

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

**IRRIGAÇÃO DE PIMENTA DEDO-DE-MOÇA AMARELA SOB
CONCENTRAÇÕES DE EFLUENTE DOMÉSTICO TRATADO**

Autor: Thiago Moreira Vidigal
Orientador: Prof. Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira

CERES - GO
Agosto - 2017

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

**IRRIGAÇÃO DE PIMENTA DEDO-DE-MOÇA AMARELA SOB
CONCENTRAÇÕES DE EFLUENTE DOMÉSTICO TRATADO**

Autor: Thiago Moreira Vidigal
Orientador: Prof. Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO, ao Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Ceres - Área de concentração: Irrigação.

Ceres - GO
Agosto - 2017

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

**IRRIGAÇÃO DE PIMENTA DEDO-DE-MOÇA AMARELA SOB
CONCENTRAÇÕES DE EFLUENTE DOMÉSTICO TRATADO**

Autor: Thiago Moreira Vidigal
Orientador: Prof. Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira

TITULAÇÃO: Mestre em Irrigação no Cerrado - Área de Concentração:
Irrigação

APROVADA em _____ de _____ de _____.

Prof. Dr. Delvio Sandri
Avaliador externo
FAV/Universidade de Brasília

Prof. Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa
Avaliador interno
IF Goiano - Campus Ceres

Prof. Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira
(Orientador)
IF Goiano - Campus Ceres

DEDICO

À minha família pelo incentivo e compreensão.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado saúde para concluir esta caminhada.

À minha família, pelo incentivo, paciência e carinho.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, por todos esses anos de apoio.

Ao orientador, Prof. Dr. Henrique Fonseca, por sua sabedoria, paciência e ter se mostrado verdadeiro amigo.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado, que sempre contribuíram de forma positiva neste trabalho.

Aos colegas de curso, Dyb, e aos colegas da graduação em Agronomia, Jairo, Cassio, Élika, que tanto contribuíram neste projeto.

Aos demais professores e funcionários do IF Goiano – Campus Ceres, pelo apoio técnico.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS	v
SUMÁRIO	vi
ÍNDICE DE TABELAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
1 INTRODUÇÃO.....	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 A escassez hídrica	5
2.2 Reúso da água	6
2.3 Esgoto doméstico	7
2.4 Legislação para a utilização de esgoto doméstico tratado	9
2.5 Reaproveitamento do efluente doméstico	12
2.6 Água residuária na irrigação	12
2.7 A cultura da Pimenta	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Caracterização da área experimental.....	15
3.2 Tratamentos adotados.....	Erro! Indicador não definido.
3.3 Condução do experimento.....	18
3.4 Avaliações das plantas e frutos	19
3.5 Análise da água e das concentrações de efluente utilizados na irrigação	20
3.6 Análise microbiológica dos frutos e sementes	20
3.7 Análise do aporte de nutrientes no solo	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1 Análise das plantas	22
4.2 Análise do Fruto	23
4.3 Análise microbiológica	26
4.4 Análise química da água e do efluente doméstico tratado	27
4.5 Análise química do solo	29
5 CONCLUSÕES.....	31
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Análise de variância das características de desenvolvimento das plantas de pimenta dedo-de-moça-amarela sob concentrações de efluente doméstico tratado, aos 235 DAS - Ceres, GO.	22
Tabela 2. Análise de variância para as características dos frutos de pimenta dedo-de-moça-amarela sob concentrações de efluente doméstico tratado, aos 235 DAS - Ceres, GO.....	23
Tabela 3. Análise microbiológica dos frutos e sementes de pimenta dedo-de-moça-amarela sob concentrações de efluente tratados, aos 235 DAS - Ceres, GO.	26
Tabela 4. Análise química da água e das concentrações de efluente doméstico tratado, aos 235 DAS - Ceres, GO	27
Tabela 5. Análise dos substratos de cultivo, aos 235 DAS - Ceres, GO.	29

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Estação de tratamento de efluentes (ETE), Ceres – GO.....	17
Figura 2. Reservatórios de água e efluente	17
Figura 3. Croqui do experimento	16
Figura 4. Instalação do experimento na casa de vegetação	Erro! Indicador não definido.
Figura 5. Temperatura máxima e mínima (A) em °C e Umidade relativa do ar, máxima e mínima (B), no interior da casa de vegetação, agosto a dezembro de 2016 – Ceres, GO	21
Figura 6. Produção de pimenta dedo-de-moça amarela em função das concentrações de efluente doméstico tratado.....	24
Figura 7. Comprimento do fruto de pimenta dedo-de-moça amarela em função das concentrações de efluente doméstico tratado	25
Figura 8. Concentração de zinco em função de diferentes concentrações de efluente doméstico tratado.....	28

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo /Sigla	Significado
°C	Graus Celsius
AP	Altura de Planta
C. L. V. B. B.	Caldo lactosado verde brilhante bile
Cd	Cádmio
CF	Comprimento do fruto
DCO	Diâmetro de copa
DF	Diâmetro do fruto
Ei Coli	<i>Escherichia coli</i>
ESP	Espessura do fruto
ETE	Estação de tratamento de esgoto
G	Gramas
H	Hora
Zn	Zinco
K	Potássio
Kg	Quilograma
L	Litro
MF	Massa fresca
mg	Miligrama
mL	Mililitro
mm	Milímetros
MO	Matéria orgânica
MSR	Massa seca da raiz
MVR	Massa verde da raiz
N	Nitrogênio
NF	Número de Folhas
Nmol	Nanomol
NMP	Número mais provável
NS	Não significativo
Pb	Chumbo
pH	Potencial Hidrogeniônico
PROD	Produtividade
T1	Tratamento 1
T2	Tratamento 2
T3	Tratamento 3
T4	Tratamento 4
T5	Tratamento 5

RESUMO

VIDIGAL, THIAGO MOREIRA. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres/GO, agosto de 2017. **Cultivo de pimenta dedo-de-moça amarela sob concentrações de efluente doméstico tratado.** Orientador: Henrique Fonseca Elias de Oliveira e Coorientador: Luiz Sérgio Rodrigues Vale

O efluente de esgoto tratado mostra-se como uma alternativa para a irrigação, sobretudo no período de seca no cerrado brasileiro. Deste modo, objetivou-se avaliar as características de desenvolvimento e produtivas da pimenta dedo-de-moça amarela (*Capsicum baccatum*) cultivada em ambiente protegido, submetida a diferentes concentrações de efluente doméstico tratado, aplicado via irrigação por gotejamento superficial. O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal Goiano–Campus Ceres, no período de abril a dezembro de 2016. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados, cujos tratamentos foram constituídos por cinco concentrações de esgoto doméstico tratado: T1: 100% água fluvial; T2: 75% água fluvial + 25% de efluente doméstico tratado; T3: 50% água fluvial + 50% de efluente doméstico tratado; T4: 25% água fluvial + 75% de efluente doméstico tratado e T5: 100% de efluente doméstico tratado, com quatro repetições. Os resultados das características de desenvolvimento e produtividade foram submetidos à análise de variância (Teste F), ao nível de 5% de significância e, nas características que apresentaram significância, regressão. Os tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas significativas, ao nível preestabelecido, para as características de desenvolvimento avaliadas. Produtividade (PROD) e comprimento de fruto (CF) diferiram entre os tratamentos adotados. Não se detectou contaminação tanto para polpa dos frutos quanto para sementes. Na análise da água residuária no solo, houve diferença estatística entre as concentrações de zinco. O aumento da concentração de efluente doméstico tratado provocou queda de produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: água residuária, ambiente protegido, gotejamento

ABSTRACT

VIDIGAL, THIAGO MOREIRA. Goiano Federal Institute– Campus Ceres/GO, august 2017. **Production of young finger pepper under concentrations of treated sewage effluent.** Advisor: Henrique Fonseca Elias de Oliveira e Co-Advisor.

The treated sewage effluent shows itself as an alternative to irrigation, especially during the dry season in the Brazilian savannah. In this sense, the objective of this study was to evaluate the development and productivity characteristics of yellow pepper (*Capsicum baccatum*) cultivated in protected environment and submitted to concentrations of treated domestic effluent, applied via surface drip irrigation. The experiment was carried out in the experimental area of the Goiano Federal Institute - Campus Ceres, from April to December 2016. A randomized complete block design was used. The treatments consisted of five concentrations of treated domestic sewage (T1: 100% fluvial water; T2: 75% fluvial water + 25% treated domestic effluent; T3: 50% fluvial water + 50% treated domestic effluent; T4: 25% fluvial water + 75% treated domestic effluent and T5: 100% treated domestic effluent) and four replicates. Development and productivity characteristics data were submitted to analysis of variance (Test F), at a level of 5% significance and in the characteristics that presented significance, regression. The differentiation of the treatments did not provide significant statistical differences, at the pre-established level, for the developmental traits evaluated. Among the productive characteristics, productivity (PROD) and fruit length (CF) differed statistically at a 5% probability level. Microbiological analysis did not detect contamination both for fruit spores and for seeds. In the analysis of water and residual in the soil there was statistical difference between the concentration of zinc. The increase in the concentration of treated domestic sewage caused a drop in productivity..

KEY WORDS: Wastewater, protected environment, drip.

1 INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial, entre outras consequências, resultou num incremento na demanda por água, seja para dessedentação ou para a produção industrial e de alimentos, fibras, etc. Paralelamente ao aumento da demanda por água, cresce a consciência sobre a necessidade do seu uso racional. Neste contexto, a utilização de efluente de esgoto tratado torna-se uma possível alternativa, visando ao melhor aproveitamento deste recurso, sobretudo na produção agrícola.

Para Santos et al. (2012) a utilização de efluente na agricultura, proveniente do esgoto doméstico, apresenta-se como uma medida para atenuar a escassez de água, sobretudo no período de seca do Cerrado, devendo, entretanto, ser analisada a influência do efluente sobre os fatores produtivos, nutricionais e os aspectos fitossanitários das culturas.

