [nyadja.rodrigues@unifavip.edu.br](mailto:nyadja.rodrigues@unifavip.edu.br)

**Endereço**<sup>(2)</sup>: Rua Av José Mariano de Lima, 110 bairro Universitário, Caruaru-PE. CEP 55016-480 - Brasil - Tel: (81) 995360803 - e-mail: [carlosvinicius\\_01@hotmail.com](mailto:carlosvinicius_01@hotmail.com)

### **RESUMO**

No semiárido do Nordeste brasileiro, onde a precipitação pluviométrica anual varia de 300 a 800 mm de chuvas distribuídas, geralmente, durante o período de três meses, ocorre evapotranspiração excedente e as plantas sofrem déficit hídrico; dessa forma, a irrigação se torna a prática mais segura para garantir a produção agrícola na região, todavia para suprir a demanda da água precisa-se não somente administrar racionalmente as bacias hidrográficas locais, mas, também, implantar uma política racional de reutilização de águas. Uma medida alternativa que pode ser utilizada é o uso dos esgotos sanitários provenientes dos grandes centros urbanos como valiosa fonte de água, objetivando-se reusá-los para fins de agricultura. Tem-se como finalidade em tal prática, tanto o aumento da oferta hídrica, como a fertirrigação orgânica, gerando ações direcionadas para o desenvolvimento sustentável da região (Sousa et al.,1998).n Neste contexto, temos a cidade de Caruaru que possui uma Estação de tratamento de esgotos no qual produz uma vazão média diária em torno de 180 l/s e em torno de 3 anos foi implantada uma unidade de reservação para a utilização da água de reuso com aplicações em gramados e vegetações existentes na própria unidade de tratamento.

Neste cenário, o presente estudo teve como objetivo principal avaliar a Qualidade sanitária e a produção de culturas irrigadas com esgoto doméstico tratado na cidade de Caruaru, através da realização de um experimento com algumas culturas previamente escolhidas, tais como, a pimenta, a hortelã, o mamão e a acerola. E a realização da aguação destas culturas com a água de reuso proveniente de esgotos domésticos tratados na Estação de tratamento de esgotos, existente na cidade de Caruaru. Como também foi analisado o desenvolvimento destas mesmas culturas com aguação via água potável. No tocante aos objetivos específicos buscou-se: Caracterizar as etapas e procedimentos utilizados para implantação do processo de reuso de efluentes domésticos no cenário da cidade de Caruaru; Realizar experimento para o acompanhamento da produção de culturas com a aguação de água potável e aguação de água de reuso proveniente dos esgotos tratados na ETE em Caruaru – PE e analisar a qualidade sanitária através de ensaios laboratoriais através da verificação da presença de microrganismos patogênicos nas folhagens e nos frutos, como também a partir da caracterização físico-química das águas de irrigação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reuso esgoto tratado, qualidade sanitária, Caruaru.

### **1 INTRODUÇÃO**

No semiárido do Nordeste brasileiro, onde a precipitação pluviométrica anual varia de 300 a 800 mm de chuvas distribuídas geralmente durante o período de três meses, ocorre evapotranspiração excedente e as plantas sofrem déficit hídrico; desta forma, a irrigação se torna a prática mais segura para garantir a produção agrícola na região, mas para suprir a demanda da água precisa-se não somente administrar racionalmente as bacias hidrográficas locais, mas, também, implantar uma política racional de reutilização de águas, em que uma dessas medidas pode ser a consideração dos esgotos sanitários provenientes dos grandes centros urbanos como valiosa fonte de água, objetivando-se reusá-los para fins de agricultura; e visa tanto o aumento da oferta hídrica como a fertirrigação orgânica, vindo, assim, consubstanciar ações direcionadas para o desenvolvimento sustentável da região (Sousa et al.,1998). Nesse contexto encontrar alternativas para a economia de água potável demanda o

uso de novas tecnologias, é o que Hespanhol (2002) afirma quando diz que o uso de tecnologias apropriadas para o desenvolvimento dessas fontes, se constitui hoje, em conjunção com a melhoria da eficiência do uso e o controle da demanda, na estratégia básica para a solução do problema da falta universal de água.

