



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**APLICAÇÃO DE EFLUENTE DE ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO E ÁGUA DE  
CÓRREGO EM DIFERENTE DENSIDADE DE PLANTIO DA PIMENTA DE CHEIRO**

**KALINE MARIA CHAGAS DE FRANÇA**

**KALINE MARIA CHAGAS DE FRANÇA**

**APLICAÇÃO DE EFLUENTE DE ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO E ÁGUA DE  
CÓRREGO EM DIFERENTE DENSIDADE DE PLANTIO DA PIMENTA DE CHEIRO**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. DELVIO SANDRI.

**Brasília, DF  
Dezembro de 2016**

## FICHA CATALOGRÁFICA

FRANÇA, Kaline Maria Chagas de

“APLICAÇÃO DE EFLUENTE DE ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO E ÁGUA DE CÓRREGO EM DIFERENTE DENSIDADE DE PLANTIO DA PIMENTA DE CHEIRO”. Orientação: Delvio Sandri, Brasília 2016, 39p.

Monografia de Graduação (G) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2016.

1. Água residuária 2. Esgoto 3. Atributos da água 4. Reúso 5. Fenometria da pimenta.

I.Sandri,D.de. II. Drº.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

FRANÇA, K. M.C. Aplicação de efluente de esgoto doméstico tratado e água de córrego em diferente densidade de plantio da pimenta de cheiro; Faculdade de Agronomia e Medicina veterinária; Universidade de Brasília, 2016. 39p.

## CESSÃO DE DIREITOS

**Nome do Autor:** KALINE MARIA CHAGAS DE FRANÇA

**Título da Monografia de Conclusão de Curso:** Aplicação de efluente de esgoto doméstico tratado e água de córrego em diferente densidade de plantio da pimenta de cheiro.

**Grau:** 3º, **Ano:** 2016

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

KALINE MARIA CHAGAS DE FRANÇA

CPF: 038.987.981-94

(61) 99844 -1270/ email: [kalinecfranca@gmail.com](mailto:kalinecfranca@gmail.com)

**KALINE MARIA CHAGAS DE FRANÇA**

**APLICAÇÃO DE EFLUENTE DE ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO E ÁGUA DE  
CÓRREGO EM DIFERENTE DENSIDADE DE PLANTIO DA PIMENTA DE CHEIRO**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Delvio Sandri  
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária  
Universidade de Brasília  
Orientador

---

Prof. Dr. João José da Silva Júnior  
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária  
Universidade de Brasília  
Examinador

---

Prof. Dr. Gervásio Fernando Alves Rios  
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária  
Universidade de Brasília  
Examinador

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus que concedeu a minha vida.

Aos meus pais Dourival e Flauzinete, ao meu irmão Douglas que me proporcionaram os meus estudos, compartilhando seus ensinamentos e conduta, dividindo comigo minhas felicidades, tristezas e dificuldades.

Ao meu orientador Prof. Dr. Delvio Sandri, pela paciência e serenidade em todos os momentos.

A minha querida amiga e parceira de trabalho Sarah Maria Pires Camargo, que me concedeu a oportunidade de aprender, a me alegrar nas jornadas de trabalho, nas dificuldades, e com suas palavras sábias.

Aos meus queridos colegas de faculdade Djane Leite, Gabriel Freitas, que me proporcionaram palavras sábias e paciência.

Aos meus colegas da Fazenda Água Limpa, em especial Sr. José Viera da Silva e Ramon Souza Oliveira pela dedicação e pelos ensinamentos durante minhas práticas.

Muito obrigada.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	viii
RESUMO .....	ix
1. INTRODUÇÃO .....	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1. Tratamentos de esgoto e reúso na agricultura .....	12
2.2. Cultura da pimenta de cheiro .....	13
2.3. Manejo da irrigação da pimenta .....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1. Local do experimento .....	16
3.2. Efluente de esgoto tratado .....	16
3.3. Cultivar de pimenta .....	17
3.4. Delineamento experimental.....	17
3.5. Sistema de irrigação.....	19
3.6. Calagem, adubação de base e cobertura .....	22
3.7. Análises efluente de esgoto tratado (EET) e água do córrego (Ac) .....	23
3.8. Análise das plantas e dos frutos de pimenta.....	23
Diâmetro médio de caule (Dmc).....	23
Diâmetro (Df) e comprimento (Cf) médio dos frutos.....	23
Número de frutos por planta (Nfp).....	24
Produtividade (Prod) .....	24
3.9. Controle de plantas daninhas, pragas e doenças .....	24
3.10. Análises estatísticas .....	25
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	26
4.1 Dados climáticos .....	26
4.2 Análises químicas do efluente de esgoto tratado (EET) e água de córrego (Ac) .....	30
4.3 Diâmetro médio de caule (Dmc).....	31
4.4 Diâmetro (Df) e comprimento médio dos frutos (Cf).....	32
4.5 Número de frutos por planta (Nfp).....	33

4.6	Produtividade (Prod) .....	33
5	CONCLUSÕES .....	35
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atributos no efluente de esgoto tratado (EET) e na água do córrego (Ac).	30
Tabela 2. Diâmetro médio do caule da planta de pimenta de cheiro em função do tipo de água e espaçamento entre plantas. ....	32
Tabela 3. Diâmetro e comprimento médio dos frutos de pimenta de cheiro em função do tipo de água e espaçamento entre plantas. ....	32
Tabela 4. Número total de frutos em função do tipo de água e espaçamento entre plantas. ....	33
Tabela 5. Produtividade total de frutos em função do tipo de água e espaçamento entre plantas. ....	34

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de tratamento de esgoto da Fazenda Água Limpa da UnB. ....	16
Figura 2. Mudanças de pimenta de cheiro ( <i>Capiscum spp</i> ).....	17
Figura 3. Distribuição dos tratamentos em campo e equipamentos do sistema de irrigação.....	18
Figura 4. Visualização dos equipamentos utilizados para aplicação da água de irrigação (a), plantas de pimenta de cheiro e linha laterais de gotejadores (b) e experimento de pimenta, vista do mirante da FAL (4c).....	19
Figura 5. Coeficiente da cultura ( $K_c$ ), em relação aos dias após o transplante (DAT). .....	21
Figura 6. Tensiômetros em diferentes profundidades. ....	21
Figura 7. Curva de retenção de água no solo do local do experimento, determinado pelo método da centrífuga e equação de ajuste da curva. ....	22
Figura 8. Paquímetro para medição das dimensões dos frutos de pimenta de cheiro. .....	23
Figura 9. Pesagem dos frutos de pimenta de cheiro. ....	24
Figura 10. Temperatura média em relação aos dias após o transplante (DAT). ....	26
Figura 11. Evapotranspiração em dias durante o ciclo da cultura.....	27
Figura 12. Evapotranspiração de referência em relação aos dias após o transplante .....	27
Figura 13. Evapotranspiração corrigida para o gotejamento em relação aos dias após o transplante (DAT). ....	28
Figura 14. Evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) em relação aos dias após o transplante (DAT).....	29
Figura 15. Tempo de aplicação ( $T_a$ ) de água em relação aos dias após o transplante (DAT). ....	29

FRANÇA, KALINE MARIA CHAGAS DE. Aplicação de efluente de esgoto doméstico tratado e água de córrego em diferente densidade de plantio da pimenta de cheiro. 2016. Monografia (Bacharelado em Agronomia). Universidade de Brasília – UnB.

## RESUMO

A produtividade pimenta (*Capsicum spp*) depende de vários fatores, como adubação, irrigação, controle de pragas e doenças, atributos químicos presentes na água, densidade de plantio, dentre outros. O trabalho teve como objetivo avaliar as características morfológicas das plantas e suas respectivas produtividades sob dois tipos de tratamento de irrigação e em dois espaçamentos diferentes. O cultivo da pimenta em campo foi realizado no período de abril a novembro de 2016, em delineamento experimental em blocos casualizado, esquema fatorial 2 x 2, sendo dois tipos de água (EET e Ac) e duas densidade de plantio (0,4 m x 1,0 m e 0,6 m x 1,0 m), com quatro repetições. Para manejo da irrigação foi utilizado o tanque “Classe A” e a umidade do solo monitorada com tensiômetros. Os teores de sódio, cálcio, magnésio e razão de adsorção de sódio (RAS) no EET são maiores que os padrões recomendados para uso na irrigação. O número de frutos por planta, o diâmetro e comprimento médio dos frutos, diâmetro médio do caule e produtividade da pimenta de cheiro não foram influenciados pelo tipo de água e densidade de plantio, embora em valor absolutos estes parâmetros sejam maiores no tratamento irrigado como EET e menor densidade de plantio. O diâmetro médio do caule é maior no tratamento com água residuária e espaçamento entre planta de 40 cm.