Pacco et al. (2014) citam que a irrigação com efluentes sanitários pode ser considerada uma fertirrigação, devendo, portanto, serem observados todos os cuidados em relação a esta prática. O descarte indevido de efluentes pode representar um problema ambiental, por outro lado, apresenta características desejáveis, com potencial para fornecimento de nutrientes às plantas, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio e, sobretudo, fonte extra de água.

Segundo Santos et al. (2012), o reúso de esgoto tratado na agricultura tem se consolidado como forma de atenuar os efeitos da diminuição da disponibilidade de água de boa qualidade. Para Funasa (2007), o uso direto de águas residuárias e lodos tratados em atividades agrícolas deve ser estimulado, desde que vantagens e desvantagens sejam conhecidas, com acompanhamento técnico-sanitário em relação à contaminação do solo, à cultura, à exposição do trabalhador durante o cultivo e aos consumidores.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) sugere a utilização de lagoas de estabilização como método de tratamento da água residuária, por propiciar condições adequadas para que o sistema produza um efluente cujas características microbiológicas (<1000 CF 100ml^{-1}) e parasitológicas (≤ 1 ovo de helminto l^{-1}) permitam sua utilização irrestrita em irrigação, inclusive, naquelas culturas ingeridas cruas.

A utilização da água residuária tratada apresenta-se assim como uma ação efetiva para garantir a atividade agrícola e proporcionar geração de renda para os pequenos agricultores.

Diversas culturas podem responder satisfatoriamente à irrigação com efluente tratado, entre elas, a pimenta. Os principais estados brasileiros produtores de pimenta são Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Ceará e Rio Grande do Sul, porém o cultivo do gênero *Capsicum* ocorre em todas as regiões do Brasil (Signorini et al., 2013). Assunção (2013), em uma pesquisa de campo em um grupo de assentados, feita no sul de Goiás, constatou que 77% dos pequenos produtores tinham a produção de pimenta como a principal fonte de renda.

Apesar da importância do uso de efluente tratado na agricultura irrigada, existem poucos estudos sobre as características das culturas cultivadas sob este tipo de irrigação. Neste contexto, objetivou-se avaliar a influência de diferentes concentrações de efluente tratado, aplicado via irrigação por gotejamento, no rendimento da pimenta dedo-de-moça amarela (*Capsicum baccatum*), cultivada em ambiente protegido.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A escassez hídrica

A água é indispensável à vida humana e ao desenvolvimento de atividades econômicas, por isso, desde tempos remotos, as civilizações procuraram se estabelecer às margens de cursos d'água. A escassez de água passou a ser um problema mundial que vem abrangendo milhares de pessoas tanto em países com crescimento demográfico desordenado, quanto nas nações mais pobres do planeta, onde quantidade e qualidade dos recursos hídricos se esgotam (Almeida, 2011).

Segundo Hespanhol (2003), apesar de estar localizado no continente que tem o maior volume hídrico do planeta, o Brasil vem padecendo com a escassez de água. Em nosso país, predomina a cultura do desperdício, tanto por parte da população, quanto pelas indústrias. Atualmente, a preocupação gira em torno do que deve ser feito para que a água seja mais bem utilizada, de forma a garantir o abastecimento para as atividades humanas e industriais. Uma das soluções para o problema seria a adoção de estratégias no sentido de reduzir o consumo e, ao mesmo tempo, fazer o reúso de águas, uma solução que já vem sendo seguida em vários países.

A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) (2015) divulga que, segundo relatório da ONU feito em 2015, a escassez de água no ano de 2050 afetará dois terços da população mundial. Sendo assim, trabalho e dedicação serão indispensáveis para que a água potável possa ser garantia de segurança alimentar para todos. Destaca-se que a água é um recurso limitado e precioso e sua distribuição desigual pelas diversas regiões do planeta faz com que ocorra escassez do recurso nos mais diferentes países.

Com o aumento da demanda por recursos hídricos, seja em qualidade ou quantidade, acirra-se a disputa pela utilização da água. Para Alston & Mueller (2002), a percepção da escassez de água tem levado governantes do planeta a reorganizar o ambiente institucional num sistema de gestão participativo e descentralizado, que estimule a utilização de recursos naturais de forma racional.

O crescimento populacional resulta em aumento da demanda pelo uso da água e gera preocupação em relação à preservação dos recursos hídricos. Embora encontrada com abundância no território brasileiro, é notório o comprometimento da

sua qualidade e quantidade, principalmente nos grandes centros urbanos, onde a água utilizada é lançada novamente aos rios, seja após ou mesmo antes de ser tratada.

2.2 Reúso da água na agricultura

A água é um recurso natural finito e de grande importância à vida, seja como elemento bioquímico de seres vivos, elemento de vida de diversas espécies, componente representativo de importâncias sociais e culturais e também fonte de suma importância no desenvolvimento de várias atividades econômicas (GOMES, 2011).

Cerca de 262 milhões de pessoas já enfrentam a escassez de água. Em 30 anos, a população mundial será de perto de 8 bilhões de pessoas e o número de indivíduos que sofrerão com a carência de água passará para 3 bilhões. A questão hídrica será ainda maior se avaliarmos que, para suprir esse aumento populacional, serão necessários mais alimentos e mais energia a serem produzidos (SABESP, 2008).

No entanto, Pacco et al. (2014) enfatizam que em todo o mundo cresce a consciência em torno da importância do uso racional da água e da necessidade do controle de perdas e desperdícios, sendo assim, faz-se necessário introduzir de forma definitiva o reúso da água para que seja possível atender todos os setores demandantes, destacando o agrícola e o industrial, a exemplo do que já acontece em vários países.

Ainda segundo Pacco et al. (2014) a escassez de água está ganhando a cada dia mais evidência e importância no mundo. De modo especial, no Brasil, onde a escassez de água abrange diversas regiões e está adjunta aos problemas de sua qualidade, sendo necessárias políticas de reúso da água eficazes e abrangentes.

Pereira (2008) menciona que a água é um bem imprescindível para a sobrevivência dos seres vivos, sendo sua escassez um dos maiores desafios do século XXI. A água doce é indispensável à humanidade, porém o crescimento da população mundial, o desenvolvimento das cidades, das atividades agrícolas e industriais estão piorando a qualidade deste recurso ao mesmo tempo em que sua escassez aumenta.

Por essa razão, o reúso planejado da água faz parte de uma estratégia global para a administração da sua qualidade, proposta pelo Programa das Nações Unidas

para o Meio Ambiente e pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2005). O reúso de água não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo há muitas décadas.

A demanda crescente por água tem feito do seu reúso planejado um tema atual e importante. Neste sentido, deve-se considerá-lo como parte de uma atividade mais abrangente, que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água (PEREIRA, 2008).

Silveira (2008) destaca que o reúso da água procura especialmente evitar o consumo de água potável onde seu uso é completamente dispensável, com capacidade de ser substituída, com vantagens até mesmo econômicas, nas indústrias e grandes condomínios residenciais e comerciais.

Fiori et al. (2006) mostraram que a grande vantagem do reúso da água é o de preservar a água potável, reservando-a somente para o atendimento das necessidades que determinem sua potabilidade para o abastecimento humano. Do mesmo modo, a redução da ação sobre os mananciais de água causa a substituição da fonte, isto é, a substituição de uma água de boa qualidade por outra inferior, entretanto que tenha qualidade exigida para o desígnio delineado para ela.

2.3 Esgoto doméstico e seu tratamento

O esgoto doméstico é aquele que provém principalmente de residências, comércios, instituições ou qualquer edificação que tenha banheiros, lavanderias ou cozinhas. Segundo Von Sperling (2011), a água residuária de origem doméstica é composta de resíduos humanos e águas utilizadas nas diversas atividades diárias, como asseio corporal, preparo de alimentos, lavagem de roupas ou utensílios domésticos. Segundo o autor, o esgoto é constituído por 98% de efluente doméstico e de 2% de efluente não doméstico, este último oriundo de indústrias, fábricas e comércio.

O destino final do esgoto sanitário é, geralmente, um corpo de água, muitas vezes em sua forma bruta. Como consequência desse lançamento, podem aparecer alguns inconvenientes, como o despreendimento de maus odores, a presença de sabor na água potável, a mortandade de peixes e a ameaça à saúde pública. Via de regra,

tais impactos são mitigados ou evitados quando o esgoto é submetido a tratamento prévio adequado (CONAMA, 2005).

O autor acima afirma ainda que, para serem lançados em corpos receptores de água doce, os efluentes das estações de tratamento de esgoto devem, simultaneamente, atender às condições e padrões de lançamento de efluentes estabelecidos para as respectivas classes, nas condições da vazão de referência.

Jordão & Pessoa (2011) relatam que o esgoto doméstico contém aproximadamente 99,9 % de água e apenas 0,1 % de sólidos. É, no entanto, devido à dissolução desses sólidos na água que ocorrem problemas com poluição, sendo necessário o tratamento do esgoto. Outro aspecto da poluição das águas está relacionado às doenças vinculadas à sua utilização. Um corpo hídrico que recebe o lançamento dessa água residuária sem tratamento pode incorporar uma grande quantidade de transmissores de doenças, afetando o abastecimento de água potável.

Para Santos et al. (2012), o tratamento adequado do esgoto pode ser considerado um pré-requisito para a busca da sustentabilidade, seja na obtenção de efluentes que atendam aos padrões de lançamento do corpo receptor, seja para sua utilização produtiva. Representa uma alternativa à solução dos problemas de poluição da água e de escassez de recursos hídricos ao contribuir para a proteção ambiental, para a geração de alimentos e de outros produtos, sendo também de fundamental importância para a melhoria do quadro de saúde da população.

