

**AMANDA MARIA DE ALMEIDA**

**CRESCIMENTO DA GRAMA BERMUDA DISCOVERY™ IRRIGADA POR  
GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL, SOB TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO**

**Botucatu**

**2019**



**AMANDA MARIA DE ALMEIDA**

**CRESCIMENTO DA GRAMA BERMUDA DISCOVERY™ IRRIGADA POR  
GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL, SOB TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – irrigação de drenagem

Orientador(a): Prof. Dr. João Carlos Cury Saad

Coorientador(a): Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas

**Botucatu**

**2019**

A447c Almeida, Amanda Maria de  
Crescimento da grama bermuda DiscoveryTM irrigada por gotejamento subsuperficial, sob tensões de água no solo / Amanda Maria de Almeida. -- Botucatu, 2019  
67 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu  
Orientador: João Carlos Cury Saad  
Coorientador: Roberto Lyra Villas Boas-Pintas

1. Grama bermuda. 2. Gotejamento subsuperficial. 3. Tensão de água no solo. 4. Profundidade de instalação da linha lateral. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

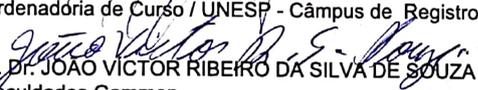
Título: "CRESCIMENTO DA GRAMA BERMUNDA DISCOVERY™ IRRIGADA POR GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL, SOB TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO

AUTORA: AMANDA MARIA DE ALMEIDA  
ORIENTADOR: JOÃO CARLOS CURY SAAD

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (IRRIGAÇÃO E DRENAGEM), pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. JOÃO CARLOS CURY SAAD  
Engenharia Rural / UNESP - Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu

  
Prof. Dr. LEANDRO JOSÉ GRAVA DE GODOY  
Coordenadoria de Curso / UNESP - Câmpus de Registro

  
Prof. Dr. JOÃO VICTOR RIBEIRO DA SILVA DE SOUZA  
Faculdades Gammon

Botucatu, 06 de setembro de 2019.



*Ao meu amado filho,  
Miguel Henrique de Almeida Silva, luz da minha vida,  
por todo carinho, amor e compreensão.*

*Ao meu marido,  
Diego Henrique da Silva, por ser tudo o que eu preciso,  
por me apoiar, compreender e sorrir nos dias tristes.*

*Aos meus pais,  
Luiz Miguel de Almeida e Rosângela Iraí da Silva Almeida,  
pelo apoio, incentivo e por se orgulharem das minhas conquistas.*

*Dedico!!*



## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ser essencial em minha vida, me permitindo viver e realizar os meus sonhos, por me amparar quando pensei em desistir nos meus momentos de angústia e por todas as bênçãos concedidas durante o mestrado.

Ao meu querido e amado filho, Miguel Henrique de Almeida Silva, pois você a alegria da minha vida. Você me fez rir quando eu mais precisei, me deu os abraços mais carinhosos, enxugou o meu choro e mesmo sendo uma criança conseguiu compreender minha ausência.

Ao meu esposo, Diego Henrique da Silva, por não medir esforços para que eu pudesse realizar esse sonho, por me incentivar, por compreender meus momentos de ausência, por ser meu apoio e por ser esse ser humano incrível na minha vida.

Aos meus pais, Luiz Miguel de Almeida e Rosângela Iraí da Silva Almeida. Mãe te agradeço pelas nossas conversas diárias, por rezar por mim, por chorar comigo quando eu chorava, por ser meu amparo, por me aconselhar e por ser quem é na minha vida. Pai, eu sempre serei grata por tudo o que o senhor fez por mim, pelas nossas brincadeiras e pela sua preocupação.

Aos meus sogros, Edisvar Vieira da Silva e Maura dos Reis Souza, por tudo o que fizeram para que esse sonho se tornasse realidade. Por toda ajuda, carinho, amor, preocupação e incentivo.

Ao meu irmão e cunhada, Guilherme de Almeida e Farliene Cristine Silva Melo Almeida, que mesmo longe, me apoiaram e se alegram com cada conquista na minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. João Carlos Cury Saad, pela orientação, ensinamentos, paciência nos momentos que eu precisei e por ter acreditado em mim.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas, pela disposição em me ajudar e pelos ensinamentos.

Aos meus melhores amigos, Amanda Rithieli Pereira da Silva, Mara Lúcia Cruz de Souza e João de Jesus Guimarães, pela amizade, pelos momentos de alegrias e risos, por estarem presentes na minha vida e na vida da minha família.

Aos amigos que conheci, em especial ao Laércio da Silva Pereira e Patrick Luan Ferreira dos Santos que estiveram presentes quando eu mais precisei de ajuda durante a condução do experimento.

Aos funcionários do Departamento de Solos e Recursos Ambientais, pelo apoio na condução do experimento, principalmente ao senhor Jair Vieira, pela disposição em me ajudar, pelas conversas, ensinamentos, pelas palavras sobre Deus e pelos momentos de alegria.

A Qually Grama pela doação dos tapetes de grama bermuda Discovery<sup>TM</sup>.

A empresa Petroísa Irrigação Ltda, pela doação do sistema de irrigação do experimento.

Ao programa de Pós-Graduação em Agronomia (Irrigação e Drenagem) pela oportunidade em realizar o mestrado .

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.

## RESUMO

O adequado manejo de irrigação aliado ao uso de sistemas de irrigação por gotejamento subsuperficial podem maximizar a eficiência de uso da água como fator de produção em cultivos de gramados esportivos e ornamentais. Objetivou-se avaliar os parâmetros fitotécnicos da grama bermuda Discovery<sup>TM</sup> sob tensões de água no solo em gotejamento subsuperficial a diferentes profundidades. O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) na cidade de Botucatu-SP, no período de 05 de março de 2018 a 01 de junho de 2019. O delineamento experimental adotado foi de blocos em faixas, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por quatro tensões de água no solo (30, 40, 50 e 60 kPa) e três profundidades de instalação da linha lateral (0, 5 e 10 cm abaixo do tapete). Foram avaliados nos meses de janeiro a maio de 2019 os parâmetros fitotécnicos: medida indireta de clorofila, altura de folhas, massa de aparas secas, comprimento e massa seca de raízes. Ao final, avaliou-se também se houve obstrução dos emissores. A medida indireta de clorofila, altura de folhas e massa de aparas secas diminuíram com as tensões de água no solo acima de 30 kPa e com o aumento da profundidade de instalação da linha lateral. As maiores expressões do comprimento radicular e da massa seca do gramado foram observadas na tensão de 30 kPa e com a linha lateral posicionada a 10 cm de profundidade. A profundidade de instalação de 10cm promoveu as maiores taxas de entupimento dos emissores.

**Palavras-chaves:** Manejo de irrigação. Irrigação localizada. *Cynodon dactylon*.



## ABSTRACT

Proper irrigation management combined with the use of subsurface drip irrigation systems are factors that can maximize the efficiency of water use as an input in sports and ornamental turf cultivation. The objective of this study was to evaluate the phytotechnical parameters of the Discovery™ Bermuda grass under different soil water tensions and three depths of subsurface drip irrigation. Agronômicas (FCA) of Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) in the city of Botucatu-SP, from March 5, 2018, to June 1, 2019. The experimental design adopted was in blocks with four repetitions. The treatments consisted of four soil water tensions (30, 40, 50 and 60 kPa) and three installation depths of the lateral line (0, 5, and 10 cm below the mat). From January to May 2019, the phytotechnical parameters indirect measurement of chlorophyll, leaf height, dry cuttings mass, root length and the parameters of clogging of the emitters were evaluated. The indirect measurement of chlorophyll, leaf height, and dry cuttings mass decreased with soil water tensions above 30 kPa and with increasing lateral line installation depth. The highest expressions of root length, root dry mass, and lawn traction were observed at 30 kPa tension and with the lateral line at 10 cm depth. The depth at 10 cm promoted the highest rates of emitters clogging.