**Palavras-Chave:** água residuária, esgoto, atributos da água, reúso, fenometria da pimenta.

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso escasso que limita as atividades e é essencial para as seres humanos, fauna e a flora. Portanto, devem-se preservar os recursos naturais tais quais: lagos, rios, nascentes, entre outros, que são finitos. O cenário atual demonstra com bastante evidência as condições em que se encontra em termos qualitativos e quantitativos os recursos hídricos em muitos locais do Brasil, especialmente devido às atividades antrópicas, e, em muitas situações, acredita-se não atenderem a legislação vigente.

A utilização do esgoto na irrigação tem como objetivo aumentar a microbiota e fornecer nutrientes ao solo tem-se, assim, retorno economicamente viável, reduzindo os gastos com fertilizantes, também, com o reúso pode suprir parte das necessidades hídricas das culturas (HARUVY, 1997).

Devido à dificuldade na oferta de água para a irrigação, o reúso de efluente de esgoto tratado (EET), que já se tornou uma técnica bastante usual e com benefícios conhecidos (ALMEIDA, 2010) em muitos países. Embora não há normatização que regule seu uso no Brasil, existem alguns usos bem sucedidos. Porém, pode colocar em risco a saúde pública devido a doenças de veiculação hídrica e também pode causar danos ambientais por conta de seu potencial poluidor dos solos.

Devido aos riscos inerentes é de suma importância que o esgoto passe por tratamento prévio antes de sua reutilização, ao mesmo tempo, que haja o controle das culturas a serem utilizadas e das exigências que cada uma possui (BARROSO e WOLFF, 2011).

O reúso é uma atividade que visa diminuir gastos e beneficiar as pessoas com a racionalização da água, tornando abundante sua utilização para diversos fins, em que as atividades não sejam prejudiciais para o meio ambiente.

São vários os benefícios do uso de EET, como presença de nutrientes que promovem a substituição parcial de fertilizantes químicos, minimizando a degradação ambiental em função da redução do lançamento de resíduos nos corpos hídricos; aumento na produção agrícola tanto qualitativo quanto quantitativo; economia da quantidade de água direcionada para a irrigação, que pode ser utilizada para fins mais nobres, e a melhoria das condições físicas do solo pela

adição da matéria orgânica, ao mesmo tempo em que se minimiza o problema da disposição final de águas residuárias (HESPANHOL, 2003).

Por outro lado, a utilização de EET na irrigação de culturas agrícolas pode acarretar alterações físicas, químicas e microbiológicas no solo; proporcionar contaminação tanto do produto agrícola quanto do produtor rural e danificar os equipamentos utilizados na aplicação dessas águas residuárias (BATISTA et al., 2010).

A resposta de uma cultura é influenciada pela composição da água usada na irrigação, mas também por vários outros fatores, como a densidade de plantio, definida como o número de plantas por unidade de área, onde densidade de plantio inadequada pode ser uma das causas para redução da produtividade, tamanho e uniformidade dos frutos, o que pode interferir no preço de mercado. Assim, estas variáveis melhoram até certo aumento da densidade de plantio, onde se obtém a densidade ótima, a partir daí o aumento da densidade faz decrescer a produtividade, função, principalmente, de cultivar e condições externas, como condições edafoclimáticas do local e do próprio manejo da lavoura e de insumos. Assim, basicamente dependente da cultivar, disponibilidade de água e nutrientes.

A produção de pimenta (*Capsicum spp*) para uso como condimento de mesa e de produtos alimentícios industrializados vem crescendo e, atualmente, é uma atividade olerícola bastante rentável, inclusive para pequenas indústrias de conservas. As pimentas pertencem à família *Solanaceae* e ao gênero *Capsicum*, são cultivadas principalmente nos estados de Minas Gerais, Bahia e Goiás (AZEVEDO, 2005).

O trabalho teve como objetivo avaliar as características morfológicas das plantas e suas respectivas produtividades sob dois tipos de tratamento de irrigação e em dois espaçamentos diferentes.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Tratamentos de esgoto e reúso na agricultura**

A água para o reúso, tanto da chuva quanto das residuárias é utilizada a milhares de anos, e visa diminuir consumo de fontes naturais e beneficiar as pessoas com a racionalização da água, aumentando sua disponibilidade para utilização para diversos fins, porém, que não sejam prejudiciais para o ambiente. Todavia, no Brasil, essa atividade ainda não é regulamentada por lei.

São vários os benefícios do uso de EET, como presença de nutrientes que promovem a substituição parcial de fertilizantes químicos, minimizando a degradação ambiental em função da redução do lançamento de resíduos nos corpos hídricos; aumento na produção agrícola tanto qualitativo quanto quantitativo; economia da quantidade de água direcionada para a irrigação, que pode ser utilizada para fins mais nobres, e a melhoria das condições físicas do solo pela adição da matéria orgânica, ao mesmo tempo em que se minimiza o problema da disposição final de águas residuárias (HESPANHOL, 2003).

Por outro lado, a utilização de EET na irrigação de culturas agrícolas pode acarretar alterações físicas, químicas e microbiológicas no solo; proporcionar contaminação tanto do produto agrícola quanto do produtor rural e danificar os equipamentos utilizados na aplicação dessas águas residuárias (BATISTA et al., 2010).

No entanto a utilização das águas residuárias requer a minimização de riscos de contaminações do solo e dos produtos agrícolas. Faz-se então, uma alternativa que minimiza os problemas ambientais, preocupando-se com as bactérias, patógenos e coliformes fecais, que, com manejo inadequado podem contaminar o solo e ser prejudicial à saúde humana (SOUZA et al., 2011).

Grandes volumes de resíduos são gerados pelos diferentes setores da economia, que na maioria das vezes não são tratados, o que exige medidas urgentes para reduzir os impactos negativos sobre o ambiente. Diante deste quadro, é imprescindível desenvolver e difundir tecnologias de baixo custo e apropriadas à realidade brasileira, disponibilizando as informações para que contribuam para o estabelecimento de critérios de tratamento de efluentes, propiciando benefícios

econômicos, sociais, ambientais, proteção dos recursos hídricos e da saúde pública e que ao mesmo tempo sejam eficientes para atender a legislação em vigor (Brasil, 2011).

Dentre estas tecnologias cita-se o uso de tanques sépticos compartimentados (TSC) seguidos de leitos cultivados (LC) para tratamento de esgotos, com uma filosofia voltada para a preservação do meio ambiente, atendendo a grande expectativa da sociedade. De acordo com ALMEIDA et al. (2010) a utilização de plantas no tratamento de esgotos constitui-se em alternativa viável em substituição aos sistemas convencionais.

Nos leitos de cultivo atuam microrganismos aeróbios e anaeróbios, possuindo grande capacidade de reduzir carga orgânica e resíduos sólidos. A remoção de poluentes nos leitos cultivados é realizada por processos físicos, químicos e biológicos, sendo realizados de modo concomitante e influenciados pelo tipo de fluxo do leito, pela planta cultivada, pelo meio suporte utilizado e pelas características da água residuária a ser tratada.

Inúmeras são as macrófitas (plantas vasculares cujos tecidos são visíveis) que podem ser empregadas nos leitos cultivados. O termo macrófita inclui desde as plantas aquáticas vasculares (angiospermas, como exemplo clássico cita-se a taboa – *Typha spp.*) até algumas algas cujos tecidos podem ser visivelmente identificados (BRIX, 1997).

## **2.2. Cultura da pimenta de cheiro**

A pimenta de cheiro é a mais domesticada da região amazônica, onde se concentra a maior diversidade (ARAÚJO et al., 2013). A pimenta de cheiro pertence à família *Solanaceae* e ao gênero *Capsicum L.* (CERQUEIRA, 2012).

Com a chegada dos portugueses no continente americano, muitas espécies foram descobertas, tem diversos relatos descritos que a pimenta é importante para os usos culinários e medicinais (LOPES, 2007). A *Capsaicina*, responsável pela pungência das pimentas, tem efeitos anestésicos ao corpo. O cultivo tem importância econômica, devido à produtividade, em suas formas comestíveis em relação ao paladar, sendo consumidas em diferentes formas como: in natura, pastas, molhos, desidratadas e conservas.