Ainda de acordo com Santos et al. (2012), são muitos os estudos feitos no Brasil e no mundo, buscando um melhor entendimento e aperfeiçoamento das técnicas de tratamento de esgoto. No Brasil, os sistemas de lagoas de estabilização são as técnicas de tratamento mais utilizadas.

Chernicharo et al. (2007) citam as principais tecnologias de tratamento de esgoto doméstico nas Estações de tratamento de efluentes (ETE):

-Tratamento preliminar ou tratamento primário: tem por finalidade conter os resíduos grosseiros e diminuir a concentração de sólidos suspensos presentes no esgoto doméstico bruto por meio de processo físico. Como parte desse processo, estão o gradeamento, caixas de areia, caixas separadoras de óleos e graxas, sedimentadores e filtros.

-Tratamento secundário: tem como finalidade reduzir os sólidos suspensos com processo biológico, sendo divididos em: anaeróbico – utiliza microrganismos que não necessitam de oxigênio dissolvido no meio líquido, sendo utilizado em

esgoto doméstico com alta carga orgânica (Biodigestores, lagoas anaeróbias e reatores); aeróbio – utiliza microrganismos que necessitam de oxigênio, contido no meio líquido, que é fornecido por meio de aeração mecânica, ou seja, circulação do líquido (lagoas aeradas).

-Tratamento Terciário: tem como função a redução do nível populacional de bactérias patogênicas, bem como a remoção final da matéria orgânica ou algum tributo químico. De modo geral, é utilizado quando o esgoto doméstico é lançado em corpos hídricos receptores ou para a reutilização da água (lagoa de maturação).

2.4 Legislação para a utilização de esgoto doméstico tratado

No Brasil ainda não há normalização específica para os sistemas de reúso da água. A legislação apenas estabelece limites máximos de impureza para cada destino específico. Portanto, o que se tem feito é, a adoção dos padrões internacionais ou mesmo a adoção de direções técnicas produzidas por instituições privadas (CREA-PR, 2010).

Santilli (2001) destaca que o desenvolvimento econômico sempre foi tema de grande importância nas discussões acadêmicas e políticas, e a preocupação com o desenvolvimento sustentável é cada vez mais frequente. No Brasil, um extraordinário avanço institucional nessa acepção foi a divulgação em 1997 da Lei nº. 9.433, conhecida como Lei dos Recursos Hídricos ou Lei das Águas. Essa lei reconhece a água como um bem público com valor econômico, tendo o Comitê de Bacia como um instrumento para compatibilizar e adequar seus usos, promovendo a descentralização de sua gestão, considerando a realidade local e abrangendo um maior número de atores e organizações sociais.

A Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997, cria o sistema nacional de gerenciamento de Recursos Hídricos, que tem como objetivo principal direcionar o uso racional e integrado dos recursos hídricos, assegurando a disponibilidade da água com qualidade adequada aos mais diversos usos empregados pela atividade humana (BRASIL, 1997).

De acordo com Santilli (2001), para uma prática segura de reúso, os padrões a serem constituídos precisam envolver parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, os quais ainda podem sofrer influência de crenças e preconceitos

que a população possa ter a respeito da questão, o que pode até impactar negativamente a aceitação da água de reúso.

Existem basicamente duas normas que tratam de reúso de água no Brasil: a Resolução do CNRH nº 54/2005 e a Norma NBR nº13969/1997, que têm abrangência nacional. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) na resolução Nº 54, de 28 de novembro de 2005, descreve, ainda que sucintamente, quatro modalidades para prática de reúso direto não potável para fins agrícolas, ambientais, indústrias e aquicultura.

A Resolução CONAMA, Nº 357 de 17 de março de 2005, dispõe sobre critérios de classificação dos corpos hídricos, estabelecendo padrões em que os efluentes devem ser lançados com diferentes níveis de qualidade da água (BRASIL, 2005). A Resolução CONAMA Nº430, de 13 de março de 2011, foi criada para complementar a Resolução 357.

A NBR N13969/1997 (ABNT, 1997) relata que o reúso da água de origem doméstica é empregado para fins não potáveis como irrigação de jardim, manutenção paisagística, irrigação de pastagem e campos agrícolas.

Por conseguinte, cumpre salientar a importância de estudos mais aprofundados para a implantação de legislação atinente a temas que abrangem assuntos técnicos tão específicos, como é o caso do reúso da água. A legislação NBR 13969/1997 divide a água cinza em classes de uso:

Classe 1 – Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador, incluindo chafarizes: turbidez inferior a 5 NTU; coliforme fecal inferior a 200 NMP/100mL⁻¹; quantidade de sólidos dissolvidos totais inferior a 200 mgL⁻¹; pH entre 6,0 e 8,0; e cloro residual entre 0,5 mgL⁻¹ e 1,5 mgL⁻¹.

Nesse nível, serão geralmente necessários tratamentos aeróbios (filtro aeróbio submerso ou LAB), seguidos por filtração convencional (areia e carvão ativado) e, finalmente, cloração. Pode-se substituir a filtração convencional por membrana filtrante.

Classe 2 – Lavagens de pisos, calçadas e irrigação de jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes: turbidez inferior a 5; coliforme fecal inferior a 500 NMP/100ml; e cloro residual superior a 0,5 mg/l.

Nesse nível, é satisfatório um tratamento biológico aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB), seguido de filtração de areia e desinfecção. Pode-se também substituir a filtração por membranas filtrantes.

Classe 3 – Reúso nas descargas dos vasos sanitários: turbidez inferior a 10; e coliforme fecal inferior a 500 NMP/100ml;

Normalmente as águas de enxágue das máquinas de lavar roupas satisfazem este padrão, sendo necessária apenas uma cloração. Para casos gerais, um tratamento aeróbio seguido de filtração e desinfecção satisfaz este padrão.

Classe 4 – Reúso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação localizada. Coliforme fecal inferior a 5.000 NMP/100ml; e oxigênio dissolvido acima de 2,0 mg L⁻¹deO₂. As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita.

Cheis (2013) deixa claro que como não existe uma norma específica para o reúso, uma alternativa é o Brasil adotar a normalização de outros países. Países como a Alemanha utilizam a água da chuva para fins não potáveis, entretanto a Austrália já utiliza para fins potáveis. Na maioria das vezes, os padrões de normas de reúso internacionais passam a ser muito mais limitativos ou iguais aos padrões de qualidade usados para a água potável no Brasil, especialmente pelo fato de, nos países desenvolvidos, as tecnologias de tratamento de água para abastecimento e esgotos serem mais modernas.

Contudo, a discussão sobre normas para reúso no Brasil já acontece há muito tempo, porém até o momento não se chegou a nenhuma concordância a respeito de uma norma que possa ser efetivamente adotada. Não adianta tentar usar normas muito restritivas, pois elas não incentivam a prática do reúso, assim como normas genéricas não dão condições de segurança para a implantação de programas de reúso (ALMEIDA, 2011).

Ribeiro (2013) ressalta que a existência de uma norma ou mesmo legislação específica para reúso de água seria de extrema importância para segurança dos usuários quanto à exposição e garantia da qualidade da água de reúso.

Almeida (2011) descreve que se fazem necessárias a criação de normas para regulamentar o reúso de águas, a determinação de parâmetros de análise para garantir a qualidade da água e a criação de um arcabouço legal específico a fim de que esta

solução não se transforme em outro problema, disseminando doenças e comprometendo a saúde humana.

Destarte, observa-se que muitas leis brasileiras regulamentam o uso dos recursos hídricos, porém é imprescindível que haja articulação política e troca de experiências entre órgãos do governo federal, estadual e municipal, a fim de constituírem políticas públicas integradas e complementares à Política Nacional, em busca de alternativas que racionalizem o uso da água.

2.6 Reaproveitamento do efluente doméstico

O tratamento de esgoto e posteriormente a utilização de efluente na agricultura são medidas de combate à poluição e incentivo à produção agrícola. Sua utilização na agricultura apresenta diversas vantagens, entre elas, a economia de água natural, fertilizante mineral e ainda impedimento da contaminação orgânica e microbiológica do meio ambiente (RIBEIRO, 2013).

Segundo Metcalf & Eddy (2003), a Organização Mundial da Saúde (OMS) assegura que o tratamento primário de esgotos domésticos já é suficiente para torná-los adequados à irrigação de culturas de consumo indireto, porém é recomendado que haja tratamento secundário e terciário quando estas águas forem utilizadas na irrigação de culturas para consumo direto.

2.7 Água residuária na irrigação

Os efluentes tratados e destinados ao reúso agrícola devem ser avaliados quanto a aspectos de sodicidade, salinidade, excesso de nutrientes e, sobretudo, quanto a aspectos sanitários relacionados a bactérias, cistos de protozoários, ovos de helmintos e vírus, uma vez que representam riscos potenciais à saúde humana e animal (SANTOS et al., 2012).

De acordo com Thebaldi et al. (2013), o uso planejado de águas residuárias implica a necessidade de menor captação dos recursos hídricos primários e de geração reduzida de efluentes, especialmente quando empregado na agricultura, servindo como fonte extra de nutrientes, auxiliando, assim, no desenvolvimento da cultura. No entanto o uso de água de reúso para fins agrônômicos precisa ser feito de maneira racional, monitorando, sobretudo, o alto teor do íon sódio no solo.

Para Bastos (2003), a irrigação com esgoto tratado, desde que adequadamente conduzida, pode funcionar também como forma de tratamento adicional dos efluentes provenientes do tratamento de esgoto por meio da filtração natural proporcionada pelo sistema solo-planta.

Pacco et al. (2014) acrescentam que a irrigação com efluentes sanitários (água residuária tratada) pode ser considerada como fertilizante apropriado, devendo ser observados todos os cuidados em relação a essa prática. O efluente tratado pode apresentar características desejáveis, tais como potencial para o abastecimento de nutrientes para as plantas, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio e potencialidade de uso como fonte de água extra.