**Keywords:** Irrigation Management. Localized irrigation. *Cynodon dactylon*.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Médias mensais das temperaturas do ar máxima, média, mínima e precipitação pluviométrica acumulada (A); Umidade relativa do ar máxima, média, mínima e radiação solar global (B) observadas durante o período experimental (janeiro a maio de 2019). Botucatu - SP ..... 31
- Figura 2 – Representação da parcela total e útil do experimento..... 31
- Figura 3 – Curva de retenção de água no solo da área experimental nas profundidades de 0, 5 e 10 cm. Botucatu - SP..... 33
- Figura 4 – Caixa d'água, filtro e manômetro (A); linha principal e início das linhas laterais (B) do sistema de irrigação instalado na área experimental. Botucatu - SP ..... 35
- Figura 5 – Comportamento das tensões de água no solo de 30 (A), 40 (B), 50 (C) e 60 kPa (D) observadas na profundidade de instalação da linha lateral a 0 cm durante o período experimental. Botucatu - SP ..... 36
- Figura 6 – Comportamento das tensões de água no solo de 30 (A), 40 (B), 50 (C) e 60 kPa (D) observadas na profundidade de instalação da linha lateral a 5 cm durante o período experimental. Botucatu - SP ..... 37
- Figura 7 – Comportamento das tensões de água no solo de 30 (A), 40 (B), 50 (C) e 60 kPa (D) observadas na profundidade de instalação da linha lateral a 10 cm durante o período experimental. Botucatu - SP ..... 38
- Figura 8 – Transporte do tapete (A) e retirada do tapete para o plantio (B); tapete plantado (C) e aplicação de areia (D) na área experimental. Botucatu - SP ..... 39
- Figura 9 – Aparelho Field Scout CM-1000 Chlorophyl Meter utilizado para avaliação da MIC..... 40
- Figura 10 – Equipamento Grass Height Prism Gaug, utilizado para avaliação da altura ..... 41
- Figura 11 – Amostra retirada com trado amostrador (A); visualização de raízes na profundidade imediatamente abaixo do tapete (B); a 5 cm abaixo do tapete (C); e a 10 cm abaixo do tapete. Botucatu - SP..... 42
- Figura 12 – Retirada das fitas gotejadoras (A); e Teste de vazão dos emissores em laboratório (B). Botucatu - SP ..... 43

- Figura 13 – Medida indireta de clorofila foliar (MIC) da grama bermuda Discovery™ em função da interação entre as tensões de água no solo e profundidades de instalação da linha lateral nos meses de janeiro (A), fevereiro (B), março (C) e abril (D), e isolada no mês de maio pelo fator tensão de água no solo (A) e profundidade de instalação da linha lateral (B). Botucatu - SP ..... 47
- Figura 14 – Altura das folhas da grama bermuda Discovery™ em função de tensões de água no solo nos meses de janeiro, fevereiro, março e maio (A) e das profundidades de instalação da linha lateral em fevereiro, março e maio (B) e interação entre os fatores no mês de abril (C). Botucatu - SP ..... 50
- Figura 15 – Massa de aparas secas (MAS) da grama bermuda Discovery™ em função da interação entre as tensões de água no solo e profundidades de instalação da linha lateral nos meses de janeiro (A) e maio (B). MAS avaliada nos meses de fevereiro, março e abril em função das tensões de água no solo (C) e das profundidades de instalação nos meses de fevereiro, março e abril (D). Botucatu - SP ..... 52
- Figura 16 – Médias do comprimento e massa seca de raiz em função da tensão da água no solo (A) e das profundidades de instalação da linha lateral (B). Botucatu - SP ..... 55
- Figura 17– Vazão média dos emissores ..... 56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Análise química e física do solo – Botucatu-SP .....	33
Tabela 2 – Síntese da análise de variância dos parâmetros medida indireta de clorofila, altura e massa seca de aparas do gramado em função da tensões de água no solo e das profundidades de instalação da linha lateral.....	46
Tabela 3 – Síntese da análise de variância dos parâmetros comprimento e massa seca de raiz do gramado em função da tensões de água no solo e das profundidades de instalação da linha lateral .....	54
Tabela 4 – Valores do coeficiente de variação (CV), coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), grau de entupimento (GE) e desvio-padrão (DESVPAD) de gotejadores em linhas laterais novas e instaladas a 0,5 2 10 cm.....	57



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1</b>	<b>GRAMAS .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2</b>	<b>GRAMA BERMUDA DISCOVERY™ .....</b>	<b>22</b>
<b>2.3</b>	<b>MANEJO DE GRAMADOS .....</b>	<b>24</b>
<b>2.4</b>	<b>IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL .....</b>	<b>25</b>
<b>2.5</b>	<b>MANEJO DA IRRIGAÇÃO EM GRAMADOS .....</b>	<b>27</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>30</b>
<b>3.1</b>	<b>LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2</b>	<b>DELINEAMENTO, TRATAMENTOS E PARCELAS EXPERIMENTAIS .....</b>	<b>31</b>
<b>3.3</b>	<b>PREPARO E ANÁLISE DE SOLO .....</b>	<b>32</b>
<b>3.4</b>	<b>CULTURA E CULTIVAR .....</b>	<b>34</b>
<b>3.5</b>	<b>SISTEMA E MANEJO DE IRRIGAÇÃO .....</b>	<b>34</b>
<b>3.6</b>	<b>ADUBAÇÕES E PLANTIO .....</b>	<b>38</b>
<b>3.7</b>	<b>PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DO GRAMADO .....</b>	<b>40</b>
<b>3.7.1</b>	<b>Determinação de medida indireta de clorofila (MIC) .....</b>	<b>40</b>
<b>3.7.2</b>	<b>Altura do Gramado .....</b>	<b>41</b>
<b>3.7.3</b>	<b>Quantificação de aparas .....</b>	<b>41</b>
<b>3.7.4</b>	<b>Profundidade da raiz e massa seca .....</b>	<b>42</b>
<b>3.7.5</b>	<b>Avaliação da obstrução dos emissores .....</b>	<b>43</b>
<b>3.8</b>	<b>ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS .....</b>	<b>45</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>46</b>
<b>4.1</b>	<b>MEDIDA INDIRETA DE CLOROFILA, ALTURA DAS FOLHAS E MASSA DE APARAS SECAS .....</b>	<b>46</b>
<b>4.2</b>	<b>COMPRIMENTO E MASSA SECA DE RAIZ .....</b>	<b>54</b>
<b>4.3</b>	<b>SUSCEPTIBILIDADE AO ENTUPIMENTO .....</b>	<b>56</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>59</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>60</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Em gramados esportivos e ornamentais é fundamental assegurar condições ótimas de cultivo que favoreçam a formação e o pleno crescimento das gramas. Os gramados considerados ideais apresentam tapetes robustos, densos, com folhas bem desenvolvidas, raízes bem formadas, boa uniformidade e resistência ao pisoteio. De acordo com Kowalewski et al. (2014) a grama bermuda Discovery<sup>TM</sup> surgiu com uma variedade alternativa para os produtores que visavam diminuir a frequência de corte, manutenção e conseqüentemente os custos de produção.

Um dos fatores que podem contribuir para obtenção de gramados esportivos e ornamentais ideais e minimizar os custos de produção é o uso de um adequado manejo de irrigação. O propósito do adequado manejo de irrigação é a aplicação da lâmina de água de acordo com as necessidades das culturas, de modo a assegurar a produção ótima econômica, a qualidade e a máxima eficiência de uso da água como fator de produção. No entanto, a exigência hídrica e as respostas das culturas à irrigação variam com o tipo de solo, condições climáticas locais e dos estádios de crescimento.

A determinação de limites máximos de tensões de água no solo que permitam o pleno crescimento sem reduzir a produtividade dos gramados esportivos e ornamentais pode contribuir para definir momentos ideais de irrigação e assim reduzir os custos de produção. De acordo com Almeida et al. (2013) o estresse hídrico causa redução da altura foliar dos gramados.