No Brasil, o uso da fertirrigação é relativamente recente e data dos anos 70 e 80, iniciando-se com a aplicação de produtos R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, Campina Grande, v.9, (Suplemento), p.21-25, 2005 22 S. M. S. Lima et al. De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), no Brasil a prática do reúso de esgotos, principalmente para a irrigação de hortaliças e de algumas culturas forrageiras, é, de certa forma, difundida. Entretanto, constitui-se procedimento não institucionalizado e se tem desenvolvido, até agora, sem nenhuma forma de planejamento ou controle.

As lagoas de estabilização são os sistemas de tratamento de esgotos sanitários e de efluentes mais eficientes, em termos de remoção de microrganismos patogênicos, e de matéria orgânica. Dependendo da disponibilidade de área, a disposição, no solo, dos efluentes dessas unidades, é uma opção adequada à realidade de grande parte do território brasileiro (Paganini, 2003). Neste contexto temos a cidade de Caruaru que possui uma Estação de tratamento de esgotos no qual produz uma vazão média diária em torno de 180 l/s a cerca de 3 anos foi implantada uma unidade de reservação para a utilização de água de reuso com aplicações em gramados e vegetações existentes na própria unidade de tratamento.

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo principal realizar um experimento para acompanhamento do desenvolvimento de culturas, tais como, a grama para fins paisagísticos, a pimenta, o salsa, a hortelã, o mamão e a acerola com a aguação da água de reuso proveniente de esgotos domésticos tratados coletas na Estação de tratamento de esgotos, existente na cidade de Caruaru, como também foi analisado o desenvolvimento destas mesmas culturas com aguação via água potável. Também para este estudo foram realizadas análises laboratoriais das folhas e frutos das respectivas culturas para investigação da existência ou não de alguma contaminação por coliformes fecais. Por fim os dados obtidos e disponibilizados visam dar uma contribuição, apontando alternativas de expansão do uso de efluentes tratados em áreas como a irrigação para fins paisagísticos e irrigação de culturas em cidades principalmente com históricos de escassez hídrica tais como a cidade de Caruaru e dessa forma possibilitar que a água potável existente seja direcionada na sua grande maioria para fins de uso doméstico e minimizando problemas de desabastecimento de água nestes locais.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1. Geral:**

Analisar a implantação e a aplicabilidade do uso de tecnologias operacionais e medidas gerenciais para combate a perdas de água, dando ênfase ao fato de que é possível ter a automação como tendência do mundo moderno para melhoria do abastecimento da população urbana no município de Caruaru.

### **2.2 Específicos**

- Caracterizar as etapas e procedimentos utilizados para implantação do processo de reuso de efluentes domésticos no cenário da cidade de Caruaru.
- Realizar experimento para o acompanhamento da produção de culturas com a aguação de água potável e aguação de água de reuso proveniente dos esgotos tratados na ETE em Caruaru – PE.
- Analisar a qualidade sanitária através de ensaios laboratoriais através da verificação da presença de microrganismos patogênicos nas folhagens e nos frutos, como também a partir da caracterização físico-química das águas de irrigação.

## **3 METODOLOGIA**

Buscando alcançar os objetivos propostos, o estudo abordou a elaboração de uma pesquisa científica tendo-se como suporte um experimento com a irrigação de culturas com uso de água potável e com água de reuso proveniente de esgotos domésticos tratados na cidade de Caruaru. Tratou-se de uma pesquisa aplicada, pois visa adquirir conhecimentos e aplica-los no mundo físico para alcançar benefícios específicos, neste caso, quanto ao tratamento hídrico, (GIL, 2010). Quanto à abordagem pode-se afirmar que se tratou de uma pesquisa quantitativa, vez que objetiva comparar os resultados alcançados da pesquisa com os parâmetros

mínimos fixados pelo Ministério da Saúde através da Portaria nº 2914/2014 que dispõe de diretrizes de controle e vigilância da qualidade hídrica para consumo humano, assim como seu nível de potabilidade, (GIL, 2010). Pode-se classificar a pesquisa realizada como descritiva, uma vez que os objetivos foram atingidos pela exposição dos resultados obtidos das amostras em estudo, com a identificação dos possíveis dados variáveis bem como, a descrição da eventual compatibilidade, com os objetivos do presente trabalho científico, (GIL, 2010). O procedimento adotado foi o experimental, pois a pesquisa se preocupou em manusear o objeto do estudo com a participação ativa do pesquisador na designação dos elementos componentes do cenário a ser explorado. Amparando tal afirmativa, a manipulação, o controle e a distribuição aleatória fora, propriedades encontradas no local da elaboração da referida exploração, (GIL, 2010).