Para Thebaldi et al. (2013), na irrigação com a aplicação de efluentes tratados, o sistema mais apropriado é o gotejamento, que apresenta diversas vantagens, tais como economia de água e energia e menor possibilidade de contaminação dos agricultores, meio ambiente e plantas.

2.8A cultura da Pimenta

Segundo Furtado et al. (2006), o Brasil é um grande centro de diversidade genética do gênero *Capsicum* e, como tal, tem ampla variabilidade de pimentas. Esta hortaliça está difundida em todas as regiões do Brasil, sendo que as principais áreas de cultivo estão localizadas nas regiões Sudeste e Centro-Oeste. Relatam ainda que seu cultivo é feito por pequenos, médios e grandes produtores individuais ou integrados a agroindústrias, sendo a pimenta um produto de grande importância socioeconômica, contribuindo para a geração de renda na pequena propriedade e para fixação de pessoas na zona rural.

De acordo com dados da Embrapa (2006), os tipos mais comuns e cultivados da espécie *C. baccatum* no Brasil são as pimentas dedo-de-moça, chifre-de-veado e cambuci, também conhecida como chapéu de frade, sendo nesse grupo a pungência dos frutos menos intensa.

Na maioria dos mercados atacadistas brasileiros, as cotações de preços para as pimentas não distinguem os tipos, ou então agrupam as pimentas em classes genéricas como pimenta simplesmente ou pimenta vermelha ou ardida. A Ceasa de

Goiânia é a única a discriminar todos os tipos de pimentas e fazer as cotações separadamente, talvez pela importância deste produto para a região.

Neste sentido, deve-se ressaltar que, pela importância comercial, social e econômica da produção de pimenta no Estado de Goiás, é imprescindível a busca por técnicas que primem pela melhoria da qualidade e da produtividade, aliadas à redução dos custos e dos impactos ambientais. Deste modo, o uso de efluente tratado apresenta-se como uma técnica essencial na busca por tais objetivos, promovendo aumento de renda, sobretudo na agricultura familiar, concomitantemente com redução da disposição inadequada de efluentes e do uso de água de fontes primárias.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no período de junho a dezembro de 2016, em casa de vegetação, situada na área experimental do Instituto Federal Goiano-Campus Ceres, na latitude 15°20'31" Sul, longitude 49°39'03" oeste e altitude de 571m. O clima do local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, quente e semiúmido, com estação seca bem definida de maio a setembro.

A casa de vegetação é orientada no sentido leste-oeste, com 24 m de comprimento, 7,0 m de largura e teto em formato de arco.

3.2 Formação das mudas de pimenta

Utilizou-se a linhagem de pimenta IFET 1572, dedo-de-moça amarela (*Capsicum baccatum*), produzida em bandejas de poliestireno expandido de 200 células, contendo substrato comercial Plantmax[®]. Aos 45 dias após a semeadura (DAS), as mudas foram transplantadas para recipientes descartáveis de 200 mL, contendo uma mistura de solo e esterco bovino, na proporção de 3 para 1.

3.3 Substrato de cultivo e adubação

Aos 75 DAS, as mudas, com altura média de 15 cm, foram transplantadas para recipientes de 12 L, contendo substrato composto por 75% de solo de barranco retirado no Campus Ceres do Instituto Federal Goiano, cuja análise é apresentada na Tabela 1, e 25% de esterco bovino e cama de frango curtidos. Conforme análise preliminar, para cada 1,0 m³ de substrato, foram adicionados 1,5 kg de calcário, 500 g de supersimples, 300 g de cloreto de potássio e 50 g de GRAN 12. Os demais tratamentos culturais foram poda, retirada das folhas que tinham contato com o solo e controle de plantas invasoras, feitos manualmente, em todos os tratamentos.

Tabela 1. Análise química e de textura do Latossolo Vermelho usado na composição dos substratos S1, S2 e S3.

Em	g dm ⁻³		-----cmol dm ⁻³ -----					---mg dm ⁻³ ---		%	mg dm ⁻³
H ₂ O											
Ph	MO	Ca	Mg	Al	H+Al	K	T	K	P	V	m
6,72	9,1	2,8	1,8	0,00	1,1	0,21	5,8	81,8	2,0	79,1	0,0
Textura (g kg ⁻¹)											
Areia				Silte				Argila			
352				68				581			

3.4 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental, Figura 1, foi o de blocos ao acaso com quatro repetições e 5 plantas úteis por parcela, espaçadas 0,80 m entre linhas e 0,45 m entre plantas. Os tratamentos utilizados foram divididos em função da concentração de efluente, sendo T1: 100% água do Rio Verde; T2: 75% água do Rio Verde + 25% de efluente doméstico tratado; T3: 50% água do Rio Verde + 50% de efluente doméstico tratado; T4: 25% água do Rio Verde + 75% de efluente doméstico tratado; e T5: 100% de efluente doméstico tratado.

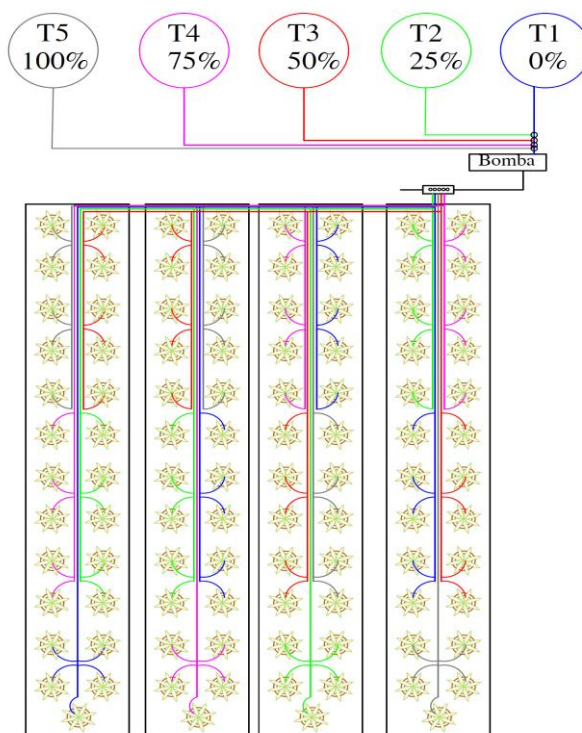


Figura 1. Croqui do experimento.

3.5 Origem do efluente de esgoto tratado doméstico

O efluente utilizado na irrigação foi retirado da caixa de passagem, situada após a lagoa de maturação da estação de tratamento de esgotos (ETE) do município de Ceres-GO, Figura 2, operada pela Companhia de Saneamento de Goiás S.A (Saneago). A ETE conta com um tratamento primário composto por uma caixa de areia, utilizada para retenção da parte sólida do esgoto. Ao sair da caixa de areia, o efluente passa por um biodigestor cuja função é eliminar a matéria orgânica presente no esgoto, gerando um subproduto denominado lodo aditivado. Em seguida, o efluente é lançado em duas lagoas, uma facultativa e, na sequência, uma de maturação, onde fica exposto à incidência de radiação solar, concluindo o processo.



Figura 2. Estação de tratamento de efluentes (ETE), Ceres – GO.

3.6 Coleta e armazenamento do efluente

O efluente era coletado quinzenalmente em recipientes de 20 L e armazenado em caixa de polietileno de 500 litros, onde, em seguida, era feita a diluição em água para a composição dos demais tratamentos (Figura3).



Figura 3. Reservatórios de água e efluente

3.7 Sistema e manejo da irrigação

O sistema era composto por cinco linhas de derivação de 25 mm de diâmetro, das quais saíam as linhas laterais de 16 mm, fabricadas em polietileno de baixa densidade (PEBD). A conexão entre as linhas laterais e os gotejadores, mostrada na Figura 4, foi feita com microtubos, utilizando, por planta, um gotejador do tipo botão, de fluxo autocompensante, com vazão de $8,0 \text{ L h}^{-1}$ e faixa de pressão de 5 a 40 mca. Os vasos de 12 L foram dispostos em bancadas metálicas com 90 cm de altura, também visualizados na Figura 4.



Figura 1. Instalação do experimento na casa de vegetação

As irrigações eram feitas diariamente, com reposição de 100% da E_{To} , em intervalo de 24 horas, com base na leitura de um minitanque evaporimétrico, instalado no interior da casa de vegetação. Os dados de temperatura e umidade do ar foram obtidos por meio de um termo-higrômetro instalado no interior da casa de vegetação. Irrigava-se um tratamento por vez e, ao fim das irrigações diárias, o filtro e as linhas de derivação eram lavados.

3.4 Avaliações das plantas e frutos de pimenta

As características de desenvolvimento foram avaliadas quinzenalmente, a partir dos 110 DAS (Dias após a semeadura), totalizando 10 avaliações no período. Seguindo recomendações de IPGRI (1995), avaliaram-se altura de planta (AP), em centímetros, medida com trena métrica; diâmetro de caule (DC) em milímetros, medido com paquímetro digital; número de folhas (NFO); e diâmetro da copa (DCO), em metros, medido com trena métrica.

Foram feitas cinco colheitas de frutos de pimenta, utilizando as cinco plantas da parcela, em um período compreendido entre o 130 e 190 DAS. Foram avaliados produtividade média (PROD), em Mg ha^{-1} , considerando uma população de 27.778 plantas ha^{-1} ; comprimento do fruto (CF) em milímetros; diâmetro de fruto (DF) em milímetros; e espessura do pericarpo (ESP) também em milímetros.

Os valores obtidos para AP, DC e DCO foram quantificados antes da quinta colheita pela média aritmética dos valores observados em cada tratamento, enquanto os valores apresentados para DF, CF e ESP foram quantificados pela média aritmética das cinco colheitas feitas. Para as características DF, CF e ESP, foram considerados 10 frutos, selecionados aleatoriamente em cada uma das avaliações feitas.