O sistema de irrigação localizada por gotejamento subsuperficial caracteriza-se pela emissão de água na região da zona radicular das culturas. Esse sistema reduz a exposição da superfície molhada e diminui ainda mais a perda de água por evaporação (DOUH et al., 2013), tornando-se uma excelente alternativa para minimizar o número de irrigações, aumentar a eficiência de uso da água e promover maior retorno econômico aos produtores. Entretanto, a profundidade adequada de instalação desse sistema tem sido pouco estudada para gramados esportivos e ornamentais. Marouelli e Silva (2002) mencionam que a profundidade ideal de instalação da linha lateral de gotejamento depende de fatores como as características físicas, químicas e hídricas, e que solos profundos, de elevada

fertilidade e alta condutividade hidráulica não-saturada favorecem a instalação da lateral em maiores profundidades.

Estudo desenvolvido por Mendonça (2017) avaliando sistemas de irrigação por aspersão e gotejamento subsuperficial em grama esmeralda em solo de textura média, constatou que o gotejamento subsuperficial posicionado a 12 cm de profundidade favoreceu o maior crescimento do gramado em altura foliar, acúmulo de biomassa e da medida indireta de clorofila.

É necessário o avanço em pesquisas visando otimizar a eficiência de uso da água e reduzir os custos de produção em gramados esportivos e ornamentais. Diante do exposto, objetivou-se avaliar os parâmetros fitotécnicos da grama bermuda Discovery<sup>TM</sup> em função de tensões de água no solo e profundidades de instalação da linha lateral de gotejamento nas condições de Botucatu-SP.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Gramas

A palavra grama têm amplos significados, e podem ter vários conceitos tais como: pastagem, capim, erva, relvado, gramado, dentre outras termos e expressões empregadas (GURGEL, 2003).

As gramas compreendem a família das gramíneas, Poaceae (Gramineae), e engloba mais de 10.000 espécies, entretanto não mais que 50 são usadas para o desenvolvimento de gramados (WATSON; DALLWITZ, 1992). No Brasil, o cultivo de gramas teve seu início em 1974, com o engenheiro agrônomo Minoru Ito e vem aumentando ano após ano (GODOY; VILLAS BOAS, 2005), principalmente pelo crescente e exigente mercado consumidor que busca novas variedades e qualidade desse produto (SANTOS JUNIOR, 2011). Quanto mais a tecnologia foi avançando, maior relevância funcional, ornamental e de recreação os gramados foram obtendo (ANDRADE, 2016).

São Paulo responde por 43% da formação de gramados, seguido pelos estados do Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso e Rio Grande do Sul, porém a comercialização se dá em praticamente todo o Brasil (ZANON; PIRES, 2010).

Zanon e Pires (2010) relataram que das gramas produzidas no Brasil, 74% eram esmeralda (*Zoysia japônica*), 24% São Carlos (*Axonopus affinis*), 1,2% Bermudas (*Cynodon spp.*), estas empregadas em campos esportivos pela facilidade de regeneração, as outras gramas aparecem abaixo de 1% (ZANON; PIRES, 2010). Segundo Andrade (2016), o mercado de grama Esmeralda confere 80% de área beneficiada, continuada pela grama São Carlos e após pelas gramas Bermudas, Coreana, Santo Agostinho e outras.

Santos Junior (2011) destaca que a grama Esmeralda leva esse nome devido a cor das folhas, que se parecem com pedra esmeralda, e a outra espécie de grama muito empregada pelo setor esportivo é a *Cynodon dactylon*, sendo conhecida por grama Bermuda. Essa espécie é originária do continente africano e é utilizada desde pastagens até campos esportivos (OLIVEIRA, 2016).

A bermuda é mais indicada para playgrounds, campos de futebol, golfe, pólo, tênis, dentre outros esportes, e os principais atributos são folhas estreitas, macias,

crescimento rápido e colocação verde escuro, além de alta resistência ao pisoteio e regeneração rápida (PARDIM, 2015; MATEUS, 2011). Eles são fundamentais em área de lazer, ocupando até 80% da área total no planejamento paisagístico (GEROLINETO, 2008).

A grama Bermuda é uma espécie de clima quente com alta taxa de crescimento e forte recuperação após o corte (LORENZI, 2015). Tem um melhor crescimento em períodos de temperatura alta, inverno suave e intensidade de chuva de moderada a alta, e em geral são resistentes a períodos de seca (DUBLE, 2011).

Novas gramas estão sendo desenvolvidas com características favoráveis que incluem altura de corte diminuída, maior densidade, melhor qualidade visual na cor e tolerância ao frio (BURTON, 1966; HANNA E ANDERSON, 2008), como é o caso da grama Bermuda Discovery™ (BAR 1CD3 ou BARAZUR).

## **2.2 Grama bermuda Discovery™**

A grama Bermuda Discovery™ (*Cynodon dactylon* (L.) Persoon) é um híbrido (Carolina do Norte Certified Sod Turfgrass), pertencente a família Poaceae (Gramineae) e tem desenvolvimento por propagação vegetativa. Foi desenvolvida a partir do ano de 1997 por meio de pesquisas na Austrália com uma coleção de germoplasma e sua seleção foi feita em 2000 na Virgínia, USA. O germoplasma mais relevante foi escolhido e intitulado como BARAZUR, que também pode ser chamado de BAR 1CD (BRUIJN, 2011), sendo um produto patenteado e registrado da SOD Solutions, Inc (SOD SOLUTIONS).

A Discovery™ (BAR 1CD3 ou BARAZUR) é resistente a seca e tolerante a clima frio, produzindo um gramado de coloração azul-verde escuro que foi retratada através de uma cartela de cores RHS da Royal Horticultural Society de Londres (RHS), quinta edição (2007) (BRUIJN, 2012) fazendo com que se destaque de outras variedades de grama Bermuda. Desta maneira, a qualidade estética torna-se um diferencial para o gramado, com a redução da manutenção, pois seu crescimento vertical é lento, podendo executar a frequência de cortes uma vez ao mês, o que reduz em 75% a frequência de cortes quando comparada a outras variedades da espécie (QUALY GRAMAS, 2019).

De acordo com Roberta Gardens (2017) após a implantação dos tapetes, a Discovery<sup>TM</sup> torna-se bem enraizada dentro de 3 semanas e começará então a se espalhar lateralmente, atingindo cobertura completa em aproximadamente 6 a 9 meses.

É definida especialmente pela acelerada propagação vegetal lateral, de crescimento vertical lento, isto é, demanda muito pouco corte e tem comprimento de folha curto, podendo ser usada tanto para paisagismo quanto para áreas esportivas, resultando também em uma alternativa para áreas de greens de golfe (TURF GRASS VARIETIES, 2019).

O site Turf Grass Varieties (2019) recomenda uma altura de corte de 0,5 a 1,5 polegadas (1,2 cm – 3,8 cm) para a grama Bermuda Discovery<sup>TM</sup>, seu crescimento se dá principalmente por rizomas e alguns estolões, sendo que sistema radicular tem aproximadamente 36 cm de comprimento.

A grama Discovery<sup>TM</sup> pode ser uma alternativa para os produtores que visam diminuir a frequência de corte, redução de combustível e horas de trabalho, observando porém que a qualidade da grama é menor quando mantida a uma altura de 1 polegada e que, para áreas esportivas, devem ser selecionadas cultivares com crescimento mais agressivo (KOWALEWSKI et al., 2014). Devido sua coloração e crescimento lento, qualquer dano ou estresse que aconteça no gramado é evidente em comparação com outras variedades. A frequência de corte, a qualidade do gramado e a cor não são os únicos três parâmetros a serem considerados ao selecionar um gramado para uma área e função designadas, também há outros atributos que precisam ser examinados como a tolerância ao pisoteio, seca, resistência a pragas e a sombra (KOWALEWSKI et al., 2014).

