

Utilização de águas cinzas domésticas para o cultivo da pimenta banana papper(*capsicum annuum*)

Use of domestic ash for the cultivation of banana papper (capsicum annuum)

Emanuel Sadal Santos Oliveira, Larisse Filgueiras Eugênio, David da Silva Andrade, Vagner Sales dos Santos, Ticiano Felix de Souza

Faculdade de Tecnologia Centec – FATEC Cariri

Eixo Meio Ambiente e Saúde – Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental

{emanuelsadalsantosoliveira@gmail.com, larissefilgueira@gmail.com,

vagner_sanamento@yahoo.com.br, david-silva@hotmail.com.br, Ticiano_m04@hotmail.com}

Resumo. O presente estudo teve como finalidade analisar a viabilidade do uso de águas cinzas de origem doméstica, em escala piloto no cultivo da cultura da pimenta banana papper (*Capsicum annuum*). A pesquisa foi realizada nas dependências de um domicílio do Sítio Espinhaço, situado no sopé da chapada sedimentar do Araripe, zona rural do município de Barbalha CE. Foram cultivadas plantas de pimenta banana papper (*Capsicum annuum*). Para o experimento utilizou-se duas fontes de águas distintas: potável e residuária. A água potável, oriunda da própria rede de abastecimento da comunidade (nascente). E a água residuária (esgoto), sendo que para a irrigação utilizou-se o esgoto bruto de entrada (afluente ao sistema) e o esgoto após tratado (efluente do sistema). verificou-se que o reuso de águas cinza domésticas na agricultura para o cultivo da pimenta banana papper (*Capsicum annuum*), mostrou-se ser uma alternativa economicamente viável (baixo custo de implantação e simples manutenção) para o desenvolvimento da agricultura familiar, sobretudo em locais de escassez hídrica.

Palavras-chave: sustentabilidade, esgotos, preservação ambiental, reuso

Abstract. The present study had the purpose of analyzing the feasibility of the use of gray water of domestic origin, in a pilot scale in the cultivation of the pepper banana papper (*Capsicum annuum*). The research was carried out in the premises of a home of the Espinhaço Site located in the foothills Of the sedimentary plateau of Araripe, rural area of the municipality of Barbalha CE. Plants of banana papper pepper (*Capsicum annuum*) were grown. For the experiment two sources of distinct waters were used: potable and residual. The drinking water, coming from the community's own water supply network (nascent). It was the wastewater (sewage), and the raw sewage (tributary to the system) and sewage after treatment (effluent from the system) were used for irrigation. It has been found that the reuse of domestic gray water in agriculture for the cultivation of banana papper pepper (*Capsicum annuum*) has proved to be an economically viable alternative (low implementation cost and simple maintenance) for the development of family farming, Places of water scarcity.

Key words: *Key words: sustainability, sewage, environmental preservation, reuse*

**Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística
Edição Temática em Sustentabilidade**

Vol. 9 no 1 – Junho de 2019, São Paulo: Centro Universitário Senac
ISSN 2179-474X

Portal da revista: <http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/>

E-mail: revistaic@sp.senac.br

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-Sem Derivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) 

1. Introdução

A água é sem dúvida um recurso natural essencial à vida na terra. Estima-se que o volume total de água no mundo seja da ordem de 1386 milhões de km³, sendo que 97,5% desse volume é composto por água salgada – cuja quantidade de sais dissolvidos impossibilitam sua utilização; e, apenas 2,5% é de água doce – aplicável à todas as formas de usos conhecidos. Porém, deste volume de água doce, apenas 0,27% encontra-se efetivamente disponível para o uso humano, correspondendo a cerca de 0,007% do volume total. Isto porque a maior parte da água doce do planeta 99,73% encontra-se ainda inacessível ao uso humano, estando a maior parte sob a forma de geleiras e calotas polares e o restante, parte compoendo a atmosfera e parte confinada em lençóis subterrâneos muito profundos.

Apesar de parecer pouco, estudos comprovam que este volume de água seria mais que suficiente para atender as necessidades humanas, no entanto, devido fatores geográficos e climatológicos, a sua distribuição pela superfície terrestre não ocorre de forma homogênea, favorecendo a existência de regiões com grande disponibilidade hídrica e outras onde quase não se encontra este recurso, caracterizasse-a então a escassez hídrica natural. Somando-se à má distribuição natural, destaca-se ainda a crescente deterioração dos corpos hídricos devido aos despejos indiscriminados de esgotos com insuficiente ou nem um tratamento, reduzindo à qualidade das águas comprometendo sua posterior utilização, gerando-se assim o fenômeno da escassez antrópica (escassez de água potável). Fato que contribui ainda mais para a redução do volume total de água doce disponível.

Em todos os seus níveis, a escassez hídrica faz-se um fator limitante ao desenvolvimento socioeconômico de uma região, além do que, a falta d`água aliada a multiplicidade do seu uso, pode, ainda, proporcionar a ocorrência de competições e conflitos entre povos e nações (CHRISTOFIDIS, 2001 apud DUARTE, 2006).

A intensa industrialização e a expansão demográfica juntamente com uso irracional dos recursos hídricos tem contribuído consideravelmente para o aumento da demanda por água doce e em paralelo para a produção de águas residuárias (esgotos) no planeta. As águas servidas tanto de origem industrial quanto doméstica, quando lançadas no meio ambiente sem o devido tratamento geram degradação do solo e dos mananciais de águas superficiais e subterrâneas, deteriorando a qualidade dos mesmos e onerando seu tratamento para posterior utilização.

Diante de tal panorama, o reuso de águas servidas (reaproveitamento de águas que já foram utilizadas em um ou mais usos) surge como uma importante resposta a toda esta problemática, uma vez que possibilita a diminuição da geração de efluentes e contribui para o uso racional da água, inclusive para fins agrícolas que representam aproximadamente 70% do consumo hídrico no mundo. Segundo VAN DER HOEK et al., (2002) apud PAIVA et al., (2012), as maiores vantagens do aproveitamento agrícola das águas residuárias são: a conservação da água disponível, sua grande disponibilidade e possibilitar o aporte e a reciclagem de nutrientes (reduzindo a necessidade do uso fertilizantes químicos), proporcionando aumento da fertilidade do solo e contribuindo para a preservação do meio ambiente. Por tanto, ressalta-se que a inserção do reuso de águas residuárias nas atividades humanas é de grande relevância para a gestão dos recursos hídricos, uma vez que permite a diminuição da poluição e visa a prevenção da escassez da água.

Embora, só mais recentemente, a preocupação gerada em decorrência da crescente procura e pouca oferta de água, de qualidade e em quantidade suficiente para o saceio das diversas atividades humanas, tenha trazido à tona a real importância da

técnica do reuso, sabe-se que essa prática não é nova, muito pelo contrário, o reuso de águas residuárias teve início com os primórdios da sociedade e vem sendo praticado até os dias atuais.