A cultivar de pimenta de cheiro, da empresa, Hortivale, foi identificada na região da Amazônia, produz frutos de formatos cônico, coloração verde clara, que ao amadurecerem ficam amarela, tem característica de adaptação nas regiões de clima tropical, especialmente no Norte e Nordeste do Brasil. A planta é rústica e produtiva, cresce cerca de 1,2 m de altura, início de colheita de aproximadamente 50 dias após o transplante, em condições favoráveis e feitas varias colheitas. Seu ciclo vai de 90 a 140 dias com rendimento de 12 a 50 t ha<sup>-1</sup>. E importante ressaltar que o plantio profundo da muda e desfavorável, com menor adensamento e uma boa adubação promove a longevidade na cultura e elevação da produtividade, temperaturas baixas podem promover aborto de frutinhos ou das flores.

### **2.3. Manejo da irrigação da pimenta**

Segundo Marouelli e Silva (2008), o cultivo de pimenta é ideal em regiões que tenham chuvas regulares, sendo que a períodos de seca e baixa precipitação a irrigação pode causar baixos rendimentos comerciais, e dependendo do manejo podem causar danos fitossanitários, os métodos mais utilizados são aspersão, em sistema de sulco e gotejamento. No estágio em que transplante, pegamento, e desenvolvimento de planta e frutos, a cultura necessita de água para a produção. O manejo inadequado da irrigação provoca em solos mal drenagem, reduzindo a absorção da planta aos nutrientes e aeração favorecendo doenças maior incidência fúngicas e bacterianas ao solo, custo elevado de energia, baixa eficiência no uso da água, baixa produtividade, pior qualidade dos frutos.

Para os autores acima, no gotejamento, a água é aplicada nas proximidades da zona radicular, o que minimiza a ocorrência de doenças na parte aérea ou disseminação de patógenos. Adapta aos mais diversos tipos de solo e topografia, que favorece ao sistema de automatização. Uma vantagem do sistema é a eficiência no uso da água. Em geral, a necessidade de água varia de 500 a 800 mm anuais, podendo ultrapassar os 1000 mm para cultivares de ciclo longo, dependendo do estágio da cultivar, condições edafoclimáticas e sistema de cultivo.

Ainda, por estes autores, vários métodos de manejo de irrigação podem ser utilizados. O método de turno de rega baseado em umidade do solo, e da evapotranspiração da cultura em tempo real. A precisão para o método e melhorada

quando calculamos o valor de  $ET_c$  a ser considerado deve ser igual à média da evapotranspiração ocorrida no período consecutivo entre duas irrigações. Um cálculo simples e evapotranspiração em relação ao tanque “Classe A”. A tensão da água no solo, ou seja, a força com que a água é retirada pela matriz do solo, o sensor utilizado para medir é o tensiômetro, em que estipula o momento certo de irrigar e a quantidade de água a ser repostada entre duas irrigações. A tensão de recomendação para aspersão e sulco é de 25 a 30 kPa, no estágio reprodutivo, e em 50 e 60 no estágio vegetativo e de maturação. No gotejamento, a tensão deve ser mantida entre 10 e 15 kPa, sendo o menor valor para solos de textura arenosa (MARQUELLI e SILVA, 2008).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Local do experimento

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Água Limpa (FAL) pertencente a UnB, localizada nas coordenadas 15°56' a 15°59' S e 47°55' a 47°58' W. A altitude média é de 1100 m, e conforme a classificação de Köpen, o clima da região é do tipo Aw, sendo caracterizado por duas estações bem definidas, uma seca e chuvosa, que ocorre de outubro a abril e outra fria e seca de maio a setembro (NIMER 1989). O experimento foi desenvolvido no período de Abril a Novembro de 2016.

As informações de temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento, bem como a evaporação do “Tanque Classe A” para determinação da evapotranspiração de referência – ETo foram obtidas de uma estação meteorológica localizada a 300 m do local do experimento.

#### 3.2. Efluente de esgoto tratado

Na FAL/UnB, são gerados esgotos de descargas sanitárias e do refeitório, que pela sua composição é caracterizado como esgoto doméstico. A estação de tratamento de esgoto (ETE/FAL/UnB) é constituída de três tanques sépticos em série, constituído de caixas de polietileno de com tampa roscável, com volume útil de cada tanque de 5000 L, ou seja, 15000 L de volume útil total, e três unidades de leitos cultivados de fluxo subsuperficial, construídos em paralelo, preenchido com brita #2 e um leito sem planta macrófita, com dimensões de 2,5 m (largura), 6,5 m (comprimento) e 0,5 m (altura) (Figura 1).

Foi transplantada a macrófita taboa (*Typha spp*) em um dos leitos, outro com papiro-brasileiro (*Cyperus giganteus*) e um com Lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium Koehne*).



Figura 1. Sistema de tratamento de esgoto da Fazenda Água Limpa da UnB.

### 3.3. Cultivar de pimenta

Foi cultivada a pimenta de cheiro (*Capiscum spp*), sendo as mudas produzidas em bandejas com 128 células (Figura 2), utilizando a vermiculita como substrato. O Início de colheita foi aproximadamente aos 90 dias após o transplante (DAT), sendo realizadas seis colheitas nas seguintes DAT (90 DAT, 107 DAT, 122 DAT, 147 DAT, 184 DAT, 232 DAT).



Figura 2. Mudanças de pimenta de cheiro (*Capiscum spp*).

### 3.4. Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro tratamentos, em esquema fatorial 2 x 2, com quatro repetições, conforme Figura 3. Os tratamentos foram: T1) Água do córrego (Ac) e espaçamento entre plantas de 0,40 m (AcE40); T2) Água do córrego (Ac) e espaçamento entre plantas de 0,60 m (AcE60); T3) Efluente de esgoto tratado (EET) e espaçamento entre plantas de 0,40 m (Et40) e T4) Efluente de esgoto tratado (EET) e espaçamento entre plantas de 0,60 m (EtE60).

O transplante foi realizado quando as mudas apresentavam de 4 a 6 folhas definitivas ou aproximadamente 10 cm de altura. Cada parcela foi composta por quatro linhas com 6 plantas cada uma, totalizando 24 plantas por parcela, 96 plantas por tratamento, sendo consideradas as 4 plantas das duas linhas centrais, como úteis, ou seja, 8 por parcela, área total de 259,2 m<sup>2</sup>.