De forma geral, os gramados exigem manutenções frequentes, sendo que uma grande parte do orçamento é dedicada aos equipamentos de corte, combustível e mão-de-obra (TURGEON, 1999). Se as cultivares de bermudas que necessitam de uma frequência de corte reduzida forem utilizadas, o trabalho, o consumo de combustível e o orçamento podem ser substancialmente reduzidos (KOWALEWSKI et al., 2014).

## 2.3 Manejo de gramados

O Brasil apresenta um significativo potencial para a utilização de grama do gênero *Cynodon*, por ser um país tropical, todavia, as informações disponíveis a respeito do desenvolvimento e manejo desse gênero, em condições de clima e solo brasileiras, ainda são limitadas (ATHAYDE et al. 2005).

Para que os gramados possam desenvolver e crescer alguns aspectos são necessários como a variedade ou cultivar, fase da grama, condições climáticas, fertilidade e tipo de solo, características de manejo para o cultivo e primordialmente o armazenamento de água que o solo tem (CARRIBEIRO, 2010).

Segundo Santos Junior (2011) o objetivo dos produtores é formar um tapete de grama robusto, com raízes bem formadas, folhas bem nutridas e de coloração similar, em tempo inferior, e controlando os custos de produção.

A qualidade da grama pode ser avaliada por alguns fatores como a densidade, uniformidade, cor, crescimento e qualidade de corte (UNRUH, 2004). A utilização de areia na implantação de gramados pode alterar as características físicas e químicas do solo, favorecendo ou não o melhor desempenho da grama, a retenção e drenagem de água (OLIVEIRA, 2016).

Os atributos almejados em um gramado que ele tenha um aspecto agradável, requeira menor manutenção e que tenha rápido crescimento lateral no solo (PINHEIRO et al., 2012).

Dependendo da finalidade para a qual destina-se o gramado, o seu crescimento vertical pode ser conduzido com auxílio de maquinário específico para realizar o corte, ou de forma não muito utilizada, com a ajuda de reguladores de crescimento (SOUZA et al., 2016).

Existem gramas de climas frios como a bluegrass, ryegrass e bentgrass, que tem excelente crescimento quando se encontram em temperaturas mais baixas e as gramas de clima quente como a Bermuda, Zoysia e Santo Agostinho, que tem melhor desempenho em temperaturas quente (ANDRADE, 2016). Independentemente dessas diferenças, quando a temperatura do ar excede aproximadamente 26,5 °C, todas as cultivares de Bermudas geralmente exigem cortes frequentes para manter a qualidade adequada e condições de reprodução (TRAPPE et al., 2011a).

O melhor desenvolvimento da grama encontra-se em torno de 26 a 35°C e a adaptabilidade de gramas de clima quente é limitada pela duração da ocorrência de temperaturas baixas (UNRUH, 2004). Desta forma, os gramados mais usados no Brasil são os de estação quente, e a primordial espécie para uso esportivo é a grama Bermuda. Boyd (1990) ressalta que a eficiência de regeneração e a tolerância ao pisoteio são particularidades essenciais que estabelecem o favoritismo da grama Bermuda em gramados esportivos.

Os gramados são muito exigentes em relação a nutrição, requerendo uma quantidade elevada de nitrogênio, o que proporciona alta densidade e coloração verde escura, desejável do ponto de vista estético, entretanto o excesso de nitrogênio pode contaminar o lençol freático (ANDRADE, 2016).

#### **2.4 Irrigação por gotejamento subsuperficial**

O sistema de irrigação por gotejamento é definido pela utilização de água no aspecto de gotas que são depositadas diretamente sobre a superfície do solo, possibilitando o fornecimento de água em quantidade menor, imediatamente perto das raízes, não umedecendo entre as linhas de plantio (COELHO et al., 2013). Nesse sentido, o sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial é o método em que as linhas laterais são instaladas na subsuperfície do solo e por aplicar a água em uma parcela da superfície, reduz a área úmida, que fica evidenciada pela evaporação (GOTTARDO, 2016), otimizando água quando comparado aos demais sistemas de irrigação (FONTES, 2002).

A irrigação por gotejamento subsuperficial teve expansão nas últimas décadas graças ao avanço da informática e ao desenvolvimento de novos materiais (FRIZZONE, 2010). Ela deriva do gotejamento superficial, sendo formada de gotejadores colocados em profundidade do solo, ou seja, na subsuperfície, aplicando água diretamente na zona radicular da cultura (SOUZA et al., 2012), com maior eficiência de aplicação e menor consumo de água. Segundo Phene e Ruskin (1995), a irrigação por gotejamento subsuperficial apresenta quantidade de água armazenada no solo superior aos demais sistemas de irrigação, pois as perdas por evaporação serão menores.

A disseminação do gotejamento subsuperficial é verificada em lugares com ampla falta de água e em lugares em que há uma maior evapotranspiração (JUAN, 2000). Devido ao êxito desse método, foi inserido recentemente em gramados de beisebol, campos de futebol, campos de golfe, parques e escolas (SUAREZ-REY et al., 2000), e em algumas regiões do mundo, o gotejamento subsuperficial tem sido empregado em jardins, frutíferas, leguminosas e hortaliças (FARIA, 2002).

Os sistemas por gotejamento subsuperficial só são possíveis quando empregam métodos apropriados de manejo de irrigação em que o objetivo é a otimização dos recursos hídricos e maior produção (COELHO; OR; SOUZA, 1999).

Outra importante vantagem do gotejamento subsuperficial é a eficácia com que são liberados os fertilizantes via água de irrigação (COELHO et al., 2009), permitindo também o uso de água residuárias (SILVA, 2018). Além disso, limita o aparecimento de plantas daninhas, particularmente em climas áridos (COOLONG, 2013).

A profundidade de instalação das linhas laterais é diferente conforme a cultura e atributos do solo, por exemplo, em hortaliças usa-se uma profundidade menor do que para frutíferas (HAGUENAUER, 2016).

As linhas laterais utilizadas na irrigação por gotejamento subsuperficial podem ser fitas gotejadoras ou tubos gotejadores, e basicamente a diferença entre elas é referente a dimensão da parede do duto, todavia, comumente, são confeccionadas de polietileno (ARAUJO, 2019).

Phene et al. (1987) relatam como vantagens do gotejamento subsuperficial: prolongação do sistema, baixo requerimento de mão de obra, redução do aparecimento de doenças, redução na compactação do solo, eficiência do uso de água e nutrientes, melhoria da produtividade e da qualidade dos produtos. Por outro lado, as desvantagens são: custo inicial elevado, não há visualização do perfil de molhamento no solo, intrusão radicular, entupimento dos emissores e acúmulo de sais na região do perfil do solo.

Uma limitação do sistema subsuperficial é a formação da cultura, uma vez que não há o molhamento de toda a área do solo, o que não possibilita umidade suficiente para o desenvolvimento das sementes ou a “pega” de mudas (KUNZ; ÁVILA; PETRY, 2014).

As desvantagens da irrigação por gotejamento subsuperficial em gramados incluem os elevados custos de instalação, interferências e dificuldades com as

práticas de manutenção e soluções de problemas no sistema, além do obstáculo que é o entupimento dos emissores pelas raízes, devido ao vasto sistema radicular das gramas (SCHIAVON et al., 2013).

A definição da profundidade com que deve ser instalado e o intervalo de espaço entre os emissores resulta da proporção do bulbo úmido e da disposição de umidade no solo, com a finalidade de distribuir igualmente a água no sistema radicular das culturas (ROMERO et al., 2004).

Mendonça (2017) utilizando gotejamento subsuperficial na grama Esmeralda encontrou maior eficiência com o emissor a 12 cm de profundidade, obtendo maior área foliar, maior índice de cor verde e máxima quantidade de matéria seca, do que com o método de irrigação por aspersão, pois os nutrientes foram melhor aproveitados pela grama.