Dessa forma, o reuso de água para irrigação surge como um recurso hídrico complementar, aumentando a oferta de água e garantindo economia e racionalização do uso desse bem. Vários países já utilizam essa tecnologia e possuem regulamentação específica na temática (BERNARDI, 2003 apud CUNHA et al, 2011). Ainda segundo Cunha et al., 2011, a ausência do conhecimento da legislação a respeito do reuso adequado ou, a falta dessa, pode acarretar o surgimento de vários problemas ambientais e sociais, como por exemplo, se não houver o tratamento apropriado da água e por parte da carência de informações dos usuários, ocasionando riscos à saúde da população, além da deficiência da autorização dos órgãos ambientais.

Frente a relevância e atualidade dessa temática, o presente estudo teve como finalidade analisar a viabilidade do uso de águas cinzas de origem doméstica, em escala piloto no cultivo da cultura da pimenta banana papper (*Capsicum annuum*), utilizando-se para isso um sistema de tratamento à base de filtração simples, tecnologia rudimentar porém de maior proximidade da população, sobretudo a parcela mais carente, principalmente no que se refere ao conhecimento necessário, facilidade de confecção, simplicidade de operação e baixo custo de implantação.

2 – Materiais e métodos

Caracterização e descrição da área em estudo

A pesquisa foi realizada nas dependências de um domicílio do Sítio Espinhaço, situado nas coordenadas geográficas de "7° 20' 38" de latitude Sul e "39° 24' 27" de longitude Oeste, a uma altitude de 698 m, no sopé da chapada sedimentar do Araripe, zona rural do município de Barbalha CE, localizado na Microrregião do Cariri, no Sul do estado do Ceará a 502,9 km da capital Fortaleza, CE. A região possui um clima do tipo semiárido quente com temperatura média anual da ordem de 25,5 °C, e com precipitação média anual da ordem de 1.058 mm concentrada nos meses de janeiro a maio. Média de precipitação superior a do restante do estado com exceção do litoral, proporcionada sobre tudo pela presença da chapada sedimentar do Araripe que abriga a floresta nacional do Araripe cujas características naturais fazem com que a região do cariri seja melhor abastecida por chuvas, e provida de recursos hídricos subterrâneos.

O experimento foi realizado no período de março e agosto de 2016 e foram cultivadas plantas de pimenta banana papper (*Capsicum annuum*) em baldes com capacidade de 15 L preenchidos por uma combinação de areia, argila e composto orgânico na proporção de 1-2-1 respectivamente, irrigados por gotejamento, dispondo de diferentes tratamentos e fontes de água. O ciclo da cultura teve duração em torno de 90 dias após a sua emergência.

Preparo da área para o experimento

A área do experimento (6,00 m²) foi instalada dentro dos limites de propriedade do referido domicílio, acerca de 12 m do mesmo conforme a (Figura XX).

Inicialmente foi realizada a limpeza e nivelamento do terreno para a posterior construção de um cercado de proteção com as medidas da área, 2,5 m de comprimento por 2,4 m de largura e 1,2 m de altura, para a proteção contra invasão de animais indesejáveis à sanidade das culturas. Logo em seguida, realizou-se a preparação do composto para preenchimento dos baldes onde foram plantadas as pimenteiras, para isso utilizou-se areia (25%), solo moderadamente argiloso (50%) e composto orgânico (25%), as partes foram misturadas e revolvidas até resultar em um composto de características homogêneas, resultando num volume de cerca de 0,36 m³ de material para o preenchimento de 24 baldes exatamente iguais, com capacidade de 15L e dotados de furos na base para o dreno de líquidos excedentes. Cada vaso foi preenchido com uma camada 31,5cm de solo, apoiada sobre uma camada de 2,5 cm de brita de fundo, com o intuito de permitir a passagem do excesso de água evitando o carreamento das partículas de solo através dos orifícios existentes em sua base.

Devidamente preparados, os vasos foram acomodados sobre tijolos, impedindo o contato direto dos mesmos com o solo, sendo dispostos em 6 fileiras compostas por 4 baldes cada uma (de modo que as plantas ficaram separadas 35 cm umas das outras e 40 cm entre fileiras), onde foram plantadas as pimenteiras, semeando-se três sementes por balde para após a brotação serem mantidas somente as plantas mais viçosas e melhor desenvolvidas.

Por fim, foi montada uma cobertura provisória por sobre o cercado empregando-se folhas secas de palmeira (prática comum entre os pequenos agricultores da localidade), com o objetivo de assegurar o bom desenvolvimento inicial das plantinhas, protegendo-as da ação direta do sol e diminuindo a erosão provocada pelas chuvas. A cobertura foi mantida até as plantas atingirem cerca de 12 cm de altura, após o raleamento. Nesse período que durou aproximadamente 22 dias, as pimenteiras foram regadas unicamente com água proveniente da rede de abastecimento local.

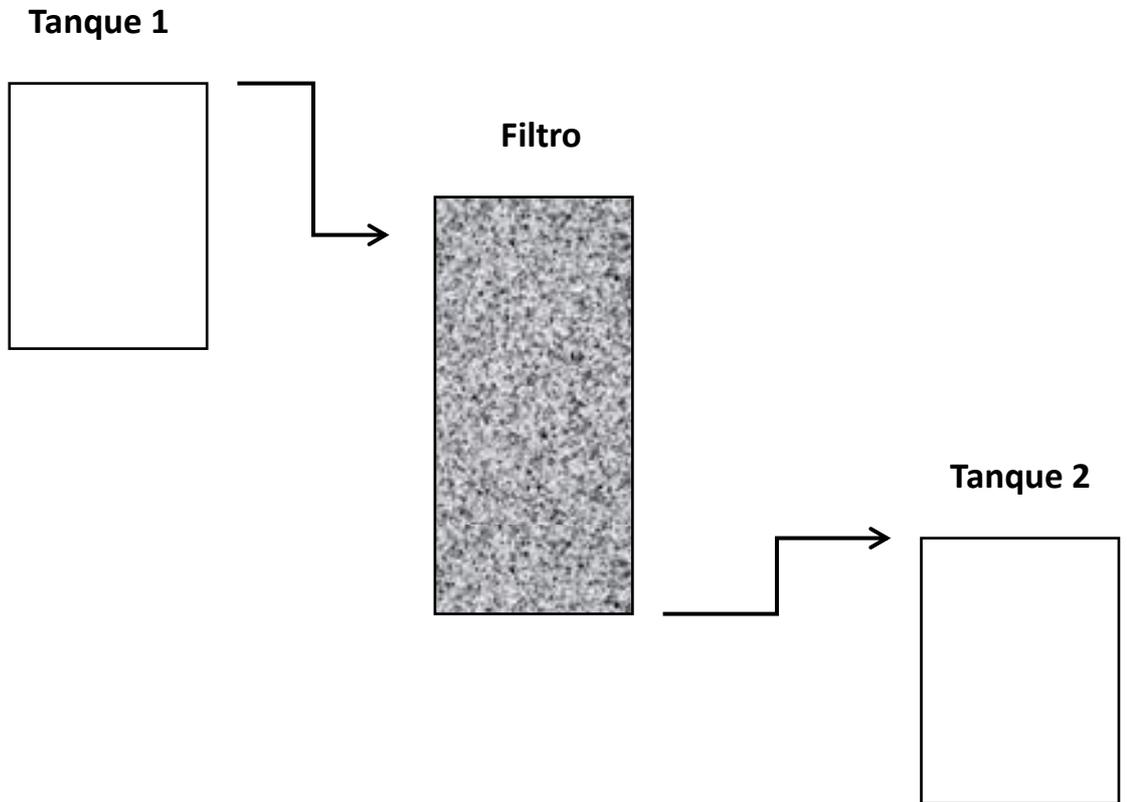
Preparo e descrição do Sistema de Esgotamento/Tratamento