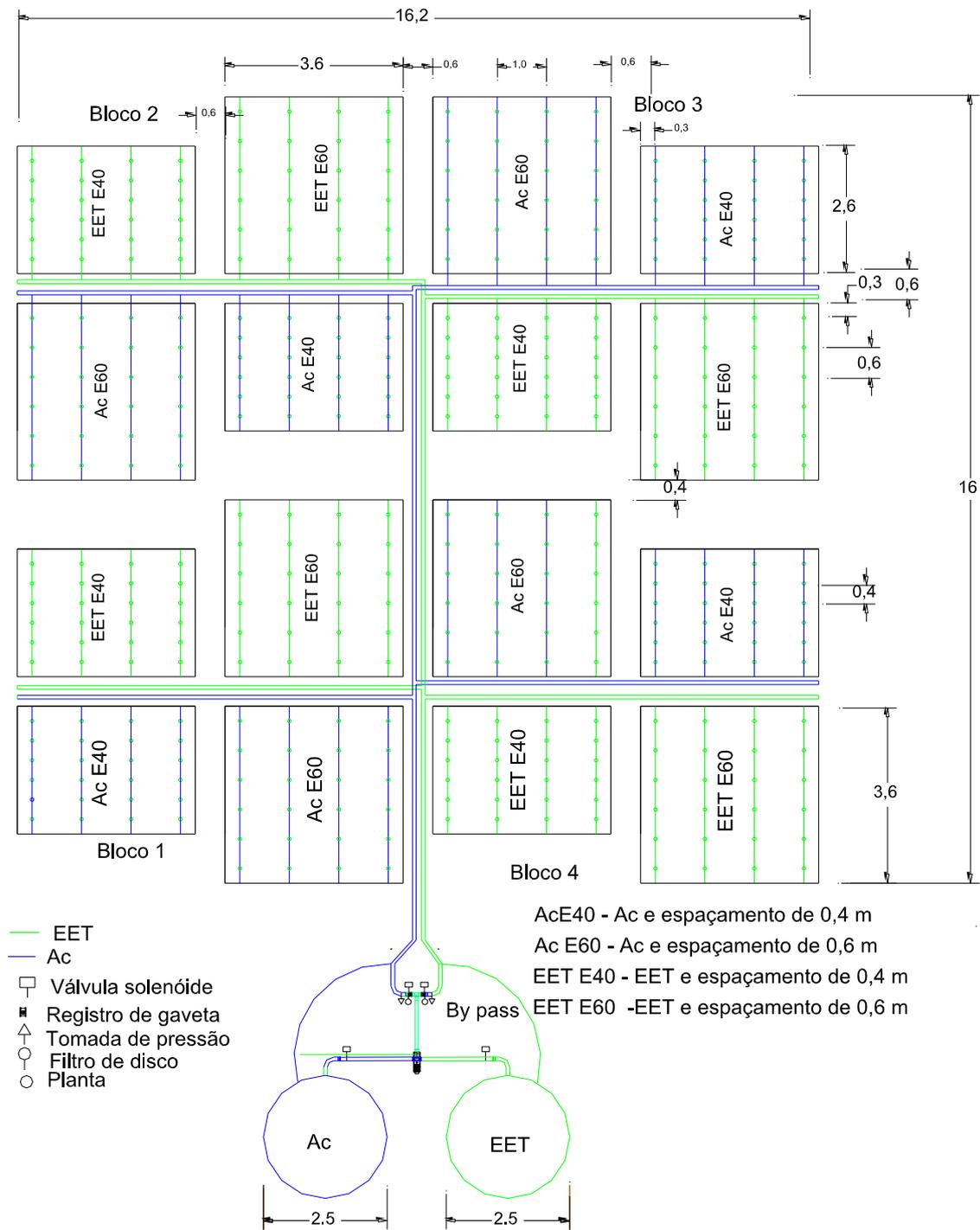


Figura 3. Distribuição dos tratamentos em campo e equipamentos do sistema de irrigação.

### 3.5. Sistema de irrigação

Para cada tipo de água instalou-se um cabeçal de controle composto de um filtro de disco de 125 microns, duas tomadas para manômetro, quatro registros de gaveta, dois by-pass e quatro válvulas solenoide para controle do início da irrigação, acionadas por um painel de irrigação, duas caixas de 1000 L, uma para cada tipo de água e uma motobomba de 1 CV (Figura 4a). A irrigação foi realizada com turno de rega de dois dias. A Figura 3b se observa as plantas de pimenta de cheiro e as linhas laterais de gotejadores.



Figura 4. Visualização dos equipamentos utilizados para aplicação da água de irrigação (a), plantas de pimenta de cheiro e linha laterais de gotejadores (b) e experimento de pimenta, vista do mirante da FAL (4c).

A irrigação foi realizada por gotejamento superficial, utilizando tubo gotejadores de 12 mm de diâmetro interno, gotejadores *in line* de fluxo turbulento, com vazão de cada emissor de  $1,3 \text{ L h}^{-1}$ , espaçados de 0,30 m ao longo da linha e instalados a 0,05 m das plantas, formando uma faixa molhada de 0,50 m, resultando em a área molhada total do experimento de 50%, foi obtido em ensaio de campo.

A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) para o manejo da irrigação foi feita a partir da Evaporação do Tanque “Classe A”.

O turno de rega foi de dois dias, em que a ET<sub>o</sub> foi obtida pela Equação 1 e a evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) pela Equação 2, já a evapotranspiração da cultura corrigida pela Equação 3 e a Irrigação total necessária pela Equação 4.

Conhecendo-se a ITN e a lâmina média aplicada pelos gotejadores na faixa molhada equivalente à uma hora de funcionamento (L<sub>i</sub>), obteve-se o tempo de irrigação (T<sub>a</sub>) pela Equação 5.

$$ET_o = EV \times k_p \quad (1)$$

$$ET_c = K_c \times ET_o - P_e \quad (2)$$

$$ET_G = ET_c \times 0,1 \times Pw^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

$$ITN = \frac{ET_G}{CUD} \quad (4)$$

$$Ta = \frac{ITN}{Li} \quad (5)$$

em que:

$ET_G$  = Evapotranspiração da cultura corrigida (mm);

$Pw$  = Porcentagem da área molhada (%) (recomendado = 50%)

$EV$  = Evaporação do tanque “Classe A” (mm dias<sup>-1</sup>);

$k_p$  = Coeficiente do tanque “Classe A” (adimensional),

$ITN$  = Irrigação total necessária (mm dias<sup>-1</sup>).

$CUD$  = Coeficiente de uniformidade de distribuição (adimensional = 0,9).

$Pe$  = Precipitação efetiva (mm dias<sup>-1</sup>).

$Ta$  = Tempo para aplicação da lâmina de irrigação (h).

$Li$  = Lâmina média aplicada pelos gotejadores na faixa molhada equivalente à uma hora de funcionamento (mm h<sup>-1</sup>).

O valor de  $k_p$  foi obtido na curva psicométrica proposto com dados de temperatura de bulbo seco, bulbo úmido e umidade relativa do ar.

Os valores de  $K_c$  (Figura 5) foram embasados de acordo com a literatura da pimenta de cheiro, sendo eles de 0,5 (até 30 DAT), 0,55 (de 31 a 39 DAT), 0,65 (de 40 a 47 DAT), 0,75 (de 48 a 55 DAT), 0,85 (56 a 60 DAT), 1,05 (de 61 a 70 DAT), 1,20 (de 71 a 85 DAT) e 0,9 (até o final do ciclo).

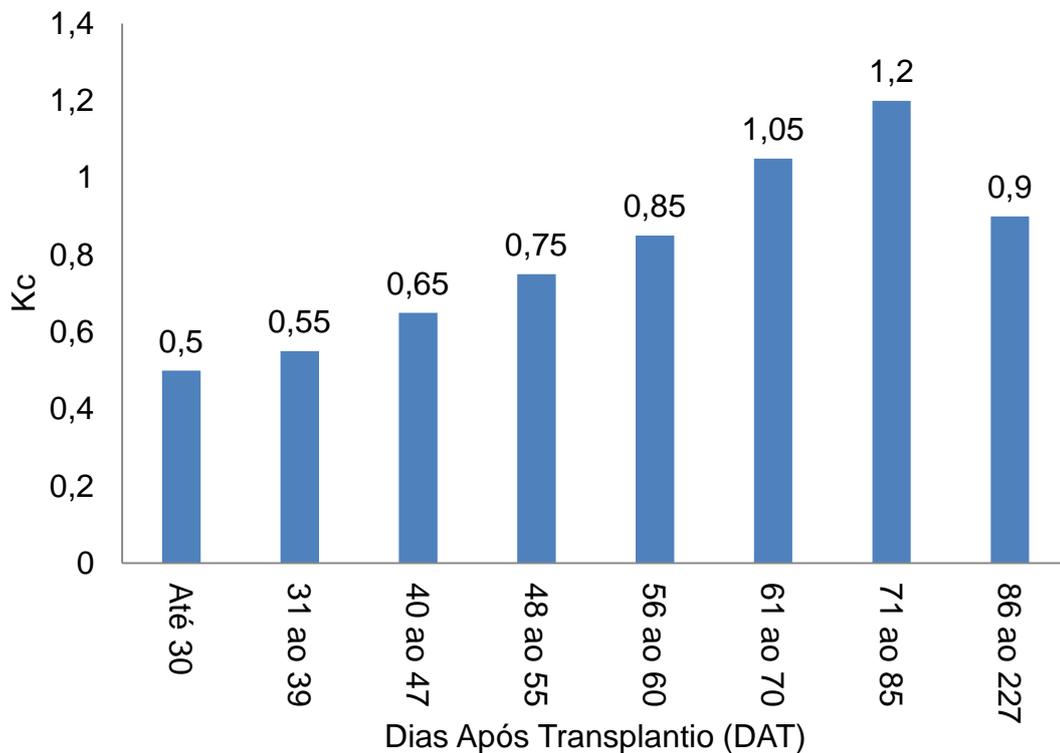


Figura 5. Coeficiente da cultura ( $K_c$ ), em relação aos dias após o transplante (DAT).

Foram instalados os tensiômetros no dia 01 de abril de 2016, com 16 tensiômetros nos canteiros de diferentes tratamentos, correlacionados a diferentes espaçamentos.

Para monitoramento da umidade do solo foi utilizado tensiômetros, sendo instalados 8 na profundidade de 0,1 m (aferição do manejo) e 8 na de 0,30 m (aferir o excesso ou déficit de água aplicada) – sendo 8 para cada tipo de espaçamento, e destes, quatro para cada tipo de água (Figura 6) -, com umidade obtida indiretamente, em curva de retenção de água no solo, determinada a partir de 5 amostras indeformadas. As tensões avaliadas na centrifuga foram as de 0, 1, 3, 6, 10, 33, 80, 400, 1000 e 1500 kPa (Figura 6).



Figura 6. Tensiômetros em diferentes profundidades.