Nascimento (2017) utilizou tubo gotejador na profundidade de 15 cm e não verificou intrusão radicular, sendo que a uniformidade no sistema de irrigação esteve dentro dos padrões exigidos, antes e após a implantação da grama.

Rezende e Coelho (2004) avaliando a intrusão radicular em gotejamento subsuperficial a 15 e a 30 cm no cultivo de cana de açúcar, observaram que a profundidade de instalação não se constituiu em fator determinante no potencial de intrusão radicular.

## **2.5 Manejo da irrigação em gramados**

Para atender a escassez de chuvas em determinada época e até mesmo em períodos de estiagem, emprega-se a irrigação que junto ao manejo de irrigação apropriado, oportuniza aumento na produção das culturas. A quantidade de água que se deve aplicar na grama está diretamente relacionada ao clima (GIACOI NETO, 2011).

É de essencial relevância que para a realização de irrigação haja um manejo adequado, de modo que conceda a exata mensuração da lâmina de água a ser usada, atendendo as exigências das culturas (CARRIBEIRO, 2010). A irrigação deve ser controlada de tal forma que teor de água no solo seja mantido dentro de uma determinada faixa ideal para o pleno crescimento da cultura (NOLZ et al., 2016).

Os métodos de manejo da irrigação estão fundamentados em dados climáticos, da planta, do solo ou na associação de dados. Além disso as combinações de dados estabelecem o critério para apontar quando, quanto e quando irrigar (TANGUNE, 2012). Em geral, as lâminas de água e com que assiduidade serão feitas as irrigações devem ser calculadas com base nos atributos físico-hídricas do solo, nos atributos da cultura e do clima (VITOR, 2006).

O manejo da irrigação para gramados em produção é importante para manter a qualidade e o crescimento com vigor (GIACOIA NETO, 2004).

O manejo da irrigação de gramados requer a adequada caracterização da capacidade de retenção de água do solo, visando proporcionar um bom desenvolvimento da cultura e assim a economia de água (TRENHOLM; UNRUH, 2006).

Andrade (2016) afirma que o manejo com aplicação contínua de água é capaz de amenizar déficits de nutrientes por lixiviação e conservar a aquosidade satisfatória nas raízes em um espaço de tempo maior, o que diverge de um manejo com um intervalo de tempo e lâminas maiores, pois o desenvolvimento na zona radicular se dá no lugar de maior quantidade de água e nutrientes e dessa forma pode promover o crescimento de raízes em profundidade, sendo capaz de promover benefícios para os atributos de desenvolvimento e regeneração do gramado.

Tangune (2012) afirma que, além do monitoramento da umidade ou tensão da água do solo, fatores físico-hídricos como a eficiência de armazenamento da água na zona radicular e o ponto de murcha permanente devem ser estimados. Neste sentido, o estado da água no solo pode ser descrito tanto pelo teor de água no solo quanto pelo potencial matricial do solo ou por ambos (CAMPOS, 2018).

É crucial estabelecer um valor adequado de potencial matricial do solo para cada cultura e condições de crescimento para otimizar a eficiência da produção e do uso da água, como evidenciado em Buttaro et al. (2015) e Létourneau et al. (2015).

Os tensiômetros são equipamentos empregados para a mensuração do potencial de água no solo e utilizados na indicação do momento correto de irrigar (MAROUELLI, 2008).

Quando se utiliza o manejo de irrigação com base na tensão de água no solo, é preciso realizar a irrigação toda vez que alcançar o valor crítico, para que não sensibilize o desenvolvimento da cultura (TANGUNE, 2012).

O uso de tensiômetros em gramados oportuniza as pesquisas relacionadas com o controle de irrigação (AUGUSIN; SNYDER, 1984; O'NEIL; CARROW, 1982; YOUNGER et al., 1981). Devendo ser irrigados quando o tensiômetro indicar um vácuo de 40 a 50 kPa (GIACOIA NETO, 2004).

O manejo de irrigação apropriado para gramados esportivos é essencial para garantir os atributos da grama (MCCARTY, 2008). Em gramados residenciais o manejo de irrigação faz-se necessário para aumentar a eficiência do uso de água e assim garantir que a coloração da grama tenha tonalidade escura e completa cobertura de solo. Nos gramados ornamentais o uso da irrigação torna-se primordial no momento da implantação e é posteriormente importante para a manutenção dos atributos desejáveis.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

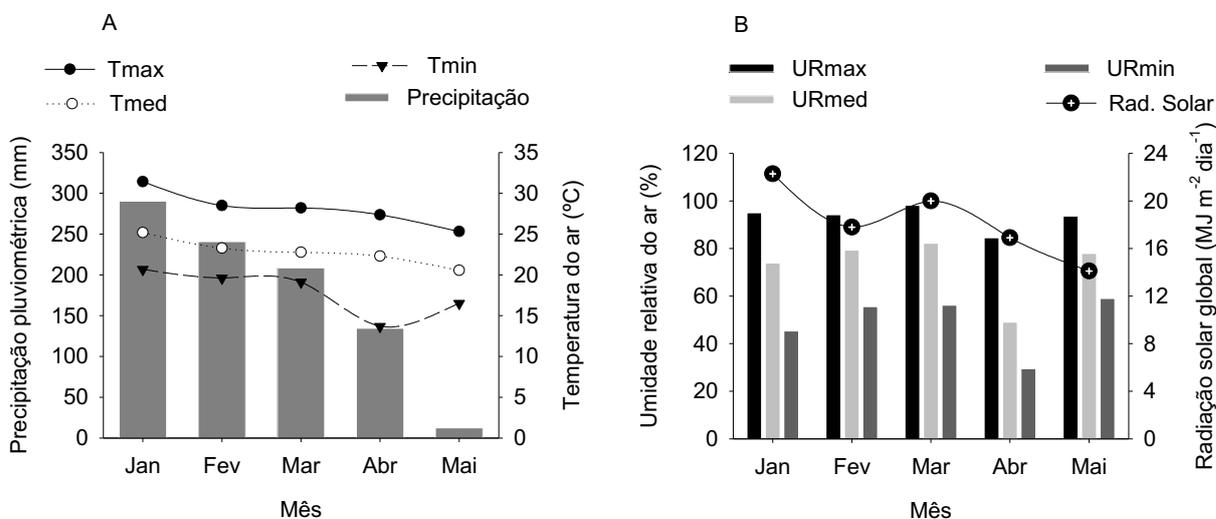
#### 3.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no Departamento de Solos e Recursos Ambientais, pertencente a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) - Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) – Câmpus de Botucatu, SP, durante o período de 01 de janeiro a 01 de junho de 2019. O local apresenta as seguintes coordenadas geográficas, obtidas com uso de GPS: latitude 22°50'48” S, longitude 48°26'07” W, e altitude 817 m.

O clima da região segundo a classificação climática de Köppen, é do tipo Cwa, de inverno seco e verão quente e chuvoso. As médias anuais das temperaturas máximas, mínima e média são de 26,1, 15,3 e 20,3 °C, respectivamente. A precipitação pluviométrica anual média é 1.428,4 mm, com o período chuvoso concentrado nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro (CUNHA; MARTINS, 2009) e a umidade relativa do ar anual média é de 75% podendo atingir valores inferiores a 15%.

O monitoramento das condições climáticas diárias ocorridas durante o período experimental (Figura 1) foi realizado por meio de uma estação meteorológica automática, instalada na Universidade Estadual Paulista (UNESP/FCA), situada a uma distância de 100m da área experimental, utilizando sensores de temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento.