Imediatamente ao local de produção e abandono da parcela de esgoto a ser empregada no estudo (esgoto puramente cinza), juntamente à parede da cozinha, em ponto onde internamente localiza-se a pia, foi implantado um sistema composto por tubulações e peças especiais para coleta e transporte das águas servidas produzidas até o ponto onde foi instalado o seu tratamento. Devido no local (quintal) não haver a presença de movimento de veículos pesados, a rede de esgotamento foi alojada em uma vala bastante rasa e sem cobertura, seguindo-se a declividade natural do terreno.

O sistema de tratamento simplificado de esgoto (projeto em escala piloto), conforme a figura 1, foi instalado a 5,00 m de distância da residência, na parte dos fundos do prédio de frente para a cozinha, nivelando-se com a tubulação de esgotamento. Para o tratamento simplificado do esgoto foi empregado um sistema composto por um reservatório primário com 40 cm de profundidade e capacidade de 20 litros, para acúmulo e coleta do esgoto bruto (onde ocorre também certa percentagem de decantação dos resíduos em suspensão presentes na massa líquida), seguido por filtro descendente de aproximadamente 60 cm de profundidade, cujo leito filtrante é composto por seis camadas de diferentes materiais com granulométricas distintas: pedra grosseira, brita média, brita fina, pó de brita, areia grossa e areia fina, onde parte da massa biológica responsável pelo tratamento do esgoto fica aderida e posteriormente um reservatório final de 50 cm de profundidade e capacidade de 40

litros, responsável pela coleta e acondicionamento do efluente tratado para posterior utilização.

Figura 1 - Sistema responsável pelo tratamento simplificado das águas cinza



Fonte: Autoria própria

Águas utilizadas para irrigação

Para o experimento utilizou-se duas fontes de águas distintas: potável e residuária. A água potável, oriunda da própria rede de abastecimento da comunidade, provém de uma importante fonte natural (nascente), localizada no Sítio Farias, comunidade vizinha, fonte que além de ser responsável pelo abastecimento humano de localidades próximas, supri ainda a demanda de um parque aquático e três balneários e a micro agricultura local. E a água residuária (esgoto), foi proveniente da própria residência onde se realizou o experimento, sendo advinda exclusivamente da pia da cozinha (caracterizando-se exclusivamente como águas cinzas), sendo captadas e transportadas desde seu ponto de geração até a mini estação de tratamento instalada nos fundos do quintal da mesma. Sendo que para a irrigação utilizou-se o esgoto bruto de entrada (afluente ao sistema) e o esgoto após tratado (efluente do sistema).

Sistema de irrigação e tratamentos realizados

Para a realização do estudo, as pimenteiças foram plantadas diretamente em baldes com altura de 32 cm e capacidade de aproximadamente 15 litros, dimensões estas que não são as mais recomendadas para a promoção de um bom desenvolvimento do sistema radicular da espécie cultivada, sendo, no entanto, suficientes diante dos

objetivos particulares do projeto. Para a irrigação das culturas foi utilizado um pequeno sistema de irrigação por gotejamento, com o objetivo de diminuir e/ou evitar o contato direto dos líquidos (esgoto bruto e esgoto filtrado) com o corpo das plantas em cultivo e seus tratadores.

A pesquisa baseou-se na análise comparativa entre os rendimentos de três tratamentos distintos para o cultivo das pimenteiras, observando-se o desenvolvimento geral das plantas e frutos, e, também, o grau de eficiência do tratamento dado ao efluente.

T1: irrigação realizada com água proveniente do sistema de abastecimento local – água potável;

T2: irrigação realizada com esgoto bruto;

T3: irrigação realizada com esgoto após ter passado por tratamento simplificado (filtração biológica).

Onde cada qual foi composto por oito repetições para melhor visualização e interpretação dos resultados.

Para cada um dos tratamentos (T1, T2 e T3), foi utilizado um reservatório próprio do qual partiu duas linhas de gotejo cada um para a irrigação de quatro pimenteiras, de modo que o sistema após o preenchimento dos reservatórios funcionasse unicamente por gravidade, irrigando, cada um, um total de 8 plantas, de modo a facilitar a visualização dos resultados.

A determinação do volume a ser disponibilizado a cada planta em cada irrigação, foi determinado através do levantamento de fatores climáticos e determinação da capacidade da cultura em perder água por evapotranspiração. A irrigação foi sempre realizada no período da manhã e ao final da tarde, salvo nos dias com ocorrência de chuvas, por não haver necessidade.

Cultura utilizada

Para a realização do experimento foi utilizada como índice a cultura da pimenta banana papper (*Capsicum annuum*), conhecida popularmente como pimenta banana devido ao tamanho e aparência dos seus frutos. A banana papper é uma pimenta doce (ardência entre 200 e 4000 Scoville), suas vargens verdes-amareladas podem ser apreciadamente consumidas cruas, fritas, em conserva, recheadas ou assadas, possuindo dessa forma um amplo potencial culinário. Cresce bem em um clima mais fresco, devendo ser cultivada sob sol pleno ou meia-sombra, em solo fértil, profundo, leve, enriquecido com matéria orgânica e irrigado regularmente. A variedade não tolera encharcamento, estiagem, nem frio excessivo, e, aprecia adubações semanais durante o crescimento e floração e adubações quinzenais durante a frutificação, melhorando ainda mais sua produção. O ciclo produtivo é estimado em cerca de 90 dias após sua emergência.