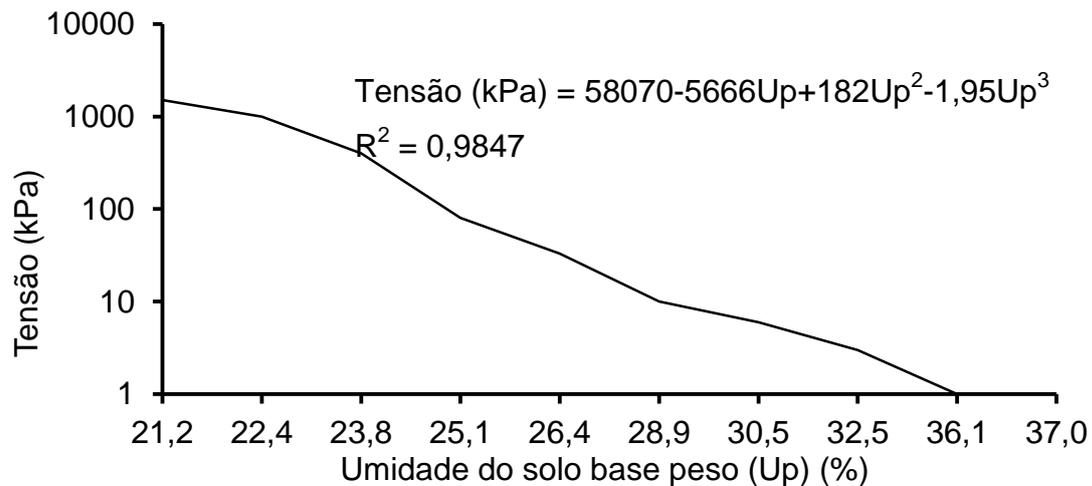


Figura 7. Curva de retenção de água no solo do local do experimento, determinado pelo método da centrífuga e equação de ajuste da curva.

A tensão de água no solo registrada nos tensiômetros durante o cultivo estava adequada à cultura do pimentão de acordo com Marouelli e Silva (2012), assim, não houve correção da lâmina de irrigação devido à redução da tensão de água no solo (ks).

### 3.6. Calagem, adubação de base e cobertura

O calcário dolomítico possui CaO 30%, MgO 18% e PRNT 100%. Aplicou-se a dosagem  $6.820 \text{ kg ha}^{-1}$ , para elevar a saturação de base a 75,2%, no dia 05/02/16 e incorporou-se com gradagem a 20 cm de profundidade e os canteiros foram feitos manualmente.

Adubação de base conforme foi analisado para a área foi necessário aplicar, para o espaçamento de 40 cm Super Simples  $40 \text{ kg ha}^{-1}$ ,  $8 \text{ kg ha}^{-1}$  de cloreto de potássio, espaçamento de 60 cm Super Simples  $55,5 \text{ kg ha}^{-1}$ ,  $13,6 \text{ kg ha}^{-1}$  de cloreto de potássio aplicadas a lanço em toda a área dez dias antes do transplante e incorporada com enxada manual.

A adubação de cobertura, descrita pelo fabricante da semente de pimenta, foi de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de N e  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  na formulação de ureia e cloreto de

potássio, respectivamente e a  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , na formulação de superfosfato simples, dividido em 5 aplicações ao longo da cultura.

### **3.7. Análises efluente de esgoto tratado (EET) e água do córrego (Ac)**

As análises físicas, químicas e microbiológicas do EET e da Ac foram o sódio, magnésio, nitrito, nitrato, fosfato total, pH e condutividade elétrica analisados seguindo a APHA (2005).

### **3.8. Análise das plantas e dos frutos de pimenta**

#### **Diâmetro médio de caule (Dmc)**

O diâmetro médio de caule foi determinado com o auxílio de um paquímetro com graduação em 0,01 mm. Foi medido a circunferência do caule a uma altura de 5 cm acima da superfície do solo, em todas as plantas em diferentes DAT. Nos dias 26, 94, 107, 121, 147, 184, 227 DAT.

#### **Diâmetro (Df) e comprimento (Cf) médio dos frutos**

O diâmetro dos frutos de pimenta foi avaliado considerando a média de uma amostra representativa dos frutos recém-colhidos (50 por tratamento), medidos com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm.

O comprimento médio dos frutos foi obtido medindo-se com o auxílio um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm, em 50 frutos colhidos em tratamento.



Figura 8. Paquímetro para medição das dimensões dos frutos de pimenta de cheiro.

### **Número de frutos por planta (Nfp)**

Obtido pela contagem dos frutos ao longo do período de colheita, nas plantas úteis. São os números de frutos referentes às plantas analisadas, independentes dos tratamentos.

### **Produtividade (Prod)**

A produtividade foi obtida considerando o peso médio frutos = peso total dos frutos/ nº de frutos, peso total de frutos nas plantas da área útil em kg ha<sup>-1</sup> (Figura 9).



Figura 9. Pesagem dos frutos de pimenta de cheiro.

### **3.9. Controle de plantas daninhas, pragas e doenças**

O transplântio de muda de pimenta de cheiro foi feita no dia 23 de março de 2016, com a altura das plantas aproximadamente 10 cm em média de 10 folhas. Após transplântio foi realizada aplicação de Orthene 750 BR OS Hidro (Inseticida) com bomba costal diretamente sobre as mudas, com a dosagem 1 gL<sup>-1</sup>. Outras aplicações com o Orthene foram feitas ao longo do plantio, devido a necessidade de combater a praga conhecida como Burrinho (*Epicauta suturalis*). Em meados de junho, agosto e outubro as aplicações foram feitas na dosagem de 20 mg diluídos em 20 litros de água por bomba costal. Os danos foram evidentes e severos, chegando a ter perdas de plantas, ocorrendo principalmente próximo às datas

programadas para a colheita, necessitando, às vezes, postergar as colheitas para que as plantas pudessem se recuperar.

### **3.10. Análises estatísticas**

Os resultados foram analisados a partir de análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando Software Assistat V. 7.7 Beta 2014 (ASSIS, 2014). Os dados foram representados em gráficos elaborados no Office Excel 2010.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.1 Dados climáticos

A temperatura oscilou durante o plantio, mas dentro de limites recomendados para o cultivo da pimenta de cheiro, ou seja, entre 25 e 30°C (Figura 10). Seguindo os dados da Estação Meteorológica da FAL, a ocorrência de precipitações foi pequena durante o cultivo da pimenta, num total de 38,6 mm no mês de agosto, 23,8 mm no mês de setembro e 70,4 mm em todo mês de outubro, o que denota insignificância para os cálculos de aplicação da irrigação.

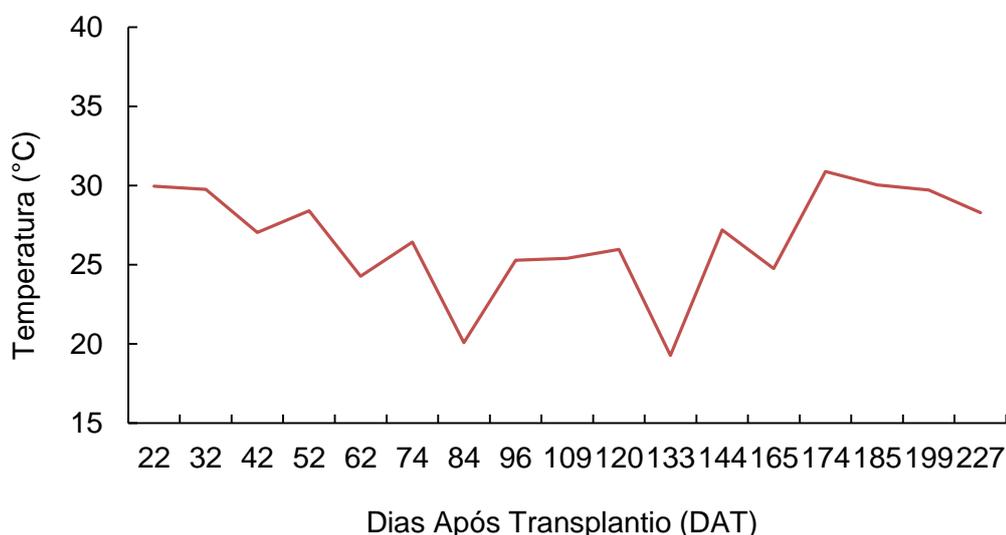


Figura 10. Temperatura média em relação aos dias após o transplante (DAT).