**Figura 1 - Médias mensais das temperaturas do ar máxima, média, mínima e precipitação pluviométrica acumulada (A); Umidade relativa do ar máxima, média, mínima e radiação solar global (B) observadas durante o período experimental (janeiro a maio de 2019). Botucatu - SP**

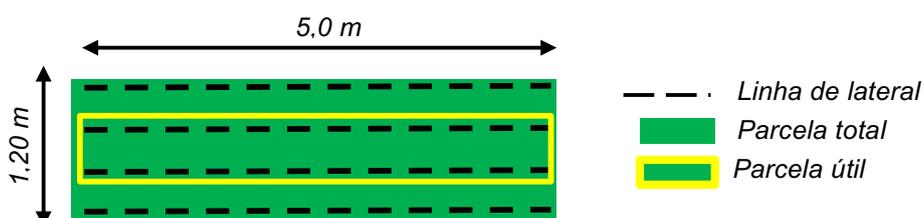


### 3.2 Delineamento, tratamentos e parcelas experimentais

O delineamento experimental adotado foi de blocos em faixa com 3 repetições, com os tratamentos constituídos por quatro tensões de água no solo (30, 40, 50 e 60 kPa), que definiam o momento de irrigar, e três profundidades de instalação da fita gotejadora (imediatamente abaixo do tapete; 5 cm abaixo do tapete; 10 cm abaixo do tapete) aplicada em grama bermuda.

As parcelas experimentais foram constituídas por 4 linhas de gotejamento subsuperficial, tendo dimensões de 5,0m de comprimento por 1,20 m de largura, totalizando uma área de 6 m<sup>2</sup>, considerando-se com parcela útil apenas as duas linhas centrais (Figura 2).

**Figura 2 – Representação da parcela total e útil do experimento**



### 3.3 Preparo e análise de solo

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (LVd) de textura média (EMBRAPA, 2013), com declividade do terreno de 1 a 3%. O preparo do solo foi realizado por meio de subsolagem, visando o rompimento de camadas compactadas, e nivelado com uso de enxada rotativa.

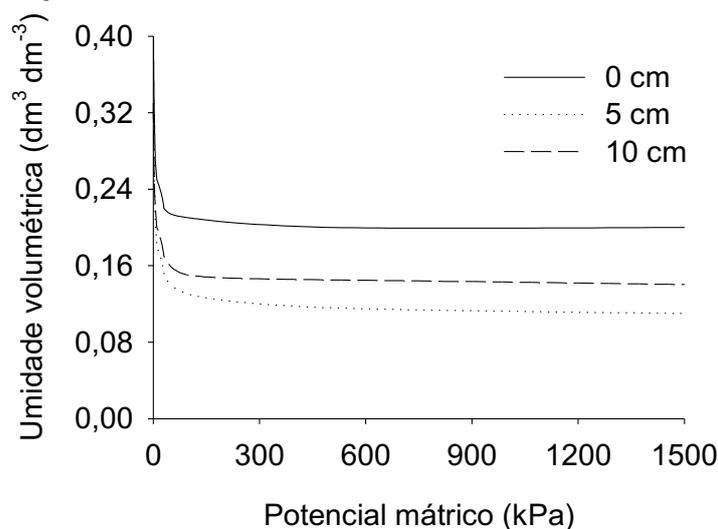
Para a caracterização dos atributos químicos e físicos do solo na camada de 0 - 0,20 m foram coletadas 10 amostras simples deformadas de solo para compor uma amostra composta. Para as características físico-hídricas do solo foram coletadas 3 amostras indeformadas em cada profundidade de 0; 0,05 e 0,10 m. Os parâmetros (Tabela 1) e as curvas de retenção de água no solo (Figura 3) foram ajustadas utilizando-se o modelo de Van Genuchten (1980). O ajuste foi realizado com auxílio do programa Soil Water Retention Curve - SWRC (DOURADO NETO et al., 2001).

Mediante a análise química do solo, realizou-se a calagem, calculada pelo método de saturação por bases, para elevar a saturação a 70% e corrigir acidez. O calcário utilizado foi o dolomítico de Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT) de 85%, aplicado a lanço, na dosagem  $1,5 \text{ Mg ha}^{-1}$  e incorporado a uma profundidade de 0,20m. Após 30 dias da correção, o solo apresentou as seguintes características químicas (Tabela 1).

**Tabela 1– Análise química e física do solo – Botucatu-SP**

Características químicas								
pH	V	T	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K	Al <sup>3+</sup>	H+Al	
	CaCl <sub>2</sub>	%	-----mmolc dm <sup>-3</sup> -----					
5,4	71	54	25	13	0,6	0,0	16	
P (resina)	M.O	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	-----mg dm <sup>-3</sup> -----					
7,0	16	4,0	0,13	2,7	46	3,9	1,2	
Características físicas								
Frações granulométricas						Classificação textural		
Areia		Silte		Argila		Média		
-----g kg <sup>-1</sup> -----								
790		156		55				
Parâmetros da equação da curva de retenção de água no solo								
Prof (cm)	$\alpha$	m	n	$\theta_r$ (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )	$\theta_s$ (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )	R <sup>2</sup>		
0	0,7082	0,1103	6,3142	0,198	0,42	0,99		
5	0,8915	0,0876	5,0963	0,101	0,33	0,99		
10	0,9216	0,0935	4,8600	0,133	0,33	0,99		

Em que: V- saturação por bases; T- capacidade de troca de cátions; M.O – matéria orgânica.  $\theta_s$  - umidade do solo na saturação;  $\theta_r$  - umidade residual (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>);  $\alpha$  - parâmetro da equação igual ao inverso da tensão, em kPa<sup>-1</sup>; m e n - parâmetros empíricos adimensionais de ajuste;  $\psi_m$  - potencial mátrico, em kPa. Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo (UNESP/FCA).

**Figura 3 – Curva de retenção de água no solo da área experimental nas profundidades de 0, 5 e 10 cm. Botucatu - SP**

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo (UNESP/FCA).

### 3.4 Cultura e cultivar

O estudo foi realizado com grama bermuda (*Cynodon spp.*) Discovery™, adquirida da empresa Qually Grama, escolhida em virtude de sua resistência a baixas temperaturas, utilização em áreas de jardins residenciais, parques, campos de golfe, pólo e outras áreas de uso comercial, e especialmente pela ausência de informações técnicas sobre o manejo de irrigação e exigência hídrica.

### 3.5 Sistema e manejo de irrigação

A grama foi irrigada por um sistema de irrigação localizada por gotejamento, constituído por bomba com potência de 3 cv, vazão de  $7,5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ , rendimento de 81% e rotação de 3450 rpm; caixa d'água com capacidade de 10.000 L; filtro de disco de 200 mesh para evitar obstrução de emissores e um manômetro para o controle da pressão de serviço (Figura 4A).

A rede hidráulica do sistema de irrigação foi composta por uma linha principal de 24 m de comprimento de tubo PVC de 32 mm de diâmetro nominal (DN). As linhas laterais foram fitas gotejadoras não compensadas de polietileno de DN 16 mm, medindo 17 m de comprimento, com emissores espaçados a cada 30 cm, de vazão unitária do emissor especificada pelo fabricante de  $1,5 \text{ Lh}^{-1}$  para pressão de serviço de 10 mca, e foram instaladas nas profundidades de 0; 5 e 10 cm, conforme os tratamentos. No início de cada linha lateral instalou-se registros para possibilitar a aplicação e diferenciação dos tratamentos correspondentes às tensões de água no solo (Figura 4B).