As sementes, adquiridas em loja especializada, foram plantadas diretamente em seu recinto final (vasos), não necessitando, dessa forma, de um posterior transplante de mudas, os tratamentos culturais restringiram-se basicamente ao controle de ervas daninhas através da catação manual, não havendo, por tanto, o emprego de defensivos agrícolas para o controle de pragas, nem o uso de adubação química para a correção de possíveis déficits nutricionais nas culturas.

Preparação da análise:

Esta etapa consistiu nos procedimentos adotados antes de se realizar as análises, nos quais foram realizadas as coletas das amostras na entrada- efluente bruto (Tanque de Decantação/Passagem) e saída do sistema - efluente após a passagem pelo filtro biológico (reservatório final). Após serem coletadas, as amostras de efluentes foram conduzidas até o laboratório Físico-Químico de águas e efluentes pertencente à Faculdade de Tecnologia Centec Cariri, onde uma parte das garrafas com as amostras coletadas foram recondicionadas em congeladores, ficando como reservas; e as outras partes foram utilizadas para as análises e testes experimentais. Sendo que todos os procedimentos das análises estão descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2005.21^a ed.*

Análises físico-químicas

Tabela 1 – Variáveis que foram analisadas durante o monitoramento da qualidade físico-química dos efluentes analisados.

Variáveis	Unidade	Nº de coletas	Metodologia	Frequência de amostragem
Potencial Hidrogeniônico	-	4	Potenciométrico	Quinzenal
Turbidez	NTU	4	Turbidímetro	Quinzenal
Temperatura	° C	4	Termômetro Filamento mercúrio	Quinzenal
Amônia	mg/l	4	Nesslerização	Quinzenal
Nitrito	mg/l	4	Colorimétrico	Quinzenal
Cloretos	mg/l	4	Volumétrico de Morh	Quinzenal
Alumínio	mg/l	4	Titulação potenciométrica	Quinzenal
Ferro	mg/l	4	Colorímetro da fenantaleína	Quinzenal
Manganês	mg/l	4	formaldoxina	Quinzenal

As amostras analisadas foram provenientes do Tanque de Decantação/Passagem e saída do filtro biológico. Logo abaixo, descreve a relação do número com as amostras:

A1 - Efluente bruto coletado no Tanque 1 (decantação/passagem) do Sistema de Tratamento;

A2 -Efluente tratado coletado no Tanque 2 (Reservatório de Reuso) na saída do Sistema de Tratamento.

Ainda em campo, imediatamente ao momento da coleta das amostras, foram aferidos os parâmetros: temperatura, Potencial Hidrogeniônico e Condutividade Elétrica com emprego de aparelhos de campo devidamente calibrados.

3. Resultados e discussão

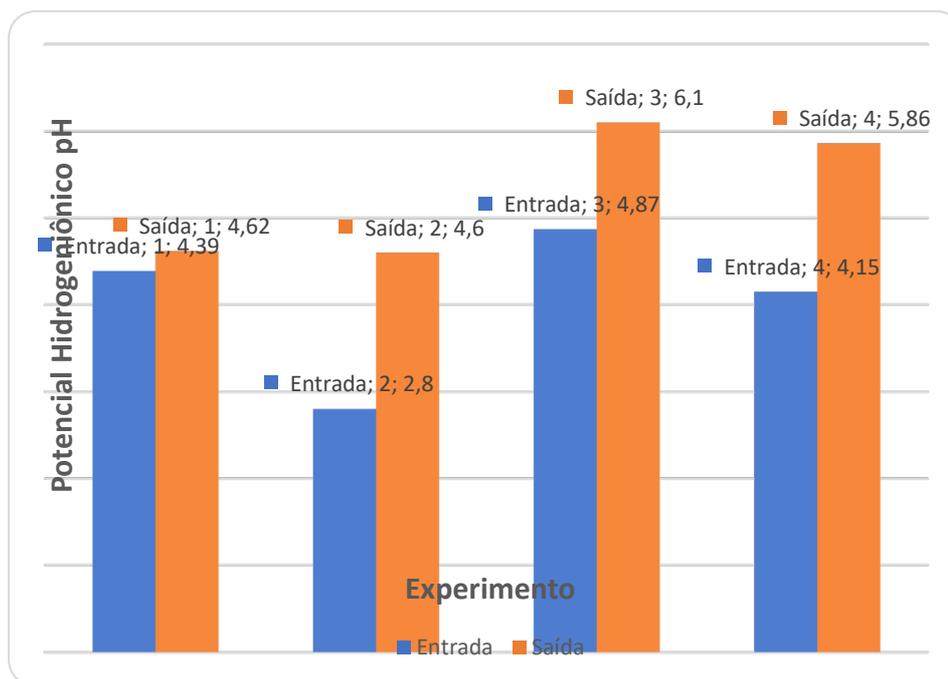
Potencial Hidrogeniônico – pH

Conforme os dados apresentados no gráfico abaixo as concentrações de pH variaram entre 2,8 a 4,87 para o efluente do reservatório localizado na saída da pia (esgoto bruto) e entre 4,6 a 6,1 para o efluente após passar por filtração biológica (esgoto previamente tratado). Diante dos resultados expostos observa-se que as concentrações de pH do efluente previamente tratado obtiveram resultados ligeiramente superiores comparado aos resultados obtidos pelo efluente bruto, porém, os dois tratamentos mantiveram-se em condições ácidas.

É importante ressaltar que no geral as pimenteiças toleram uma faixa de pH entre 5 e 8, estando, neste caso, o esgoto previamente tratado mais próximo das condições adequadas.

Segundo Mancuso e santos, 2003; quando os valores de pH ultrapassam essa faixa, indicam a disponibilidade de íons tóxicos nas plantas, como o cloreto, o sódio e o boro; onde os danos às culturas e ao solo podem ser provocados individualmente ou em combinação destes íons. Já para Duarte, (2006) o valor do pH pode variar em função do tipo de processo e configuração utilizada no tratamento do esgoto.