A Massa Verde da Raiz (MVR) em g planta^{-1} e Massa Seca da Raiz (MSR) em g planta^{-1} também foram avaliadas, considerando três plantas por tratamento. Foi feita a separação de parte aérea e raízes, que foram lavadas em água corrente e, em seguida, secas à temperatura ambiente por 24 horas. Após, foram pesadas para obtenção da MVR, secas em estufa de circulação forçada a 65°C por 72 horas, obtendo-se a MSR.

Os dados amostrados foram submetidos à análise de variância (Teste F), e as características que apresentaram efeito significativo a 5% de significância foram submetidas à análise de regressão. Para as análises, utilizou-se o software de acesso livre SISVAR (Sistema de Análise de Variância) (FERREIRA, 2011).

3.5 Composição da água do Rio Verde e do efluente doméstico tratado utilizado na irrigação

Durante o experimento, foram feitas quatro análises da água e dos tratamentos com diferentes doses de efluente, identificando as concentrações de Mg (magnésio), CmolL^{-1} ; Zn (zinco), CmolL^{-1} , mgL^{-1} ; Cd (Cádmio), mgL^{-1} ; e Pb (chumbo), mgL^{-1} .

Foram feitas ainda análises relativas à presença de coliformes totais (nmp/100ml) e coliformes termotolerantes (nmp100mL⁻¹).

3.6 Análise microbiológica dos frutos e sementes

As análises de frutos e sementes da pimenta dedo-de-moça amarela foram feitas no laboratório de microbiologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Ceres. Utilizou-se o método dos tubos múltiplos a fim de se verificar a quantidade de coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*), fazendo a quantificação e a identificação dos coliformes presentes nas amostras de frutos e sementes.

As amostras de frutos e sementes foram submetidas ao teste confirmativo para o grupo coliforme Caldo Lactosado Verde Brilhante Bile (C. L. V. B. B.) e ensaio para diferenciação de coliformes termotolerantes no meio (E. C).

3.8 Análise do aporte de nutrientes no solo

Após a última colheita de frutos, foram feitas, no laboratório de solos do IF Goiano – Campus Ceres, análises para avaliação do aporte de nutrientes e presença de metais existentes nos substratos. Utilizou-se o método Embrapa na caracterização do pH, cobre (Cu), chumbo (Pb), manganês (Mn), cálcio (Ca) e magnésio (Mg).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Dados climáticos

A temperatura no interior da casa de vegetação apresentou grande variação durante o período do estudo, com maior amplitude nos primeiros meses após o transplante, na fase de desenvolvimento inicial das plantas, apresentando 12°C de mínima aos 8 dias após a diferenciação dos tratamentos e 55 °C de máxima aos 40 dias após diferenciação dos tratamentos (Figura 5A). A exemplo da temperatura, a umidade relativa do ar também apresentou grande amplitude, com mínima 10 e máxima de 77% aos 62 DAT (Figura 5B).

A Figura 5 apresenta os dados de temperatura e umidade relativa registrados diariamente durante a condução do experimento.

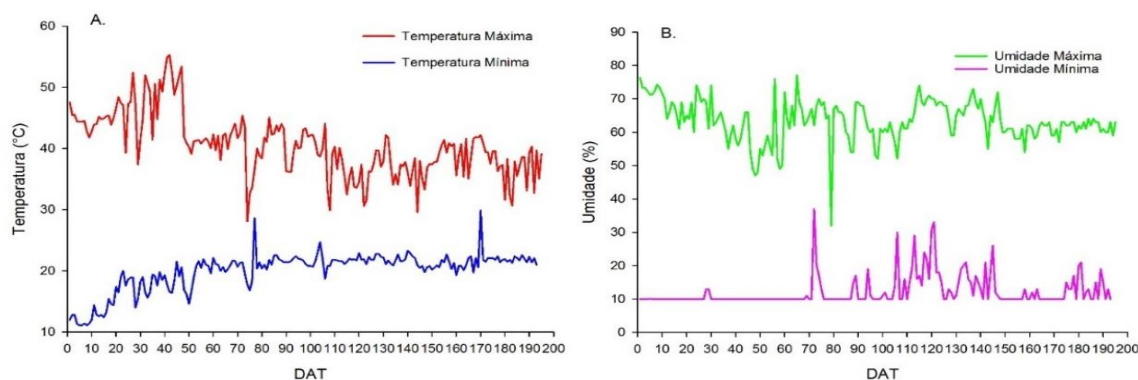


Figura 2. Temperatura máxima e mínima (A) em °C e Umidade relativa do ar, máxima e mínima (B), no interior da casa de vegetação, agosto a dezembro de 2016 – Ceres, GO

A exigência térmica da pimenta oscila entre 18 °C (temperatura mínima) e a máxima em torno de 35 °C sendo que temperaturas acima 35 °C prejudicam o desenvolvimento das plantas. Marinho et al. (2016) citam que, durante a floração e o desenvolvimento de frutos, é fundamental que a umidade relativa do ar oscile entre 50 e 70% e, para as mudas, o melhor crescimento é alcançado com temperaturas entre 26 e 30°C. Portanto, temperatura e umidade alcançaram valores acima do recomendado durante todo o ciclo da cultura.

4.1 Desenvolvimento das plantas de pimenta

A Tabela 1 apresenta o resultado do Teste F de Fisher, em nível de 5% de significância, para a avaliação final, feita aos 235 DAS. Nesta tabela, é possível identificar a resposta das características em estudo Diâmetro de caule (DC), Altura de planta (AP), Diâmetro de Copa (DCO), Número de folhas (NFO), Massa verde da Raiz (MVR) e Massa seca da Raiz (MSR) em função dos cinco tratamentos (0, 25, 50, 75 e 100% de efluente doméstico tratado) utilizados no estudo.

Tabela 2. Análise de variância das características de desenvolvimento das plantas de pimenta dedo-de-moça amarela sob concentrações de efluente doméstico tratado, aos 235 DAS - Ceres, GO.

	GL	QM					
		DC (mm)	AP (cm)	NFO (un)	DCO (cm)	MVR (g)	MSR (g)
Tratamento	4	0,63 ^{ns}	6,15 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,24 ^{ns}	66,24 ^{ns}	52,33 ^{ns}
Resíduo	12	1,19	12,02	269,86	0,12	31,2	24,8
CV (%)		9,90	5,27	8,80	0,46	21,74	22,32

*Significativo ao nível de 5% de significância; ^{ns}Não Significativo.

Diâmetro do caule (DC); Altura da planta (AP); Diâmetro da copa (DCO); Número de Folhas (NFO); Massa verde da raiz (MVR); Massa seca da raiz (MSR).

A não diferenciação significativa entre os tratamentos está em acordo com Souza et al. (2005) que, ao avaliarem, em plantas de pimentão, a influência de diferentes concentrações de efluente doméstico tratado, não observaram diferenças estatísticas nas características altura de planta e área foliar. Oliveira et al. (2012), em estudo semelhante, entretanto na produção de mudas de pimenta cambuci e quiabo, também não encontraram diferenças significativas para as características matéria seca da folha (g), matéria seca do caule (g), área foliar (cm²), matéria fresca do caule (g), matéria fresca da raiz (g), germinação, índice de velocidade de germinação, diâmetro do caule (mm), altura da plântula (cm), tamanho do caule (cm) e tamanho da raiz (cm).

Paiva et al. (2012) avaliaram o desenvolvimento de mudas de pimenta malagueta, submetidas à irrigação com diferentes concentrações de efluente doméstico tratado, e identificaram que o tratamento com 100% de águas residuárias

apresentou a menor média na produção de matéria fresca da folha, matéria fresca do caule e matéria fresca da raiz.

4.2 Análise dos Frutos

A Tabela 2 apresenta o teste F de Fisher para as características produtivas da pimenta dedo-de-moça amarela, sob concentrações de efluente doméstico tratado, aos 235 DAS - Ceres, GO.

Tabela 3. Análise de variância para as características dos frutos de pimenta dedo-de-moça amarela sob concentrações de efluente doméstico tratado, aos 235 DAS - Ceres, GO

	GL	QM			
		PROD (g planta ⁻¹)	CF (mm)	DF (mm)	ESP (mm)
Tratamento	4	24,870*	27,911*	0,435 ^{ns}	0,003 ^{ns}
Resíduo	12	3,90	2,58	0,141	0,009
CV (%)		3,80	2,91	2,59	5,49

* significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo
 PROD: produtividade; CF: comprimento do fruto; DF: diâmetro do fruto;
 ESP: espessura do pericarpo.

Em relação aos frutos, a análise estatística mostrou diferença significativa, ao nível preestabelecido, para produtividade (PROD) e comprimento dos frutos (CF), conforme apresentado na Tabela 2. Na Figura 6 visualiza-se o ajuste, com tendência linear decrescente da menor para a maior concentração de efluente de esgoto doméstico tratado, em relação à produtividade, ou seja, quanto maior a concentração de efluente, menor os valores médios de produtividade obtidos.

Conforme equação visualizada na Figura 6, para cada acréscimo de 1% na concentração de efluente doméstico tratado, há uma redução de 0,36% na produtividade de pimenta dedo-de-moça amarela, nas condições do estudo. Esta relação mostra uma redução de 36% na produtividade ao se utilizar 100% de efluente em relação ao tratamento sem sua adição.