## **CONTEXTUALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O Sistema de Esgotamento Sanitário – SES existente no Município de Caruaru é dividido em duas partes onde uma delas é operado pela Companhia Pernambucana de Saneamento e outra parte pela Prefeitura Municipal de Caruaru. A parte do sistema operada pela COMPESA é composta por 01 (uma) Estação de tratamento de Esgoto com capacidade de tratamento média de 253,24 l/s podendo chegar a um pico de 450l/s, 4 (quatro) estações de tratamento simplificadas (Tanque Imhoff) e 15 (quinze) estações elevatórias de esgoto.

O Projeto da ETE Caruaru foi concebido para ser construído em duas etapas onde na primeira etapa estava previsto o tratamento através de reatores anaeróbios. A primeira etapa foi totalmente concluída e atualmente encontra-se em operação onde a última análise do efluente da ETE mostrou que a mesma está removendo material carbonáceo com altíssima eficiência reduzindo a da demanda bioquímica de oxigênio na ordem de 87%. A segunda etapa estava prevista a implantação de sistema de lodos ativados por ar difuso, intercalado entre os digestores e as lagoas. O presente estudo foi iniciado no primeiro trimestre de 2016 e inicialmente foi elaborado tendo-se como base uma revisão bibliográfica contendo literatura específica, artigos, trabalhos acadêmicos, como também informações obtidas em fontes seguras e acadêmicas públicas na internet.

### **7.1 Contextualização da área em estudo**

O Sistema de Esgotamento Sanitário – SES existente no Município de Caruaru é dividido em duas partes onde uma delas é operado pela Companhia Pernambucana de Saneamento e outra parte pela Prefeitura Municipal de Caruaru. A parte do sistema operada pela COMPESA é composta por 01 (uma) Estação de tratamento de Esgoto com capacidade de tratamento média de 253,24 l/s podendo chegar a um pico de 450l/s, 4 (quatro) estações de tratamento simplificadas (Tanque Imhoff) e 15 (quinze) estações elevatórias de esgoto.

O Projeto da ETE Caruaru foi concebido para ser construído em duas etapas onde na primeira etapa estava previsto o tratamento através de reatores anaeróbios. A primeira etapa foi totalmente concluída e atualmente encontra-se em operação onde a última análise do efluente da ETE mostrou que a mesma está removendo material carbonáceo com altíssima eficiência reduzindo a da demanda bioquímica de oxigênio na ordem de 87%. A segunda etapa estava prevista a implantação de sistema de lodos ativados por ar difuso, intercalado entre os digestores e as lagoas.

O presente estudo foi iniciado no segundo semestre de 2017 e inicialmente foi elaborado tendo-se como base uma revisão bibliográfica contendo literatura específica, artigos, trabalhos acadêmicos, como também informações obtidas em fontes seguras e acadêmicas públicas na internet. A pesquisa experimental foi realizada através da aguação de água de reuso e potável em quatro tipos de culturas sendo a pimenta, a hortelã, o mamão e a acerola. As duas culturas estavam plantadas em vasos simples e as duas últimas diretamente no solo.

Primeiramente, foram escolhidos quatro tipos de culturas que foram a pimenta, a hortelã, o mamão e a acerola. As duas primeiras culturas foram escolhidas apenas pela facilidade de aquisição das mesmas na região, as duas últimas foram escolhidas em virtude de já haver sido plantadas próximas de uma área onde está localizada a unidade de tratamento de esgotos, em Caruaru -PE. Na Foto 1 tem-se a imagem da muda de pimenta utilizada no experimento, na Foto 2 pode-se verificar a imagem de uma das mudas de hortelã também utilizadas.