Figura 2 – Variação do Potencial Hidrogeniônico ao longo do tratamento



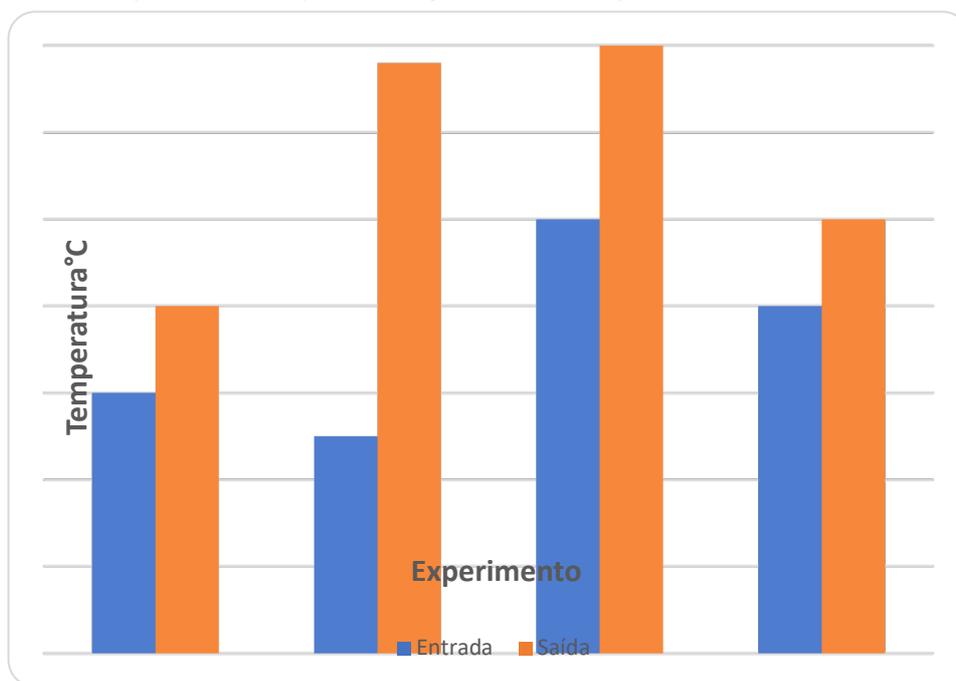
Temperatura

No gráfico a seguir analisa-se que a temperatura variou entre 26,8 a 27 °C na entrada do sistema, em contrapartida, os valores obtidos na saída variaram de 24 a

25°C. Em geral a temperatura dos efluentes é um pouco superior à das águas de consumo humano. Normalmente, a temperatura nos esgotos está acima da temperatura do ar, à exceção dos dias mais quentes do verão, em contrapartida, com relação aos processos de tratamento, sua influência dá-se nas operações de natureza biológica, pois a velocidade de decomposição dos esgotos é diretamente proporcional ao aumento da temperatura (VON SPERLING, 2005 apud MOTA et al 2007).

Entretanto, ressalta-se que a temperatura manteve-se na faixa adequada citada pela literatura entre 16°C a 34°C, estando portanto em conformidade com as temperaturas ideais.

Figura 3 – Variação da temperatura ao longo do tratamento

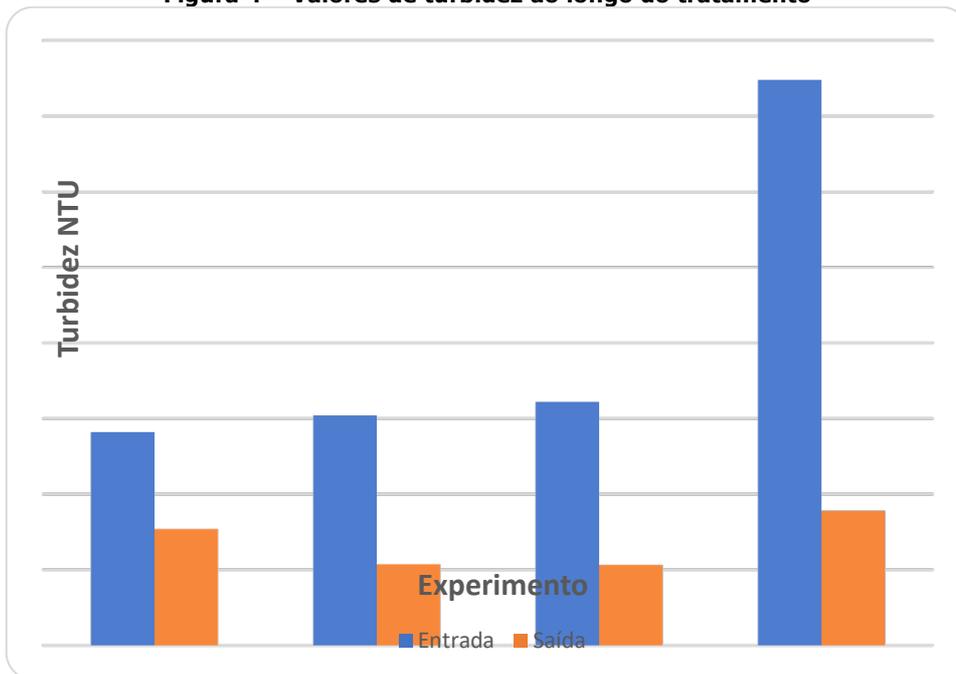


Turbidez NTU

Segundo Duarte (2006), a turbidez representa o grau de interferência da passagem da luz na água, conferindo-a uma aparência turva e esteticamente desagradável devido a altas concentrações de sólidos em suspensão tanto de origem natural quanto orgânica. Ressalta-se ainda que quando a turbidez na água é de origem natural, não há risco sanitários diretos, porém, se é de origem antropogênica, os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para os microrganismos patogênicos.

Com relação aos valores de turbidez apresentados no gráfico abaixo observa-se que na entrada há uma disparidade dos resultados com a obtenção de valores bastante elevados, porém, na saída, a filtração biológica foi bastante eficaz com a retenção das partículas em suspensão, e, por conseguinte, obtendo valores expressivamente baixos.

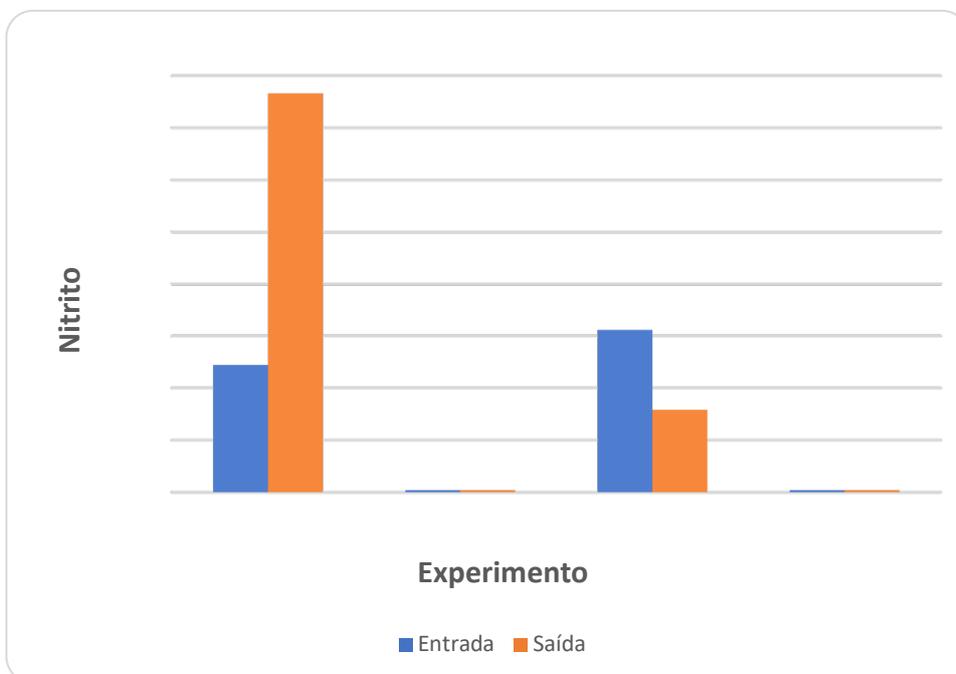
Figura 4 – Valores de turbidez ao longo do tratamento



Nitrito

Diante dos dados relativos ao parâmetro nitrito no gráfico abaixo, constatou-se que ocorreu uma grande discrepância à cerca dos valores obtidos no esgoto bruto da entrada havendo alteração entre 0 a 0,24 mg/l e no efluente previamente tratado com variação entre 0 a 0,76 mg/l.