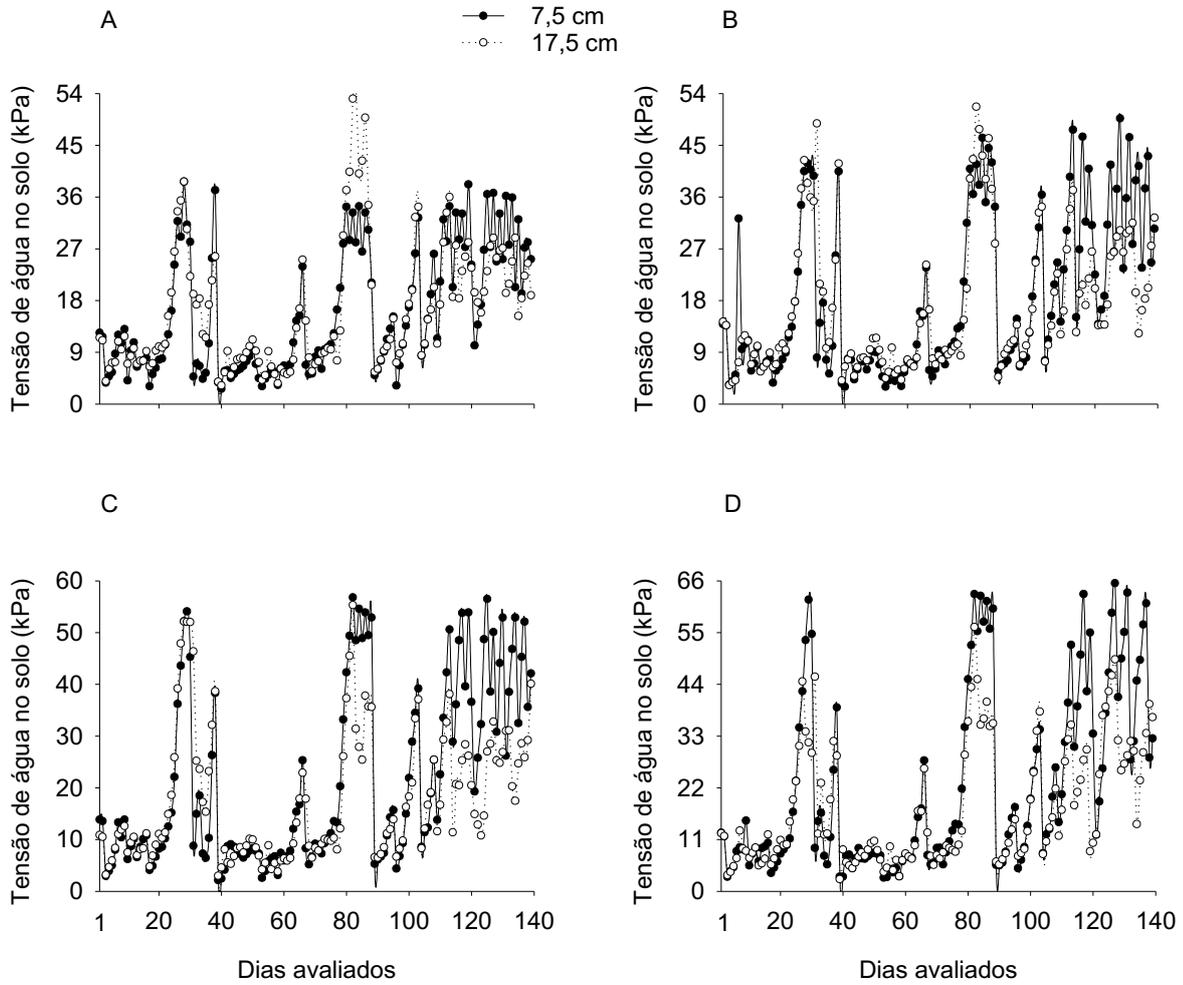
**Figura 4 – Caixa d'água, filtro e manômetro (A); linha principal e início das linhas laterais (B) do sistema de irrigação instalado na área experimental. Botucatu - SP**



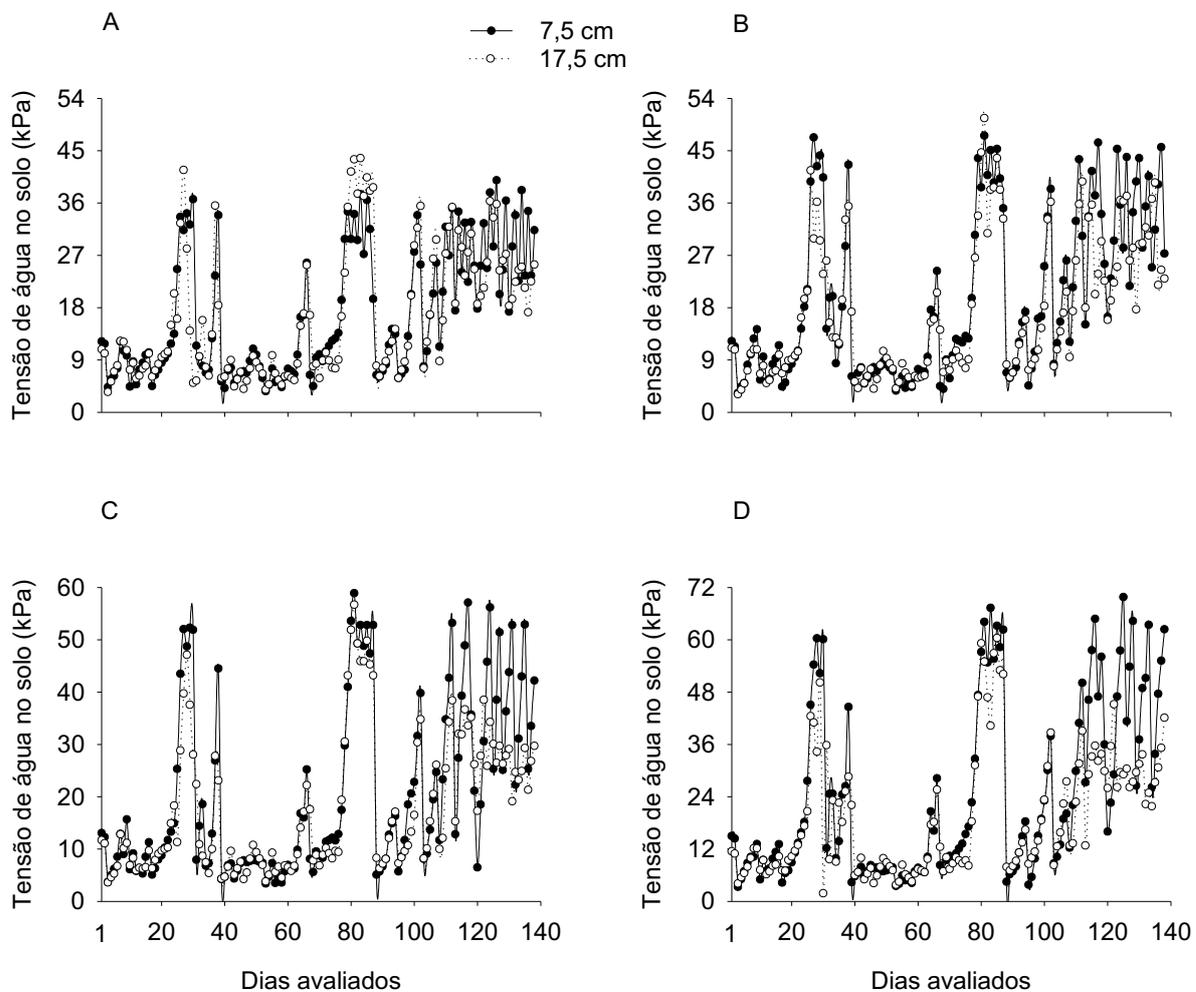
O sistema de irrigação foi avaliado quanto a uniformidade logo após a instalação (antes de enterrar as linhas laterais), utilizando-se a metodologia proposta por Keller e Karmeli (1975). Foram determinados os valores das vazões medidas e o coeficiente de uniformidade (CU) proposto por Keller e Karmeli (1975). O sistema de irrigação apresentou vazão média de  $1,38 \text{ Lh}^{-1}$  e CU de 96%.

Antes da aplicação dos tratamentos correspondentes às tensões de água no solo, elevou-se a umidade do solo para a capacidade de campo, iniciando-se a diferenciação dos tratamentos em 01/01/2019 e finalizando-se em 01/06/2019. O manejo da irrigação do gramado foi realizado pelo método edáfico por tensiometria. Foi instalada uma bateria de tensiômetro em cada bloco, nas profundidades de 7,5 e 17,5 cm com o objetivo de determinar as condições de umidade e o momento de irrigar conforme as tensões aplicadas (Figuras 5, 6 e 7). As leituras dos tensiômetros foram efetuadas com uso de tensímetro de punção digital e realizadas diariamente no período da tarde, às 17 horas.