**Foto 1: Mudas de pimenta.**



Fonte: Autor 2018

**Foto 2: Muda de Hortelã folha miúda**



Fonte: Autor 2018

Para o plantio das mudas foram utilizados vasos plásticos de mesmo diâmetro onde para se haver uma maior facilidade na identificação nas amostras foi adotado como o padrão de que as mudas que estivessem em vasos na cor vermelha seriam irrigadas com água potável, e as mudas que estivessem em vasos na cor preta seriam irrigadas com a água de reuso. A Foto 4 apresenta uma visão geral das amostras utilizadas no estudo.

**Foto 4: Visão geral das amostras**



Fonte: Autor 2018

Para a realização do procedimento da coleta da água potável foi realizado de forma direta através de uma torneira de jardim da residência do autor deste estudo, local este onde as amostras foram dispostas. A água foi coletada diretamente em uma pisseta utilizada para a aguação, via rede distribuidora do sistema proveniente do abastecimento da Companhia Pernambucana de Águas e Saneamento – Compesa. Para a realização da aguação das culturas foi necessário coletar quantidades de água de reuso, através do sistema existente na ETE em Caruaru. Na Foto 5 tem-se a imagem aérea da Lagoa de estabilização onde ficam armazenados os efluentes na sua fase final de tratamento. E na Foto 6 tem-se uma vista aérea do local da realização das coletas na unidade de tratamento.

**Foto 5: Vista aérea da Lagoa de Estabilização.**



Fonte: Autor, 2018.

**Foto 6: Vista aérea do local da realização da coleta da água de reuso**



Fonte: Autor, 2018.

Na Foto 7 tem-se o local de coleta da água potável cujo endereço está localizado na Avenida José Maria de Lima, 110, bairro Universitário, Caruaru-PE, com coordenadas geográfica 8° 16' 07,7" sul e 35° 58' 03,7 " oeste. E na Foto 8 tem-se a imagem da pisseta graduada de 250 ml utilizada para aguação das culturas com a água de reuso. A primeira coleta foi realizada no dia 24 de agosto de 2018 e durante 4 semanas, a partir desta data, foram coletados, semanalmente, 20 litros para aguação das culturas. As amostras foram aguadas diariamente com um volume padrão de 100ml/dia tanto para água potável quanto para água de reuso utilizando-se de uma pisseta graduada para cada fonte de água e sempre nas primeiras horas da manhã, ambas as amostras ficaram expostas as mesmas condições de clima por estarem dispostas em um mesmo ambiente.

## RESULTADOS OBTIDOS

O processo para utilização da água de reuso obtida através do tratamento realizado pela ETE Rendeiras se deu de forma bastante prática, tendo em vista que o sistema já possui uma boa estrutura para a utilização do reuso tendo-se em vista que na própria ETE já vem sendo realizadas ações de reuso como foi apresentado anteriormente nesse trabalho e comprovada sua qualidade através dos ensaios realizados principalmente na acerola. Para se difundir e ampliar a utilização da água de reuso, faz-se necessária a estruturação do transporte do efluente, uma vez que as demais estruturas já estão em pleno funcionamento na ETE. Durante a realização do experimento de campo para irrigação de culturas pode-se observar que o comportamento "físico" das amostras irrigadas com água de reuso foi superior ao da água tratada onde as características tais como: maior desenvolvimento da planta, maior desenvolvimento dos frutos, aparência das folhagens; puderam ser observados e identificados como base para declarar que as amostras apresentaram um melhor desenvolvimento com a água de reuso. Outra característica importante que pode ser observada foi a recuperação das folhagens de algumas amostras após a coleta para os ensaios que se deu bem mais acelerada para as amostras irrigadas com água de reuso. Após o período de irrigação, em torno de trinta dias, foram realizados ensaios laboratoriais em laboratório especializado na área de águas e alimentos, para verificar presença de coliformes fecais e coliformes termotolerantes nas amostras objeto deste estudo e, os resultados destes ensaios foram parametrizados em três aspectos coliformes totais e coliformes termotolerantes. Para as amostras irrigadas com água tratada, as amostras irrigadas com água de reuso sem nenhum processo de desinfecção e as amostras irrigadas com água de reuso que antes de serem analisadas passaram por processo de lavagem com vinagre na proporção de 40ppm para desinfecção rápida no qual as amostras ficaram submersas em solução por 10min antes de serem processadas para os ensaios.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise dos resultados apresentados pelo laboratório pode-se verificar que para nenhuma das amostras ocorreu presença de coliformes termotolerantes e que para as amostras onde houve contaminação por coliformes totais, a lavagem simples com vinagre se mostrou efetiva para realizar a descontaminação das amostras zerando-se os seus níveis. Com esses resultados pode-se dizer que o presente estudo pode ser utilizado como base para outros estudos futuros mais aprofundados relacionados ao tema de reúso e possibilitar o alcance de parâmetros que possam garantir o consumo de hortaliças e frutos de pequeno porte irrigados por água de reúso. Sabendo-se que atualmente as normas brasileiras só permitem essas práticas para irrigação de plantas de grande porte. É importante salientar que a água de reúso não passou por nenhum processo externo de desinfecção extra além do realizado no próprio sistema de tratamento convencional de esgotos da ETE Rendeiras o que com isso demonstra a excelência obtida nos tratamentos realizados por esta unidade.