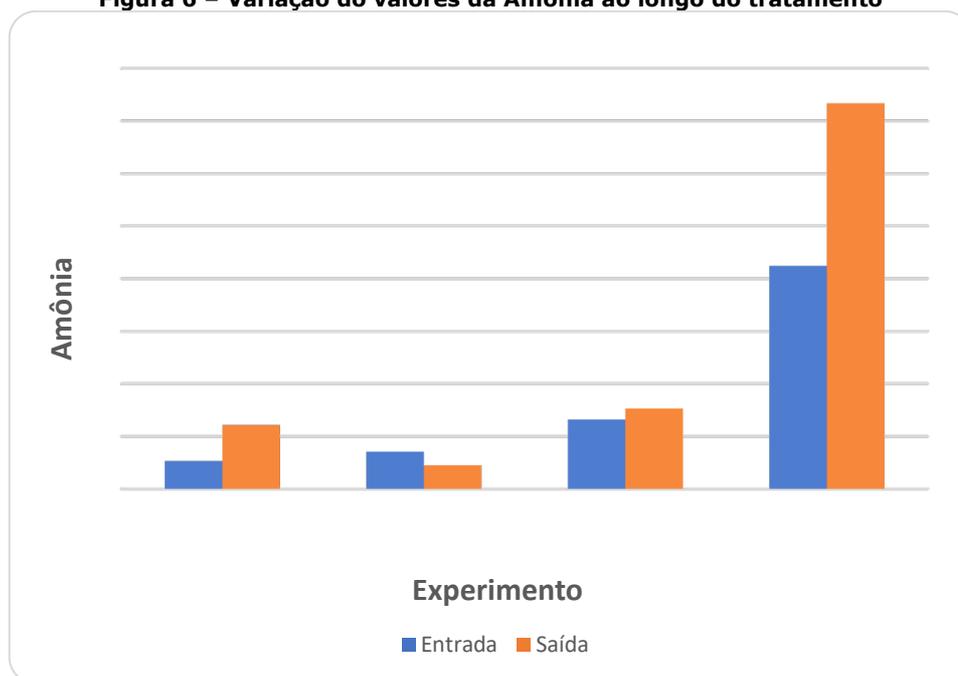
Figura 5 – Variação do valores de nitrito ao longo do tratamento



Amônia

Observando-se os dados adquiridos conforme o gráfico abaixo, nota-se que há discordância nos resultados tanto na entrada, quanto na saída do sistema. Percebe-se que o esgoto previamente tratado encontra-se dentro dos valores normais em águas de irrigação (0 – 5 mg/l) exceto o ultimo experimento que houve expressivo acréscimo do teor de amônia (AYERS, WESTCOT, 1991 apud MOTA et al 2007). Ainda para Mota, 2007, a alta concentração de amônia nos esgotos é devido a conversão biológica de proteínas e uréia presentes em amônia, sendo que esta pode ser posteriormente transformada em nitritos e nitratos, no processo da nitrificação. Portanto, esta pequena variação da faixa ideal não causa nenhum prejuízo à cultura.

Figura 6 – Variação do valores da Amônia ao longo do tratamento

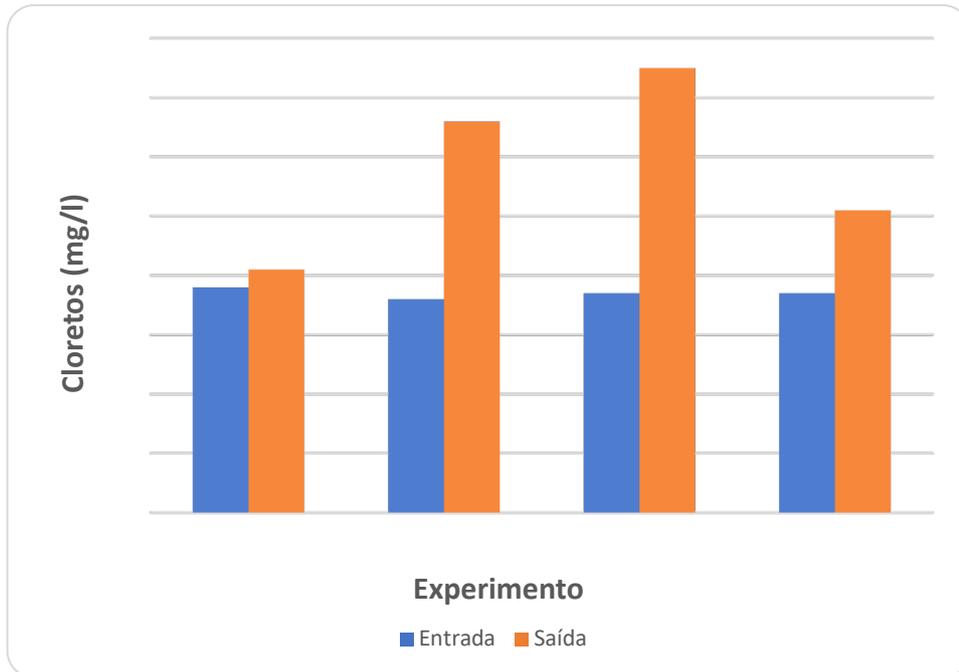


Cloretos

Os níveis de cloretos ficaram, em média, entre 17,1 a 23,1 mg/l na entrada e entre 20,5 a 37,4 mg/l na saída, conforme o gráfico abaixo. Diante destes resultados verifica-se que as concentrações de cloretos determinadas no esgoto bruto da entrada foram inferiores do que as obtidas na saída do esgoto previamente tratado.