A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) foi utilizada para o cálculo da necessidade de água das plantas sendo corrigida em função dos valores de kc e de Ev. Observa-se na Figura 11 que na fase inicial do ciclo da cultura a evapotranspiração no Tanque “Classe A” foi alta, coincidindo com Ev também alta (Figura 10). Da mesma forma, os períodos críticos e de maior taxa de ET<sub>o</sub> foram aos 22, 74 e 165 DAT, coincidindo com os períodos em que a Ev também aumentou (Figura 11).

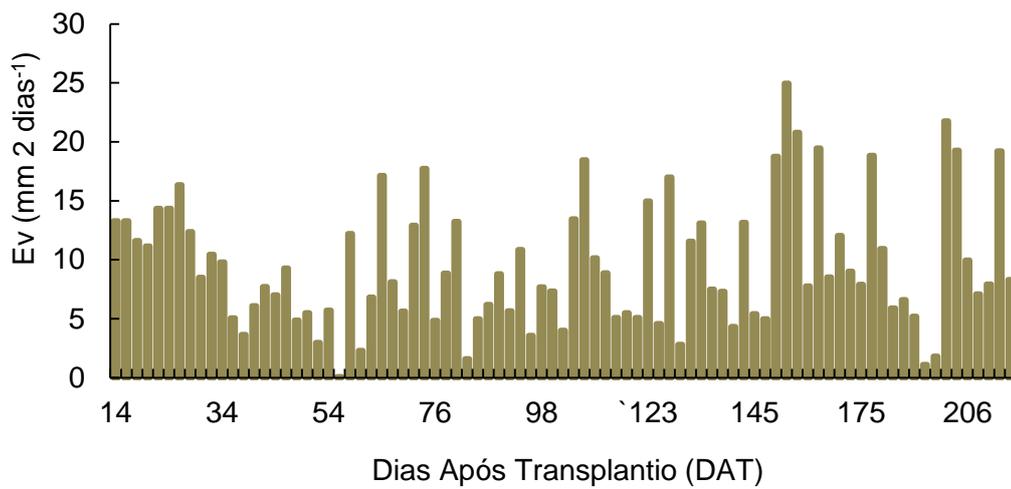


Figura 11. Evapotranspiração em dias durante o ciclo da cultura.

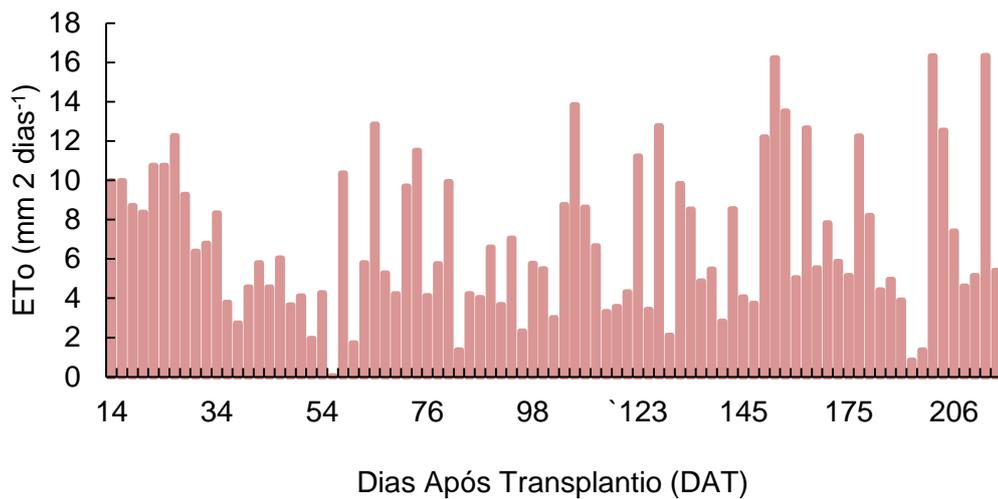


Figura 12. Evapotranspiração de referência em relação aos dias após o transplântio

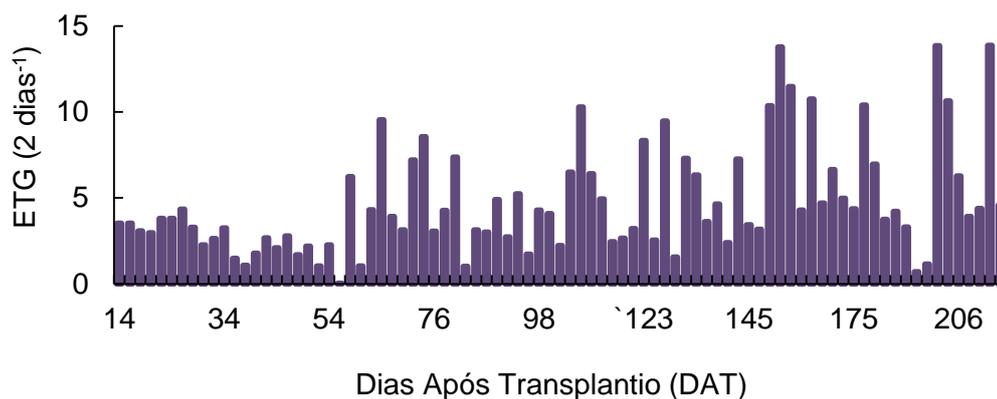


Figura 13. Evapotranspiração corrigida para o gotejamento em relação aos dias após o transplântio (DAT).

A Evapotranspiração da cultura (ETc) variou de acordo com os estádios fenológicos da planta e com as condições climáticas encontradas. Observa-se na Figura 14 que nos primeiros 32 dias após o transplântio, a taxa de evapotranspiração estava baixa devido à planta estar em crescimento, ou seja, pequeno índice de área foliar. Dos 74 aos 165 DAT, ocorreram picos de evapotranspiração da cultura devido às condições críticas do clima local, ou seja, baixa umidade relativa do ar e temperaturas mais elevadas, principalmente. A planta, em períodos de baixa umidade relativa do ar, tendo água no solo, transpira mais e, portanto, necessita de uma maior quantidade de água para compensar o que é perdido. Nota-se a coincidência de maior taxa de evapotranspiração no Tanque “Classe A” aos 165 DAT (Figura 12) nos picos com aumento do kc (Figura 5), e com os picos de maior tempo de água aplicada (Figura 15).

Nota-se na (Figura 5) um kc de 0,55 no estágio inicial de 31 a 39 dias, o qual precisou ser corrigido ao longo do ciclo devido a um aumento da taxa de transpiração da planta, fazendo com que a lâmina líquida de irrigação aplicada fosse, também, aumentada para suprir a necessidade de água dos estádios fenológicos. O pico de 71 a 85 DAT refere-se ao estágio fenológico reprodutivo que compreende desde a floração plena até a maturação de frutos, cujo kc apresentou seu maior valor de 1,2. Já em relação a 6ª colheita, ajustou-se o kc para 0,9 pois, houve a necessidade de reduzir a quantidade de lâmina líquida aplicada devido à planta estar em final de ciclo, estágio o qual apresenta menor sensibilidade ao déficit hídrico.

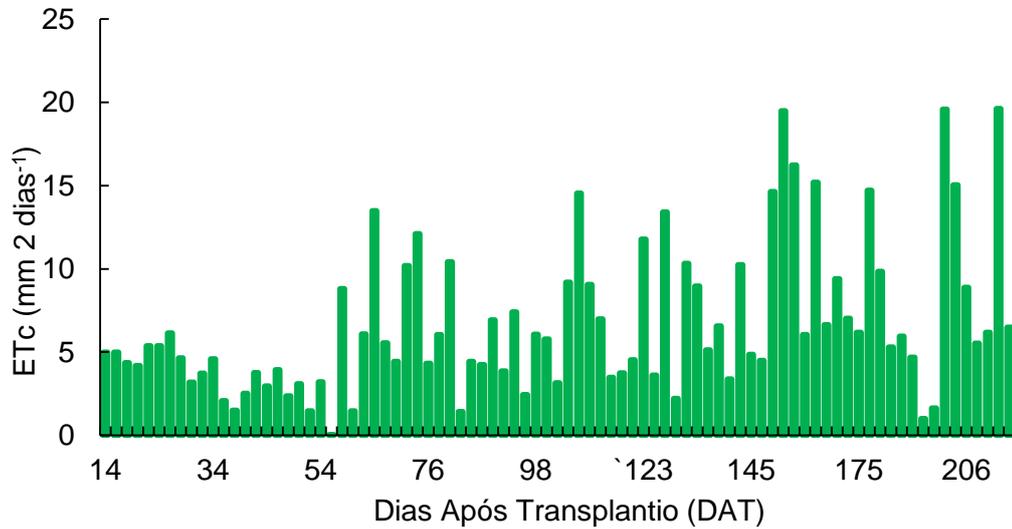


Figura 14. Evapotranspiração da cultura (ETc) em relação aos dias após o transplântio (DAT).