O desenvolvimento de estudos mais aprofundados para este momento acarretaria custos bastantes elevados de ensaios laboratoriais tendo em vista que todos os ensaios realizados nas amostras de alimentos tiveram que ser realizados em laboratórios terceiros onde houve custo financeiro para realização dos mesmos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13969 – Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação, 1997.
2. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR-9648 - Estudos de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário, 1986
3. ARAÚJO, Roberto de. Esgoto Sanitário / Coordenação Arivonaldo Nuvolari. 1ªed. 3ªreimpressão São Paulo: Blucher, 2009
4. OMPESA- Companhia Pernambucana de Saneamento, Ações Sustentáveis no SES Caruaru, Slide (2015) “arquivo interno”
5. Costa, Nuvolari Reuso de água: conceitos teorias e práticas / coordenação Dirceu d' Alkmin Telles, Regina Helena Pacca Guimarães Costa – 2 edição – São Paulo: Blucher, 2010.
6. Decreto Nº 5.440, de 4 de maio de 2005. Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/decreto/d5440.html](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5440.html), acesso em 20/10/2017
7. GIL, Antonio Carlos. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.
8. HESPAHOL, Ivanildo, Potencial de Reuso de Água no Brasil Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos, Disponível em <https://www.abrh.org.br/>
9. SGCv3/index.php?PUB=1&ID=101&SUMARIO=1602 Acesso em 01/11/2017
10. HESPAHOL, Ivanildo. Reúso de Água / Coordenação Pedro Caetano Sanches Mancuso, Hilton Felício dos Santos. 1ª ed. 1ª reimpressão. Barueri: Manole 2007
11. IBGE- Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, censo demográfico de 2010, Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm> . acesso em: 20/09/2017
12. IPA- Instituto Agrônomo de Pernambuco, dados pluviométricos de 2012, disponível em [http://www.ipa.br/indice\\_pluv.php](http://www.ipa.br/indice_pluv.php), acesso em 17/09/2017.
13. NUVOLARI, Arivonaldo(coord). Esgoto Sanitário. 1ªed. 3ªreimpressão São Paulo: Blucher, 2009
14. Portal Ambiente Brasil, Reuso de Água: O “reuso” reduz a demanda sobre os mananciais de água devido à substituição da água potável por uma água de qualidade inferior. Disponível em <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/>
15. artigos\_aguas\_urbanas/reuso\_de\_agua.html. Acesso em 21/10/2017
16. PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2ªed. Novo Hamburgo, 2013.
17. REBOUCAS, Aldo da C.. Água e desenvolvimento rural. Estud. av., São Paulo , v. 15, n.43, p.327-344, Dez. 2001.disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142001000300024&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142001000300024&lng=en&nrm=iso). Acesso em 20/10/2017.
18. script=sci\_arttext&pid=S0103-40142001000300024&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 20/10/2017.
19. VON SPERLING, Marcos, Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto.3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

20. World Health Organization. Reuse Of Effluents: Methods of Wastewater Treatment and Health Safeguards n.517. Geneva 1973. Disponível em [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/41032/1/WHO\\_TRS\\_517.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/41032/1/WHO_TRS_517.pdf) acesso em 20/10/2017