Ressalta-se que apesar das concentrações de cloretos obtidas na saída ter sido ligeiramente elevada, quando comparada com as obtidas na entrada, ambas não ocasiona nenhum efeito prejudicial às plantas ao serem utilizadas para a irrigação agrícola, já que, para Duarte, 2006 se as concentrações de cloretos forem inferiores a 100 mg/l, as mesmas podem ser utilizadas sem nenhuma restrição quando irrigadas por gotejamento. Ressalta ainda que concentrações de cloretos acima de 100 mg/l causam deficiências nas culturas e possíveis graves problemas. Portanto, os esgotos tanto brutos quanto previamente tratados permaneceram dentro do limite apropriado sem nenhuma restrição para o uso na irrigação.

Figura 7 – Variação do valores de Cloretos ao longo do tratamento

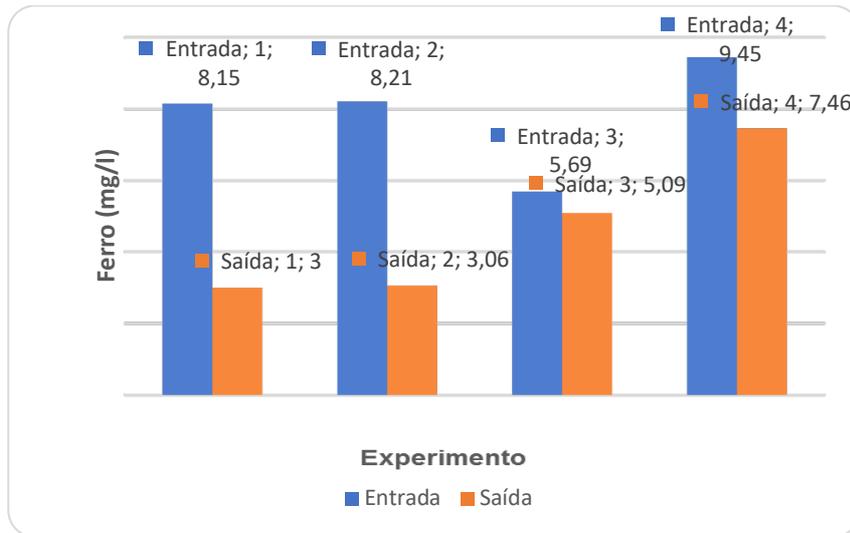


Ferro Total

Frente aos resultados obtidos para o ferro total, dispostos no gráfico a seguir, observa-se que em geral, os valores deste parâmetro mantiveram-se bastante elevados em todas as amostras analisadas, estando, no entanto, ligeiramente mais elevados para o esgoto bruto, onde a concentração de ferro variou de 5,69 mg/l até 9,45 mg/l, em comparação com o esgoto tratado cujas concentrações de ferro mantiveram-se compreendidas entre 3,00 mg/l e 7,46 mg/l. Segundo Mancuso & Santos (2003) o limite permissível é de 5,00 a 20,0 mg/l, sendo que não traz toxicidade para as plantas em solos aerados, mas pode contribuir para a acidificação e perda de fósforo e molibdênio. Diante do exposto, tanto para o esgoto bruto quanto para o tratado, as concentrações encontradas mantiveram-se dentro dos limites permissíveis para águas de reuso para agricultura.

Para Coelho & Verlengia (1973) uma das principais funções do ferro na planta é agir como catalisador na produção de clorofila, coloração que dá coloração verde as plantas, sendo que a falta desse elemento é facilmente notada pela observação das folhas ovas e em crescimento, consistindo os primeiros estágios, geralmente, de coloração verde pálida.

Figura 8 – Variação do valores de Ferro Total ao longo do tratamento

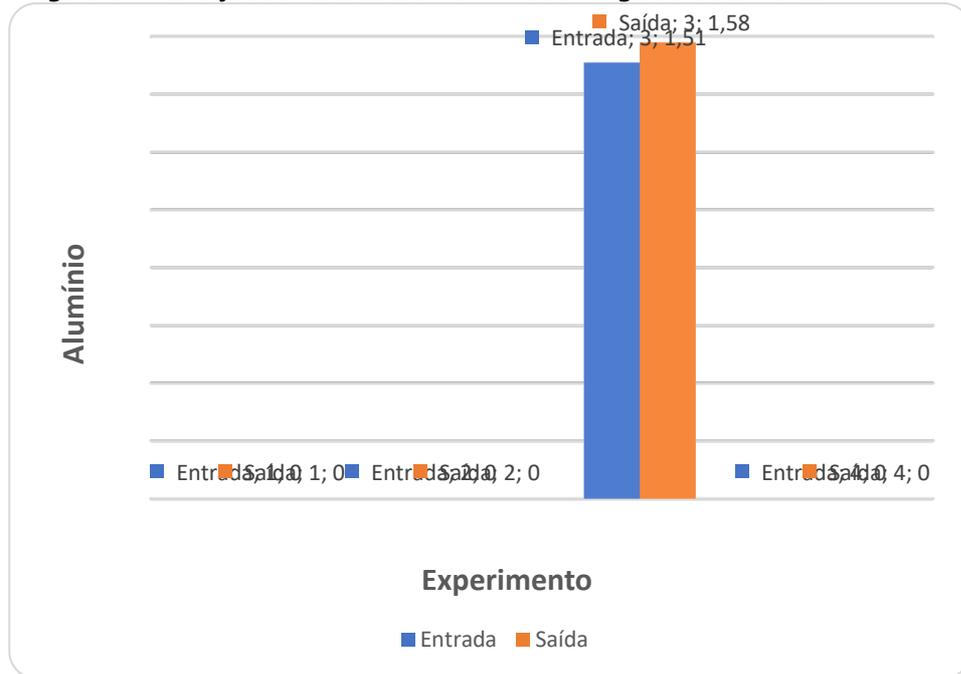


Alumínio

Diante dos resultados analisados para o parâmetro alumínio, conforme disposto no gráfico a baixo, conclui-se que suas concentrações, tanto para o esgoto bruto quanto para o tratado, mantiveram-se ausentes nas datas analisadas com exceção dos resultados obtidos na penúltima análise referente a terceira coleta, onde houve expressiva alteração ascensional, alcançando valores da ordem de 1,51 mg/l para o esgoto in natura e de 1,58 mg/l para esgoto tratado, valores estes muito aproximados entre si. Voltando a cair na análise subsequente.

Ressalta-se, no entanto, que apesar das concentrações elevadas para a terceira análise, essas concentrações não acarretam danos ao solo e nem a planta. Segundo Mancuso & Santos (2003) o limite permissível é de 5,0 mg/l, e o limite máximo permissível é de 20,0 mg/l, sendo que o alumínio pode causar quebra na produtividade de culturas em solos ácidos com $\text{pH} < 5,5$ porém, em solos mais alcalinos com $\text{pH} > 7,0$ poderá precipitar-se, eliminar a toxicidade.