O tempo de aplicação de água também apresentou alternâncias (Figura 15) e novamente de acordo com a necessidade da cultura (Figura 5) e sua taxa de evapotranspiração (Figura 14).

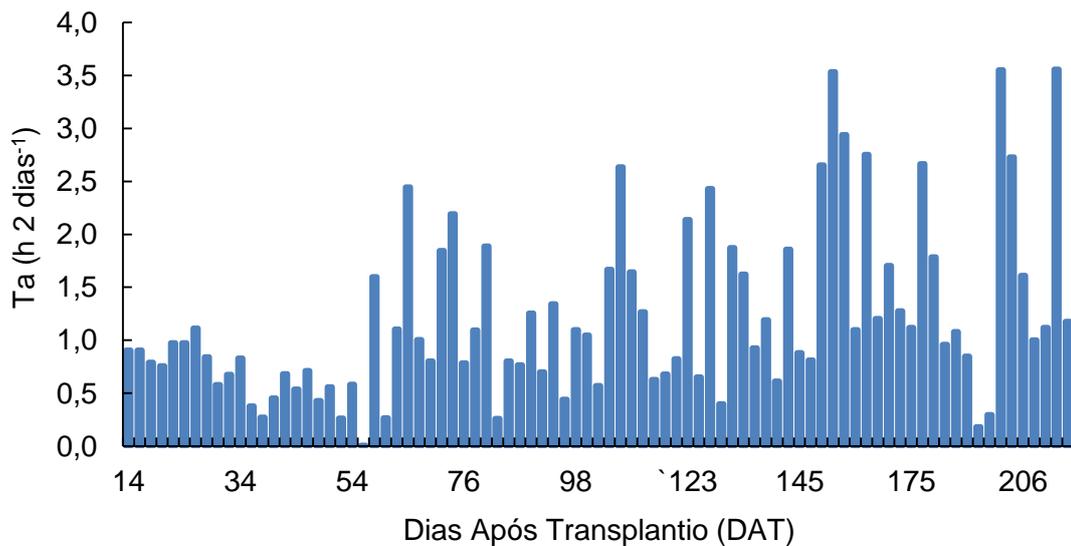


Figura 15. Tempo de aplicação (Ta) de água em relação aos dias após o transplântio (DAT).

## 4.2 Análises químicas do efluente de esgoto tratado (EET) e água de córrego (Ac)

Tabela 1. Atributos no efluente de esgoto tratado (EET) e na água do córrego (Ac).

Tipo de água	Nitrato ( $\text{mg L}^{-1}$ )	Nitrito ( $\text{mg L}^{-1}$ )	pH	Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	Potássio ( $\text{mg L}^{-1}$ )	Sódio ( $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ )	Cálcio ( $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ )	Magnésio ( $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ )	RAS ( $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ ) <sup>0,5</sup>
Ac	0	0	6,8	2	0	32,89	272,0	15,6	2,74
EET	2,241	0,251	7,5	803	38,9	2555,0	1152	106,3	101,8

O pH foi de 6,8 e a condutividade elétrica de  $2 \mu\text{S cm}^{-1}$  na Ac, e de 7,5 e 803  $\mu\text{S cm}^{-1}$  no EET, enquanto que o oxigênio dissolvido foi igual nos dois tipos de água, valores dentro de limites aceitáveis para uso na irrigação (ALMEIDA, 2010). Dessa forma, o pH se manteve ótimo durante todo o período, proporcionando um bom aproveitamento dos nutrientes pela planta.

A condutividade elétrica é representada por sólidos dissolvidos em água, destacando-se: compostos iônicos e compostos catiônicos. Os compostos iônicos (cargas negativas, que possuem elétrons livres na camada de valência) são sólidos que se dissolvem em água e caracterizados como sendo cloretos, sulfatos, nitratos e fosfatos. Os compostos catiônicos (cargas positivas, que perderam elétrons na camada de valência) possuem cátions de sódio, magnésio, cálcio, ferro, alumínio e amônio.

Segundo Meurer (2004), a condutividade elétrica, os íons em solução conduzem correntes elétricas. Quanto maior a concentração salina, maior a concentração de íons e mais intensa a corrente conduzida pela solução. A CE é determinada em extrato resultante da saturação do solo com água.

Por sua vez, os teores médios de sólidos totais dissolvidos foram de 7,25 e 513  $\text{mg L}^{-1}$  para a Ac e EET, respectivamente, o que indica que existem maiores teores de sais dissolvidos no EET, alguns destes sendo disponibilizadas e absorvidas pelas plantas para seu crescimento.

O teor de nitrato e nitrito na Ac foi  $0 \text{ mg L}^{-1}$ , já no EET foi de  $2,241 \text{ mg L}^{-1}$  e  $0,251 \text{ mg L}^{-1}$ , ou seja, dentro de valores aceitáveis para uso na irrigação.

Sabe-se que o  $\text{NO}_2^-$  e  $\text{NO}_3^-$ , são duas das formas que podem ser encontradas no meio aquático, sendo fundamentais no que se refere a efeitos antrópicos, especialmente sobre os meios aquáticos.

Os teores de sódio, cálcio e magnésio foram de 32,89, 272,0 e 15,6  $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$  na Ac, o que resulta em 11,99  $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$  e de 2555,0, 1152 e 30  $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$  no EET, respectivamente, o que resulta em a razão de absorção de sódio - RAS de 106,3  $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ . Por sua vez, o potássio na AC foi 0 e no EET foi superior, ou seja, 38,90  $\text{mg L}^{-1}$ .

Devido à alta concentração de sais, os solos se tornam floculados, são permeáveis e não apresentam problemas de natureza física. São recuperados pela percolação de água qualidade (baixa concentração de eletrólitos) no perfil. Na alta, causa problemas, além de limitar o crescimento das plantas. Dispersão de matéria orgânica. No excesso, provoca dispersão da argila.

De acordo com os parâmetros propostos por Almeida (2010) o EET está no intervalo usual nos parâmetros nitrito e potássio e fora nos teores adequados para os parâmetros de condutividade elétrica, cálcio e RAS. Para Ayers e Westcot (1991), a RAS até 10 não apresenta nenhuma restrição para uso na irrigação e não há problema de salinização do solo, acima deste valor há restrições, o que foi constatado no EET, com valor 10 vezes maior ao permitido. A relação entre as concentrações de  $\text{Na}^+$  e as concentrações dos íons divalentes  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , no extrato de saturação do solo (Meurer, 2004).

Todavia, em solos do Cerrado onde há bons índices de precipitação, não há risco de salinização mesmo com um RAS acima do permitido, visto que, ocorre maior absorção de nutrientes em solos argilosos pela planta, sendo o excedente lixiviado, não havendo assim, salinização e nem contaminação do sistema solo-planta.

#### **4.3 Diâmetro médio de caule (Dmc)**

O diâmetro médio do caule das plantas difere em todos os tratamentos (Tabela1), com valor médio variando de 10,97 a 12,68 mm. Na irrigação com Ac o diâmetro do caule foi maior no espaçamento entre plantas de 40 cm, já na irrigação com EET foi maior no espaçamento entre plantas de 40 cm. Diante destes

resultados observa-se que não houve uma relação direta entre o espaçamento entre plantas e tipo de água, podendo estes resultados ter sido afetado por fatores externos, alheios ao experimento.

Em valores absolutos, o diâmetro apresentou-se maior no tratamento com água residuária no E2, não havendo competição por nutriente ou luz, sendo o menor espaçamento mais vantajoso e por consequência recomendado.

Tabela 2. Diâmetro médio do caule da planta de pimenta de cheiro em função do tipo de água e espaçamento entre plantas.

	Diâmetro médio do caule da planta (cm)	
	E40	E60
Ac	1,19	1,10
EET	1,27	1,21

Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, sendo o F de interação não significativo.

#### 4.4 Diâmetro (Df) e comprimento médio dos frutos (Cf)

O Df variou de 1,96cm (Ac E1) e 2,44 m (EET E2), já o Cf variou de 5,09 cm (Ac E1) a 6,03cm (EET E1) e (Tabela 3). Portanto, em valor absoluto, nos dois espaçamentos avaliados, tanto o Df quanto o Cf foram maiores nos tratamentos irrigados com EET.

Possivelmente por haver uma maior quantidade de nutrientes presente na água residuária, fazendo o fruto se desenvolver mais, tanto em calibre, comprimento quanto em peso.

Tabela 3. Diâmetro e comprimento médio dos frutos de pimenta de cheiro em função do tipo de água e espaçamento entre plantas.