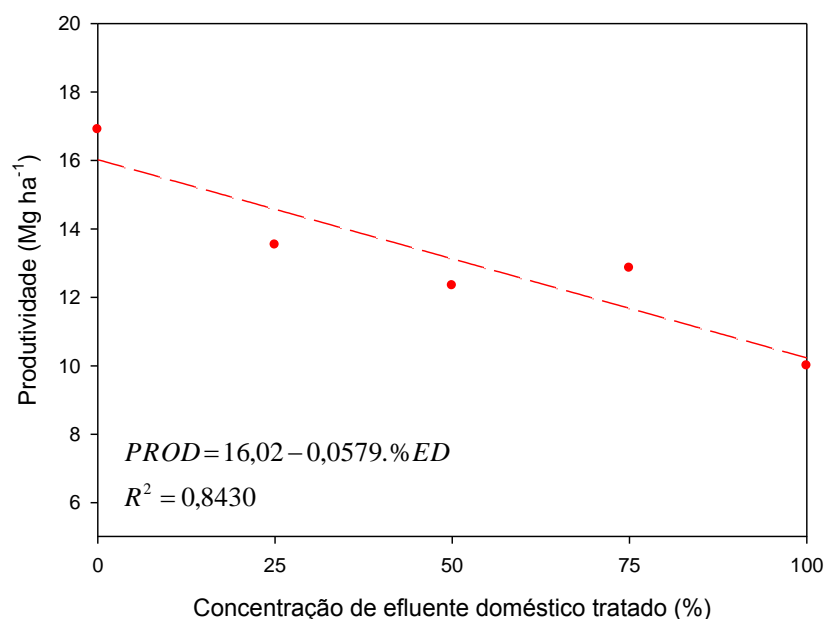


Figura 3. Produção de pimenta dedo-de-moça amarela em função das concentrações de efluente doméstico tratado.

Os resultados obtidos neste trabalho estão em consonância com Sousa et al. (2005), que obtiveram menor produção de pimentão com tratamento 100% de água residuária de esgoto tratada, comparando tratamentos sob diferentes concentrações de águas residuárias de esgoto tratado na irrigação, com e sem adubação orgânica.

Os valores máximo e mínimo estimados para produtividade (PROD) foram de 16,02 e 10,23 Mg ha⁻¹, para o tratamento T1 (sem adição de esgoto doméstico tratado - ED) e T2 (100% ED), respectivamente. Os tratamentos intermediários T2 (25% ED), T3 (50% ED) e T4 (100% ED) apresentaram produtividade estimada em 14,57; 13,12 e 10,23 Mg ha⁻¹, respectivamente.

Os resultados de produtividade encontrados neste trabalho para o tratamento T1 (sem adição de ED) são ligeiramente superiores aos encontrados por Barroca et al. (2015), que obtiveram produtividade de 15,8 t ha⁻¹ para a variedade dedo-de-moça submetida a uma lâmina de irrigação de 113,6% da ETo. Todos os tratamentos adotados neste experimento apresentaram produtividade superior aos valores médios encontrados por Oliveira et al. (2014), ao avaliarem frutos de pimenta dedo-de-moça no Piauí, tendo obtido produtividade média de 8,9 t ha⁻¹.

Diferenças de produtividade entre os tratamentos deste estudo e de autores citados anteriormente, entre outros fatores, podem ser atribuídos ao fato de ambos os

experimentos citados terem sido conduzidos a campo, gerando alterações nas condições climáticas (temperatura, umidade, vento, radiação) e com maiores espaçamentos, reduzindo o quantitativo de plantas por área.

Segundo Pinheiro et al. (2012), a produtividade de pimenta é muito variável, principalmente em função da cultivar, do nível de tecnologia adotado, da região e do período de cultivo. Para o autor, a produtividade anual normal da pimenta dedo-de-moça gira em torno de 25 t ha⁻¹.

Segundo Aloni et al. (1991) e Aloni et al. (1994), citados por Marinho et al. (2016), um dos fatores que exercem interferência na produtividade é o processo de abscisão, responsável pela redução da produção em pimenta, normalmente relacionado ao estresse térmico. A exigência térmica da pimenta oscila entre uma mínima de 18 °C e uma máxima em torno de 35 °C, sendo que temperaturas acima 35 °C prejudicam a formação dos frutos (LOPES et al., 2007). Valores abaixo da produtividade anual normal encontrados neste estudo podem ser atribuídos a temperaturas elevadas observadas durante todo o período do experimento.

A Figura 7 apresenta o ajuste quadrático obtido para a característica comprimento de fruto. Para esta característica, a concentração de efluente ótima estimada foi 41,62%.

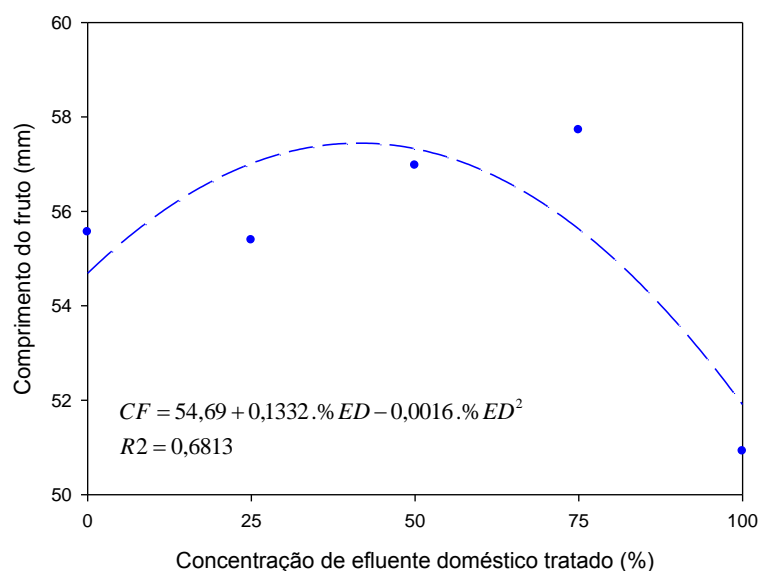


Figura 4. Comprimento do fruto de pimenta dedo-de-moça amarela em função das concentrações de efluente doméstico tratado.

Pinto et al. (2012), avaliando o efeito de diferentes concentrações de água residuária de suinocultura na produção de pimenta malagueta, observaram que o comprimento dos frutos não foi influenciado pelos tratamentos, obtendo no tratamento alternando água residuária com água comum valor médio para comprimentos dos frutos, 26,70 mm.

As demais características produtivas avaliadas, diâmetro do fruto (DF) e espessura do pericarpo (ESP), não apresentaram diferenças significativas aos níveis preestabelecidos.

4.3 Análise microbiológica

A Tabela 3 apresenta os resultados da análise microbiológica de frutos e sementes de pimenta dedo-de-moça amarela obtidos aos 235 dias após a semeadura.

Tabela 4. Análise microbiológica dos frutos e sementes de pimenta dedo-de-moça amarela sob concentrações de efluente tratados, aos 235 DAS - Ceres, GO.

	Fruto			Semente			Fruto			Semente		
	(C. L. V. B. B.)			(C. L. V. B. B.)			E.C			E.C		
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
T1(0%)	3	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0
T2(25%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T3(50%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T4(75%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T5(100%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nas análises feitas não houve confirmação de coliformes termotolerantes nas polpas e semente dos frutos da pimenta dedo-de-moça. Neste sentido, não foi feita a contagem do NMP/100ml. Feitosa et al. (2009), ao analisarem a qualidade do fruto de melancia produzido com água de esgoto doméstico tratado, obtiveram resultados negativos nas análises microbiológicas, não constatando presença de bactérias do grupo coliforme, sugerindo que as condições higiênico-sanitárias do produto foram satisfatórias. Estes autores ressaltam que, de acordo com a NBR 13.969/97, não é aconselhável o uso de efluente, mesmo com a desinfecção, para a irrigação de hortaliças e frutas de ramos rastejantes, como a melancia. Contudo, observaram que

os frutos produzidos com a utilização destes efluentes tratados apresentam qualidade sanitária satisfatória.

Sousa et al. (2013), cultivando pimentões sob concentrações de água residuária da suinocultura, aplicada via irrigação por gotejamento, não obtiveram sinais de contaminação por coliformes termotolerantes e *Salmonella* spp., mantendo-se dentro dos padrões microbiológicos sanitários exigidos pela RDC nº12, de 02/01/2000.

Oliveira et al. (2012) constataram presença de coliformes termotolerantes nas superfícies externas dos frutos de moranga ao utilizarem esgoto tratado na irrigação, não tendo ocorrido comprometimento da qualidade sanitária dos frutos da moranga, tendo em vista os níveis estarem abaixo dos padrões mínimos permitidos pelas normas sanitárias. Resultados similares foram obtidos por Rego et al. (2005), ao registraram presença de coliformes em níveis abaixo dos limites mínimos estabelecidos em melancia irrigada com esgoto tratado sob sistema de irrigação por gotejamento e por sulco.

4.4 Análise química da água e do efluente doméstico tratado

A Tabela 4 mostra as características químicas e microbiológicas da água e das concentrações de efluente doméstico tratado utilizado no experimento.

Tabela 5. Análise química da água e das concentrações de efluente doméstico tratado, aos 235 DAS - Ceres, GO

	Magnésio (Cmol/dm ³)	Zinco (mg/dm ³)	Cádmio (mg/dm ³)	Chumbo (mg/dm ³)	Cu (mg/dm ³)
T1 (0%)	0	1,174	0	0,036	0
T2 (25%)	0	0,430	0	0,035	0
T3 (50%)	0	0,102	0	0,031	0
T4 (75%)	0	0,168	0	0,035	0
T5 (100%)	0	0,636	0	0,031	0
Teste F					
Tratamento	-	0,503*	-	0,036 ^{NS}	-
CV%	-	6,34	-	9,39	-

* significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns não significativo

Entre os elementos analisados, Tabela 4, observa-se que a concentração de zinco foi a que apresentou diferença significativa a 5% de probabilidade entre os

tratamentos avaliados. A Figura 8 mostra o ajuste quadrático na relação concentração de zinco e porcentagem de efluente doméstico tratado, tendo sua menor concentração sido estimada em 57,8% de efluente doméstico tratado.