Figura 8 – Variação dos valores de Alumínio ao longo do tratamento



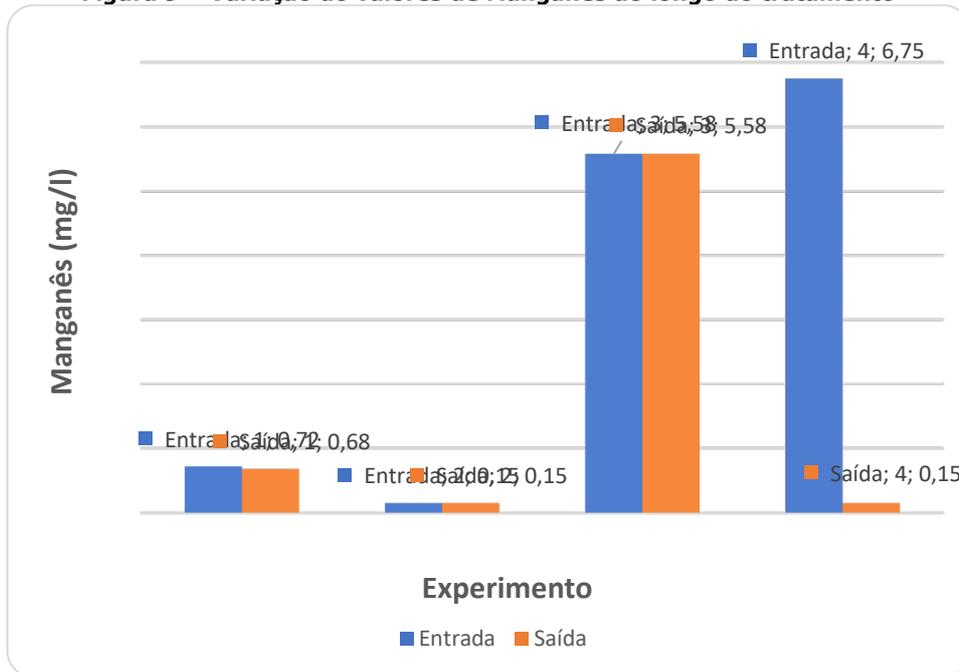
Manganês

De acordo com os dados analisados no gráfico abaixo relativos ao parâmetro manganês, nota-se que o mesmo sofreu alterações significativas tanto de ascensão como de regressão ao longo do tempo, sendo que estas alterações ocorreram de forma simétrica para afluente e efluente do sistema de tratamento, com exceção da última análise onde houve grande discrepância em relação ao esgoto bruto e tratado, com concentrações de 6,75 mg/l e 0,15 mg/l, respectivamente.

O manganês é um micronutriente essencial a vida das plantas e sua ausência pode trazer grandes prejuízos ao crescimento e desenvolvimento das mesmas, porém, em concentrações elevadas de suas formas trocáveis e solúveis, este elemento pode passar a conferir toxicidade. Em geral, em condições de baixo pH, o acúmulo de concentrações tóxicas é favorecido devido ao manganês aumentar sua solubilidade em pH ácido.

Segundo Foy, (1973); Pavan e Bingham, (1981) apud Veloso et al, (1995), a toxidez de manganês geralmente afeta mais severamente a parte aérea do que as raízes. Aparentemente, as plantas absorvem e transportam esse nutriente em excessivas quantidades, do que resulta acúmulo nas folhas, produzindo-se sintomas bem definidos.

Figura 9 – Variação do valores de Manganês ao longo do tratamento



4. Conclusão

De acordo com o que foi analisado ao longo do desenvolvimento do projeto, embora, alguns dos parâmetros apresentados tenham ficado dentro ou não da faixa ideal para a cultura em estudo, verificou-se que as pimenteiras que foram regadas com água de abastecimento (T1), em relação aos demais tratamentos (esgoto bruto) (T2) e esgoto filtrado (T3); tiveram um desenvolvimento visivelmente inferior no que diz respeito às medidas do corpo das plantas, altura e diâmetro. Com relação à produção das mesmas houve expressiva superioridade quanto ao número de frutos produzidos, entretanto, com tamanho relativamente pequeno, quanto aos frutos produzidos nos demais tratamentos.

Desse modo, o reuso de águas cinza domésticas na agricultura para o cultivo da pimenta banana papper (*Capsicum annuum*), mostrou-se ser uma alternativa economicamente viável (baixo custo de implantação e simples manutenção) para o desenvolvimento da agricultura familiar, sobretudo em locais de escassez hídrica. É importante ressaltar que não foi realizado um estudo da composição química e bacteriológica dos frutos, sendo de grande importância analisarem a qualidade dos mesmos para o consumo.

Referências

CUNHA, A.H.N. et al.; **O REUSO DE ÁGUA NO BRASIL: A IMPORTANCIA DA REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA NO PAÍS.** 2011.

CHRISTOFIDIS, 2001 apud DUARTE, 2006. DUARTE, A.M.S.; **REUSO DE ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA NA IRRIGAÇÃO DA CULTURA DO PIMENTÃO (*CAPSICUM ANNUN L.*).** PIRACICABA. TESE (DOUTORADO).

COELHO, F. S.; VERLENGIA, F. – **FERTILIDADE DO SOLO**, 2. ED. INSTITUTO CAMPINEIRO DE ENSINO AGRÍCOLA – CAMPINAS, SP, 1973. 384 p.

FOY, 1973; PAVAN & BINGHAM, 1981 apud et al C.A.C VELOSO, C.A.C et al.; 1995. **INFLUÊNCIA DO MANGANÊS SOBRE A NUTRIÇÃO MINERAL E CRESCIMENTO DA PIMENTEIRA DO REINO (*Piper nigrum, L.*)**

VAN DER HOEK et al.; 2002 apud PAIVA et al.; 2012. PAIVA, L. A. L.; ALVES, S. M. C.; NETO, M. F.; OLIVEIRA, R. B.; OLIVEIRA, J. F.; **INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE ESGOTO DOMÉSTICO SECUNDÁRIO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PIMENTA MALAGUETA E PIMENTÃO.** 2012.

MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. (Ed.) (2003). **REÚSO DE ÁGUAS.** BARUERU, SP: MONOLE, 2003. 569 p.

MOTA, S.; AQUINO, M. D.; SANTOS, A. B. (ORG.) **REÚSO DE ÁGUAS EM IRRIGAÇÃO E PISCICULTURA.** FORTALEZA, 2007.

NUVOLARI, A. (Coord.). **ESGOTO SANITÁRIO: COLETA, TRANSPORTE, TRATAMENTO E REÚSO AGRÍCOLA.** 2011. 2. Ed.

TELLES, D. D. ; COSTA, R. P. (Coord.) **REÚSO DA ÁGUA: CONCEITOS, TEORIAS E PRÁTICAS.** 2010. 2. Ed.