Tratamentos	Diâmetro dos frutos (cm)		Comprimento dos frutos (cm)	
	E40	E60	E40	E60
Ac	1,96	2,19	5,09	5,11
EET	2,26	2,44	6,03	5,45

Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, sendo o F de interação não significativo.

#### 4.5 Número de frutos por planta (Nfp)

O número total de frutos não foi afetado pelo tipo de água e densidade de plantio (Tabela 4). Em valores absolutos, o E40 para os dois tipos de água foi maior em comparação com o E60, demonstrando que, embora o diâmetro e comprimento dos frutos não sejam afetados pelo tipo de água e densidade de plantio, resulta em maior número de frutos na menor densidade.

Tabela 4. Número total de frutos em função do tipo de água e espaçamento entre plantas.

	Número total de frutos ha <sup>-1</sup>	
	E40	E60
Ac	11554,34	10722,25
EET	14779,22	10507,73

Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, sendo o F de interação não significativo.

#### 4.6 Produtividade (Prod)

Em valor absoluto, nos dois espaçamentos avaliados, a produtividade foi maior nos tratamentos irrigados com EET, chegando a 41,32 (t ha<sup>-1</sup>) no tratamento irrigado com EET E1.

Embora não haja diferença do ponto de vista estatístico, maior produtividade, do ponto de vista econômico, representa maior lucratividade ao agricultor, pois, há a economia de água e fertilizantes, fatores esses que mais encarecem uma produção. O uso do reúso indica que o produtor gastara menos com adubação e fertilizantes, portanto, estamos em períodos de estiagem maiores em relações aos outros anos, seriam uma solução para ter tratamento dos efluentes que são lançados. O reúso, água com nutrientes que são absorvidos pela planta com maior facilidade, o que disponibilizado a todo o momento os frutos absorvem e se desenvolvem melhor. E o adensamento das plantas nos espaçamento E40, é beneficiado por não terem tido

competições entre plantas e maior eficiência da água. Para o fruto robusto o produtor, terá maior agregação de valor e aceitação comercial.

Segundo o fabricante de sementes de pimenta de cheiro o rendimento e de 12 a 50 (t ha<sup>-1</sup>), a produtividade em valor absoluto para água residuária atende ao valor esperado, sendo de maior rendimento. Em que foram observados, plantas vigorosas, plantas com aparência de mais nutridas.

Tabela 5. Produtividade total de frutos em função do tipo de água e espaçamento entre plantas.

Produtividade total de frutos (t ha <sup>-1</sup> )		
	E40	E60
Ac	31,72	30,29
EET	41,32	33,07

Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, sendo o F de interação não significativo.

## **5 CONCLUSÕES**

Os teores de sódio, cálcio, magnésio e razão de adsorção de sódio (RAS) foram maiores que os padrões recomendados para uso na irrigação.

O diâmetro médio do caule das plantas foi maior no menor espaçamento entre plantas no tratamento com água residuária.

O número de frutos por planta, o diâmetro e comprimento médio dos frutos não foram afetados pelo tipo de água e densidade de plantio.

O número de frutos por planta e produtividade foram maiores no tratamento irrigado com efluente de esgoto tratado, no menor espaçamento.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. A.; PITALUGA, D. P. S.; REIS, R. P. A. A utilização de plantas no tratamento de esgotos constitui-se em alternativa, eficiente e de baixo custo, aos sistemas convencionais. **Revista Biociências, UNITAU**. 16, 2010. Disponível em [periodicos.unitau.br](http://periodicos.unitau.br)

ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cap. 2, 228, 2010.

APHA; AWWA; WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21st ed, 2005.

ARAÚJO, E. I. M.; FREIRE, L. C. C.; ALVES, L. A.; BERTINI, L. M. Caracterização fitoquímica e atividade antioxidante dos extratos em etanol de *Capsicum chinense* (Pimenta de Cheiro). In: **Congresso de iniciação científica do IFRN**, 9:597-603, 2013.

AZEVEDO, S. F. **SOFTWARE ASSISTAT V. 7.7 BETA 2014**. Departamento de Engenharia Agrícola. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande. UFPB. **Estudos FAO: Irrigação e Drenagem**, 29:218, 1991.

AZEVEDO, B. M.; CHAVES, S. W.; MEDEIROS J. F.; AQUINOS, B. F.; BEZERRA, F. M. L.; VIANA, T. V. A. Rendimento da pimenteira em função de lâminas de irrigação. **Revista Ciência Agronômica**, 36:268-273, 2005

BARROSO, L. B.; WOLFF, D. B. Reúso de esgoto sanitário na irrigação de culturas agrícolas. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, 8:225-236, 2011

BATISTA, R. O.; SOUZA, J. A. R.; FERREIRA, D. C. Influência da aplicação de esgoto doméstico tratado no desempenho de um sistema de irrigação. **Revista Ceres**, 57:18-22, 2010

BRASIL. CONAMA. *Conselho Nacional do Meio Ambiente*. **Ministério do Meio Ambiente**. Resolução n.430 de 13 de maio de 2011. Diário Oficial da União, Brasília,8p, 2011.

BRIX, H. Macrophytes play a role in constructed treatment wetlands? **Water Science and Technology**, 35:11–17, 1997.

CERQUEIRA, P. A. **Conservação pós-colheita de pimentas-de-cheiro (*Capsicum chinense*) armazenadas sob atmosfera modificada e refrigeração**. p.4. Dissertação em Mestrado em Produção Vegetal - Campus universitário de Gurupi, Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, 2012

EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural. **Embrapa Hortaliças I Encontro Nacional do Agronegócio Pimenta (*Capsicum spp*)**. Disponível em: <http://www.emater.go.gov.br/intra/wp-content/uploads/downloads/2011/07/Controle-de-pragas-e-doencas-das-pimentas.pdf>. Acesso em: 14/10/2016

EMATER-DF – Empresa De Assistência Técnica E Extensão Rural do Distrito Federal. **Recomendações para o uso de corretivos, matéria orgânica e fertilizantes para hortaliças**: Distrito Federal: 1ª. Aproximação. Brasília, DF: EMATER-DF; EMBRAPA–CNPq, 1987. 50 p

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - **Embrapa Hortaliças** Pimenta (*Capsicum spp*). Disponível em: [https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta\\_capsicum\\_spp/importanciaeconomica.html](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/importanciaeconomica.html). Acesso em: 14/10/2016

HARUVY, N. Agricultural reuse of wastewater: nation-wide cost-benefit analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 66:133-119,1997.

HESPANHOL, I. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. **Estudos Avançados**, São Paulo, 22:131-158, 2008.

HORTIVALE – Manual Técnico. **Cultivo de Hortaliças, 2011 - abcsem**. Disponível em: [http://www.hortivale.com.br/pimenta\\_cheiro.htm](http://www.hortivale.com.br/pimenta_cheiro.htm). Acesso em: 14/10/2016

LOPES, C. A.; RIBEIRO, C. S. C; CRUZ, D. M. R; FRANÇA, F. H.; REIFSCHEIDER, F. J. B.; HENZ, G. P.; SILVA, H. R.; PESSOA, H. S.; BIANCHETTI, L. B.; JUNQUEIRA, N. V.; MAKISHIMA, N.; FONTES, R. R; CARVALHO, S. I. C.; MAROUELLI, W. A.; PEREIRA, W. **Embrapa Hortaliças Sistemas de Produção**. Nov/2007. Disponível em: [https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta\\_capsicum\\_spp/index.html](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/index.html). Acessado em: 18/11/2016

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. Irrigação na cultura do pimentão. 1ª Ed. **Circular Técnica, 101 - Embrapa**, p. 20, 2012.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R. **IRRIGAÇÃO**. Pimentas capsicum. Brasília: EMBRAPA/CNPq, 2008. Disponível em: <http://www.emater.go.gov.br/intra/wp-content/uploads/downloads/2011/07/Irigacao-de-pimentas.pdf> Acesso em: 22/11/2016

MELLO, J. L. P. ; SILVA, L. D. B. da. **Irrigação**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de tecnologia. Departamento de engenharia. p. 5, 2009.

MEURER, E. J. Fundamentos de Química do Solo. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2ª. Ed. **Genesis**, 2004

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro. p. 422, 1989.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa-CPAC, p. 147-168, 2004.

SOUZA, J. A. A.; BATISTA, R. O.; RAMOS, M. M.; SOARES, A. A. Contaminação microbiológica do perfil do solo com esgoto sanitário. **Acta Scientiarum. Technology**, n. 33, p. 5-8, 2011.