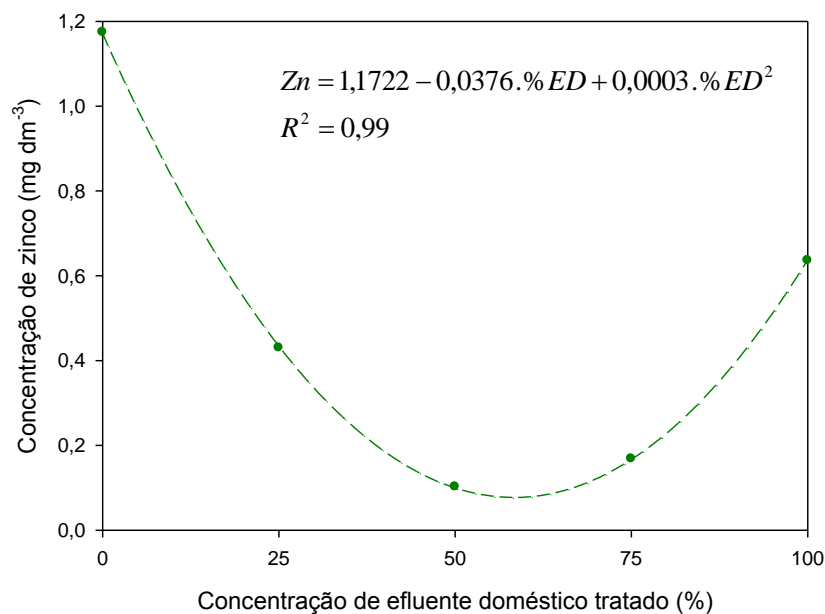


Figura 5. Concentração de zinco em função de diferentes concentrações de efluente doméstico tratado.

Não foram detectadas concentrações de magnésio, cádmio e cobre em nenhum dos tratamentos avaliados. O maior valor médio de zinco obtido no tratamento T1 (0%) com 1,17 mg/dm³ está dentro do aceitável, conforme orientações do CONAMA 420/2008 para águas de classe 2, que têm como limite máximo o valor de 5 mg/dm³. Para Ayers & Westcot (1999), concentrações de zinco superiores a 2 mg/dm³ causam toxidez em plantas, porém em solos com pH superior a 6,0 o efeito é minimizado.

Não foram observadas diferenças estatísticas nas concentrações de chumbo. Segundo as orientações CONAMA 420/2008, o teor máximo de chumbo para águas de classe 2 é de 0,05 mg/dm³, estando os valores encontrados no trabalho dentro dos padrões aceitáveis. Segundo Souza et al. (2011), plantas cultivadas em ambientes com excesso de chumbo têm o crescimento e o desenvolvimento afetados. Moraes (2011) relata que o chumbo é um elemento não essencial à planta, com alta toxicidade e capacidade de se acumular no organismo, sendo que sua fitotoxicidade depende da concentração, período de exposição ao metal, da espécie e órgão ou

tecido da planta, provocando problemas no crescimento e desenvolvimento dos vegetais.

4.5 Composição química do solo

A Tabela 5 exibe a análise residual dos substratos, cuja coleta foi feita após a última colheita de frutos.

Tabela 6. Análise dos substratos de cultivo, aos 235 DAS - Ceres, GO.

	pH	MO	Mg ⁺	Ca ⁺	Al ⁺	Al +H	P	K ⁺	Zn	Cd	Pb
	H ₂ O	gdm ⁻³	Cmol.dm ⁻³				Mg.dm ⁻³	Mg.dm ⁻³	Mg.dm ⁻³	Mg.dm ⁻³	Mg.dm ⁻³
T0	7,6	30,4	2,0	2,6	0	0	283,00	1714,00	1,86	0,015	0
T1	7,7	34,8	2,7	4,3	0	0	305,00	1294,75	2,04	0,048	0
T2	7,6	22,3	1,9	4,4	0	0	231,25	849,00	1,22	0,024	0
T3	7,8	29,5	1,8	3,5	0	0	310,00	1194,75	1,71	0,028	0
T4	7,6	23,8	1,9	4,3	0	0	266,75	1123,75	1,49	0,058	0
T5	7,5	33,5	2,6	5,7	0	0	335,50	1283,00	1,88	0,043	0
Teste F											
Tratamentos	7,6 ^{ns}	28,5 ^{ns}	2,4 ^{ns}	4,2 ^{ns}	-	-	256 ^{ns}	1149,05 ^{ns}	1,66*	0,036 ^{ns}	-
CV(%)	5,82	3,11	4,66	2,33	-	-	16,76	26,08	21,86	3,83	-

* significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo

T0: Substrato antes da diferenciação dos tratamentos;

Magnésio (Mg), cálcio (Ca), chumbo (Pb), alumínio (Al), fósforo (P) e potássio (K) no solo não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos.

Os resultados para cálcio discordam de Lucena et al. (2006), que não obtiveram diferenças significativas para seus valores, quando comparado o tratamento com efluente com água de abastecimento. Os teores de cálcio encontrados no solos não se enquadram na faixa estabelecida por CFSEMG (1999), que varia de 1,21 a 2,4 Cmol.dm⁻¹. Melo et al. (2013) observaram pequena produção de mandioca e, à medida que se aumentava a dosagem de efluente, obtinha-se maior aporte de cálcio no solo.

Koura et al. (2002), irrigando batatinha e alface com esgoto bruto, de efluente tratado e água potável, constataram que, em um ano de cultivo, não houve alterações nos teores de fósforo no solo cultivado.

Souza et al. (2003), em trabalho sobre a utilização de efluente doméstico de lagoa anaeróbia, observaram, após tratamento utilizando um sistema de irrigação por sulco, que a irrigação com efluente não alterou a fertilidade do solo, havendo necessidade de adubação completa de fósforo e potássio. Houve pequeno incremento de P, Ca, S, Cu e Zn com a aplicação de efluentes. O teor de matéria orgânica permaneceu constante, pois sua natureza proporciona rápida degradação em solos sob condições tropicais.

5 CONCLUSÕES

1. O acréscimo da concentração de efluente doméstico tratado acarretou redução na produtividade da pimenta dedo-de-moça amarela.
2. Não houve contaminação nos frutos de pimenta dedo-de-moça amarela.
3. A água e o substrato residual do experimento apresentaram diferenças significativas nos teores de zinco, o mesmo não ocorrendo para os demais elementos analisados.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, R.G. Aspectos legais para a água de reúso. VÉRTICES, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 13, n. 2, p. 31-43, maio/ago. 2011.
- Alston, L. J; Mueller, B. Property rights, violence and the State. Draft prepared for The Handbook of the New Institutional Economics (mimeo). Nov. 14, 2002.
- Assunção, P. E. V. Dispendios e viabilidade econômica da produção de pimenta no sul de Goiás. In Revista de Política Agrícola. Ano XXII. n.3, jul.-set. de 2013.
- Bastos, R. K. X. (coord.) Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura. PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, RiMa. 2003. 267p
- Batista R. O; Soares A. A; Moreira D. A; Feitosa A. P; Bezerra J. M. Influência de diferentes qualidades de esgoto doméstico na vazão de gotejadores. Revista Científica de America Latina y El Caribe, España y Portugal.
- Barroca, M.V.; Bonomo, R.; Fernandes, A.A.; Souza, J.M. Lâminas de irrigação nos componentes de produção das pimentas ‘De cheiro’ e ‘Dedo de moça’. Revista Agro@ambiente On-line, v. 9, n. 3., p. 243-250, 2015.
- Beltrão, K. G. Q. de B. (2006) Sistema de barreira bioquímica como alternativa para o tratamento de percolado. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 168p
- Bilibio, C.; Carvalho, J.A.; Martins, M.; Rezende, F.C.; Freitas, E.A.; Gomes, L.A.A. Desenvolvimento vegetativo e produtivo da berinjela submetida a diferentes tensões de água no solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 7, p. 730-735, 2010.
- Carvalho, J.A.; Rezende, F.C.; Aquino, R.F.; Freitas, W.A.; Oliveira, E.C. Análise produtiva e econômica do pimentão vermelho irrigado com diferentes lâminas, cultivado em ambiente protegido. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, n. 6, p. 569-574, 2011.
- Chernicharo, C. A. L. Reatores anaeróbios. 2.ed. Belo Horizonte: DESA, UFMG, 2007. 380p. (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, v.5)
- Cheis, D. Falta de normas técnicas para reúso de água ainda é um problema no país. Revista Água e Afluentes. 2013. Disponível em <http://www.tratabrasil.org.br/falta-de-normas-tecnicas-para-reuso-de-agua-ainda-e-um-problema-no-pais-revista-agua-e-afluentes-online-internet-reuso>. Acesso em 14/08/2017.
- CREA-PR. Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Paraná. Uso e reúso da água. 2010. (Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar).
- Dutra, I. C. B. Uso de água residuária de origem doméstica no cultivo da pimenta malagueta na região da Chapada do Apodi-RN. 2013. tese mestrado.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. EMBRAPA Hortaliças. Brasília, DF. 2006.
- Feitosa, T. et al. Qualidade de frutos de melancia produzidos com reúso de água de esgoto doméstico tratado. *Revista Tecnológica*, v. 30, n. 1, p. 53-60, 2009.
- Ferreira, D.F. SISVAR: A Computer Statistical Analysis system. *Revista Ciência Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- Fiori, S; Cartana, V.M; Pizzo, F.H. Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 19-30, jan./mar. 2006.
- FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. 3ª ed. rev. Brasília, 2007. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/internet/arquivos/biblioteca/eng/eng_analAgua.pdf. Acesso em 03 março 2017.
- Furtado A. A. L; Dutra A. S; Deliza R; Processamento de “Pimenta Dedo-de-Moça” (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) em Conserva. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. 2006.
- Gomes, M.A.F. Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã. 2011. Disponível em http://webmail.cnpma.embrapa.br/down_hp/464.pdf. Acesso em 13/08/2017.
- Hespanhol, I. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. *Bahia Análise & Dados*, v. 13, n. especial, p. 411-437, 2003.
- IPGRI. *Descriptor para Capsicum (Capsicum spp)*. Roma, 1995. 49p.
- Jordão, E. P.; Pessoa, C. A. Tratamento de esgotos domésticos. 6. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011. 969 p.
- Kouraa, A.; Fethi, F.; Lahlou, A.; Ouazzani I N. Reuse of urban wastewater by combined stabilization pond system in Benslimane (Marocco). *Urban Water*, v.4, p.373-378, 2002.
- Leal, R. M.; et al. Soil exchangeable cations, sugarcane production and nutrient uptake after wastewater irrigation. *Scientia Agricola*, Piracicaba-SP, v.66, n.2, p.242- 249, march/april, 2009.
- Lima, E.M.C.; Carvalho, J.A.; Rezende, F.C.; Thevaldi, M.S.; Gatto, R.F. Rendimento da pimenta *Cayenne* em função de diferentes tensões de água no solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n.11, p. 1181-1187, Campina Grande, 2013.
- Lopes, C. A. et al. Pimenta (*Capsicum* spp.): importância econômica. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2007. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/importanciaeconomica.html. Acesso em: 01 ago. 2017.

- Marinho, L.B.; Frizzone, J. A.; Júnior, J. B. T.; Paulino, J.; Soares, J. M.; Vilaça, F. N. Déficit hídrico nas fases vegetativa e de floração da pimenta 'Tabasco' em ambiente protegido. *Irriga, Botucatu*, v.21, n. 3, p. 561-571, 2016.
- Metcalf& Eddy. Inc. *Wastewater Engineering treatment Disposal Reuse*. 4. ed. NewYork, McGraw - Hill Book, 1815p. 2003.
- Nakayama, F.S.; Bucks, D.A. Emitter clogging effects on trickle irrigation uniformity. *Transactions of the ASAE, St. Joseph*, v.24, n.4, p.77-80, 1981.
- Oliveira, J. F.; Alves. S. M. C.; Neto. M. F.; Oliveira. R. B. Efeito da água residuária de esgoto doméstico tratado na produção de mudas de pimenta cambuci e quiabo. *ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia*, v.8, N.14; p. 2012 450.
- Oliveira, J.R.; Gomes, R.L.F.; Araújo, A.S.F.; Marini, F.S.; Lopes, J.B.; Araújo, R.M. Estado nutricional e produção da pimenteira com uso de biofertilizantes líquidos. *Revista de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, n. 12, p. 1241-1246, 2014a.
- Oliveira, J.R.; Gomes, R.L.F.; Sousa, R.S.; Lopes, A.C.A.; Dias, C.T.S.; Lopes, J.B.; Peron, A.P. Efeito da época de maturação sobre caracteres do fruto de pimenta dedo-de-moça (*Capsicum baccatum* L.). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 9, n. 4, p. 495-499, 2014.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA (FAO). A falta de água afetará dois terços da população mundial em 2050. 2015. Disponível em <https://www.fao.org.br/2050eavpmasams.asp>. Acesso em 13/08/2017.
- Pacco, H.C; Rinaldi, M.M; Sandri, D; Neves, P.H.C; Valente, R.R.M. Características de tomate producido con agua tratada en interior y exterior de invernadero. *Horticultura Brasileira*, 32, n. 4, out. - dez. 2014.
- Paiva, L. A. L. de; Alves, S. M. C.; Ferreira Neto, M.; Oliveira, R. B de; Oliveira, J. F. de. Influência da aplicação de esgoto doméstico secundário na produção de mudas de pimenta malagueta e pimentão. *Enciclopédia Biosfera, Goiânia*, v.8, n.15; p.1058-1066, 2012.
- Pereira, F.E.C.B.; Torres, S.V.; Silva, M.I.L.; Grangeiro, L.C.; Benedito, C.P. Qualidade fisiológica de sementes de pimenta em função da idade e do tempo de repouso pós-colheita dos frutos. *Revista Ciência Agronômica*, v. 45, n. 4, p. 737-744, 2014.
- Pereira, L.R. Viabilidade econômico/ambiental da implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial em edificação de 100m² de cobertura. 2008. Disponível em <http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/arquivosupload/36/file/continua>. Acesso em 14/08/2017.
- Pinheiro, J. B.; Amaro, G. B.; Pereira, R. B. Nematoides em pimentas do gênero *Capsicum*. Brasília: EMBRAPA, 2012. 9 p.

- Pinto, C. M. F.; Pinto, F. A.; Oliveira, R. A. de; Batista, R. O.; Silva, K. B. da. Efeito da fertirrigação com água residuária de suinocultura na produção de pimenta malagueta. *Agropecuária Científica do Semiárido*, v.8, n.3, p.112-117, 2012.
- Polomski, R. F.; Taylor, M. D.; Bielenger, D. G.; Bridges, W. C.; Klaine, S. J. & Whitwell, T. 2009. Nitrogen and phosphorus remediation by three floating aquatic macrophytes in greenhouse-based laboratory-scale subsurface constructed wetlands. *Water Air Soil Pollution*. 197: 223-232.
- Ribeiro, J. C. Reúso de efluentes na agricultura. UNESP, 2013. Disponível em: <http://www.feb.unesp.br/eduoliv/seminarios2013>. Acesso em: 14/06/2017
- Rego, J. de L.; Oliveira, E. L. L. de.; Chaves, A. F.; Araujo, A. P. B.; Bezerra, F. M. L.; Santos, A. B. dos.; Mota, S. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, p.155-159, 2005.
- Rowan, M.; Mancl, K.; Tuovinen, O. H. Clogging incidence of drip irrigation emitters distributing effluents of differing levels of treatment. In: ON-SITE WASTE WATER TREATMENT, 10, 2004, Sacramento. Proceedings... St. Joseph: ASAE, 2004. p. 84-91. (Paper, 701P0104)
- SABESP. Água no planeta. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/> Acesso em: 14/08/2017.
- Salgado, V. C. Avaliação de diferentes lâminas de irrigação com esgoto doméstico tratado no cultivo de melancia (*Citrullus lanatus* Schrad) NO SERTÃO PERNAMBUCANO. 2013.
- Santilli, J.F.R. A política nacional de recursos hídricos (Lei 9.433/97) e sua implementação no Distrito Federal. *Rev. Fund. Esc. Super. Minist. Público Dist. Fed. Territ.*, Brasília, Ano 9, V. 17, p. 144 – 179, jan./jun. 2001.
- Santos, J.G; Piveli, R.P; Campos, F; Sundefeld, G; Sousa, T.S; Cutolo, S.A. Análise parasitológica em efluentes de estações de tratamento de águas residuárias. *Revista de Patologia Tropical*, vol. 41 (3): 319-336. jul.-set. 2012.
- Signorini, T.; Renesto, E.; Machado, M. F. PS.; Bepalhok, D.N.; Monteiro, E.R. Diversidade genética de espécies de *Capsicum* com base em dados de isozimas. *Horticultura Brasileira*, v. 31, p. 534-539, 2013.
- Silveira, B.Q. Reúso da água pluvial em edificações residenciais. 2008. Disponível em <http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Reuso%20Da%20C1gua%20Pluvia%20Em%20Edifica%20E7%20Residenciais.pdf>. Acesso em 14/08/2017.
- Silva, L. L.; Feitosa, H. O.; Carvalho, C. M.; Souza, R. P. F.; Feitosa, S. O.; Alcântara, P. F.; Produção da pimenta tekila bode vermelha irrigada com efluente tratado sob diferentes concentrações. *Agropecuária Técnica* (2015) Volume 36 (1): 9-17.
- Silva, S. C. da. Wetlands construídos de fluxo vertical com meio suporte de solo natural modificado no tratamento de esgotos domésticos. Tese (Doutorado em

Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos). Universidade de Brasília, UNB, Brasil, 2007.

- Souza, J. A. R.; Moreira, D. A.; Martins, I. P.; CARvalho, C. V. M.; Carvalho, W. B. Sanidade de frutos de pimentão fertirrigados com água residuária da suinocultura. *Ambi-Água*, Taubaté, v. 8, n. 2, p 124-134, 2013. Disponível em <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-água.1115>.
- Souza, J. T.; et al. Desempenho da cultura do arroz irrigado com esgotos sanitários previamente tratados. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, p.107-110, 2001.
- Souza, L. A.; Andrade, S. A. L.; Souza, S. C. R.; Schiavinato, M. A. Tolerância e potencial fitorremediador de *Stizolobium aterrimum* associada ao fungo micorrízico arbuscular *Glomus etunicatum* em solo contaminado por chumbo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, n. 4, p. 1441-1451, 2011.
- Souza, S.B.S.; Bertoncini, E.I.; Figueiredo, R.F; Coraucci Filho, B.; Stefanutti, R. Pós-tratamento do efluente doméstico de uma lagoa anaeróbia utilizando um sistema de irrigação por sulcos. *TECBAHIA*, v.18, n.2-3, p.77-88, 2003.
- Técnicas de análises microbiológicas da água; membrana filtrante, 1ª ed. São Paulo: Cetesb, 1997.
- Thebaldi, M.S; Rocha, M.S; Sandri, D; Felisberto, A.B. Características produtivas do tomate irrigado por diferentes sistemas de irrigação e qualidades de água. *Irriga*, Botucatu, v. 18, n. 1, p. 43-58, janeiro-março, 2013.
- Von Sperling, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3.ed. Belo Horizonte: UFMG, 2011.452p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 1).