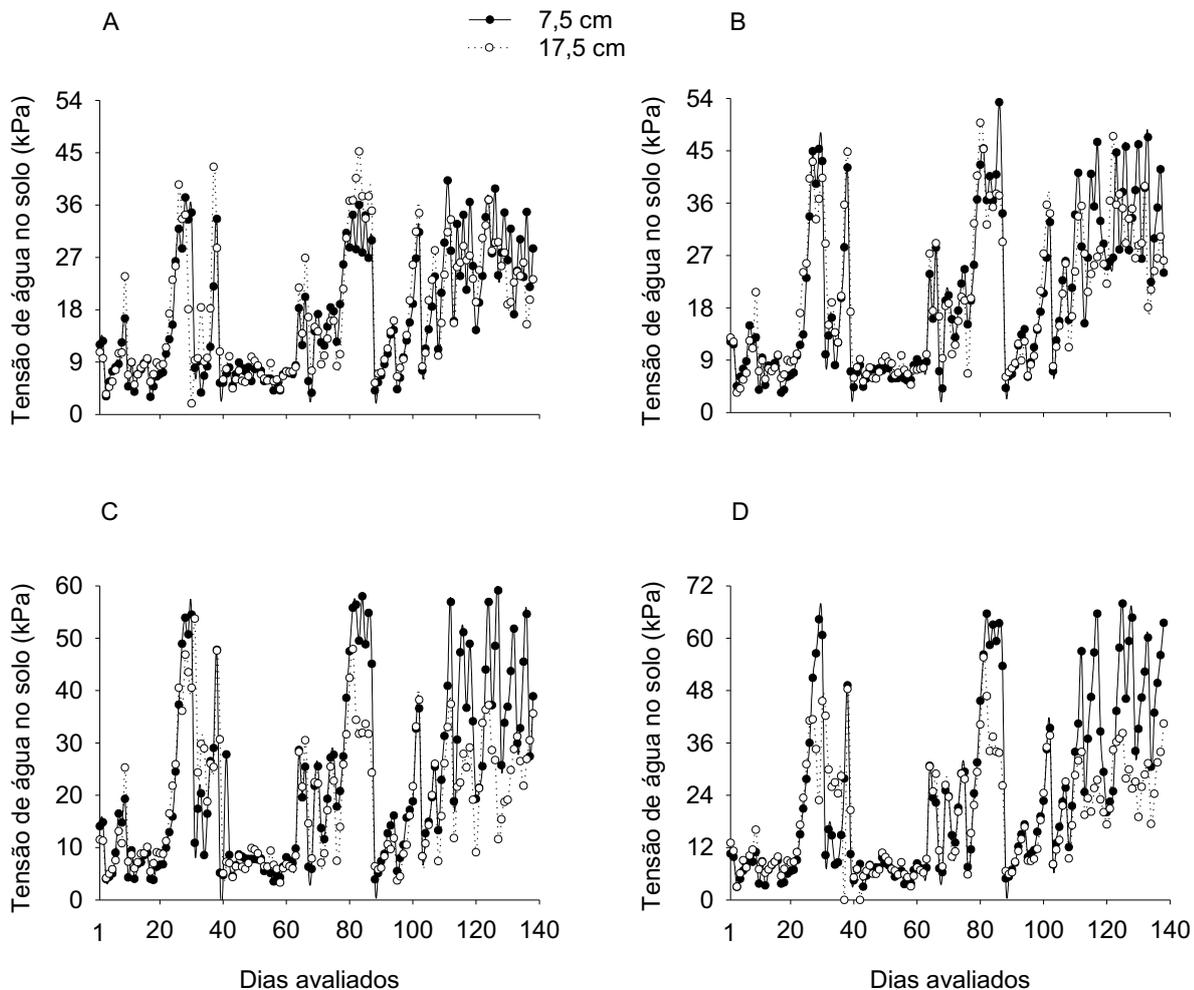
**Figura 5 – Comportamento das tensões de água no solo de 30 (A), 40 (B), 50 (C) e 60 kPa (D) observadas na profundidade de instalação da linha lateral a 0 cm durante o período experimental. Botucatu - SP**



**Figura 6 – Comportamento das tensões de água no solo de 30 (A), 40 (B), 50 (C) e 60 kPa (D) observadas na profundidade de instalação da linha lateral a 5 cm durante o período experimental. Botucatu - SP**



**Figura 7 – Comportamento das tensões de água no solo de 30 (A), 40 (B), 50 (C) e 60 kPa (D) observadas na profundidade de instalação da linha lateral a 10 cm durante o período experimental. Botucatu - SP**



### 3.6 Adubações e plantio

As adubações de fundação foram realizadas 20 dias antes do plantio, aplicando-se as doses de 50 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por meio das fontes de super fosfato simples e termofosfato magnésiano, respectivamente, visando o fornecimento de Cálcio, Magnésio e micronutrientes à cultura.

O plantio da grama foi realizado em 05/03/2018 com tapetes em dimensão de 0,40m x 0,625 m, entregues em paletes. Os tapetes foram transplantados e encaixados uns nos outros de forma a evitar uma linha ininterrupta, para que formasse ziguezague. Em seguida foi realizada a manutenção pós-plantio, para

ocorrer o estabelecimento do gramado, passando-se o rolo liso para acertar os desníveis dos tapetes e aplicando-se areia (Figura 8).

Aos 20 dias após o plantio, e um dia após cada corte da grama, foram aplicados a lanço 120, 30 e 120 kg/ha de N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$ , respectivamente, na formulação NPK 20-05-20.

**Figura 8 – Transporte do tapete (A) e retirada do tapete para o plantio (B); tapete plantado (C) e aplicação de areia (D) na área experimental. Botucatu - SP**



### 3.7 Parâmetros de avaliação do gramado

#### 3.7.1 Determinação de medida indireta de clorofila (MIC)

A medida de clorofila é conveniente para a aparência dos gramados e também para indica de modo indireto a capacidade de absorção de nitrogênio pelas plantas, sendo este o nutriente mais demandado pelas culturas.

Para esta avaliação foi usado um aparelho portátil “Field Scout CM-1000 Chlorophyll Meter” (Figura 9) em que a leitura é efetuada por meio da fração de luz que é assimilada, não existindo contato da folha com o equipamento. A determinação da medida indireta de clorofila (MIC) foi realizada quinzenalmente. O referido valor foi obtido mediante a média de 3 leituras obtidas aleatoriamente dentro de cada parcela. O equipamento foi posicionado a 1 m de distância das folhas da grama, paralelo à superfície do gramado, sendo ajustado com o ângulo do sol.

**Figura 9 – Aparelho Field Scout CM-1000 Chlorophyll Meter utilizado para avaliação da MIC**



Fonte: Amanda Marla de Almeida - 2019.

### 3.7.2 Altura do Gramado

Para a obtenção de altura do gramado foi utilizado um equipamento chamado “Grass Height Prism Gauge” (Figura 7) coletando-se três valores e dessa forma obtendo-se o valor médio de altura de cada parcela. As coletas ocorreram de 15 em 15 dias.

**Figura 10 – Equipamento Grass Height Prism Gaug, utilizado para avaliação da altura**



### 3.7.3 Quantificação de aparas

A quantificação da massa seca de aparas foi realizada mensalmente, devido ao crescimento lento da grama Discovery. Os cortes foram realizados em cada parcela útil com o auxílio de uma roçadeira a gasolina denominada GreenMaster 1000 - TORO<sup>®</sup>, com coletor de aparas, largura estabelecida de 0,5 m e mantida na altura de 1,5 cm para todos os tratamentos.

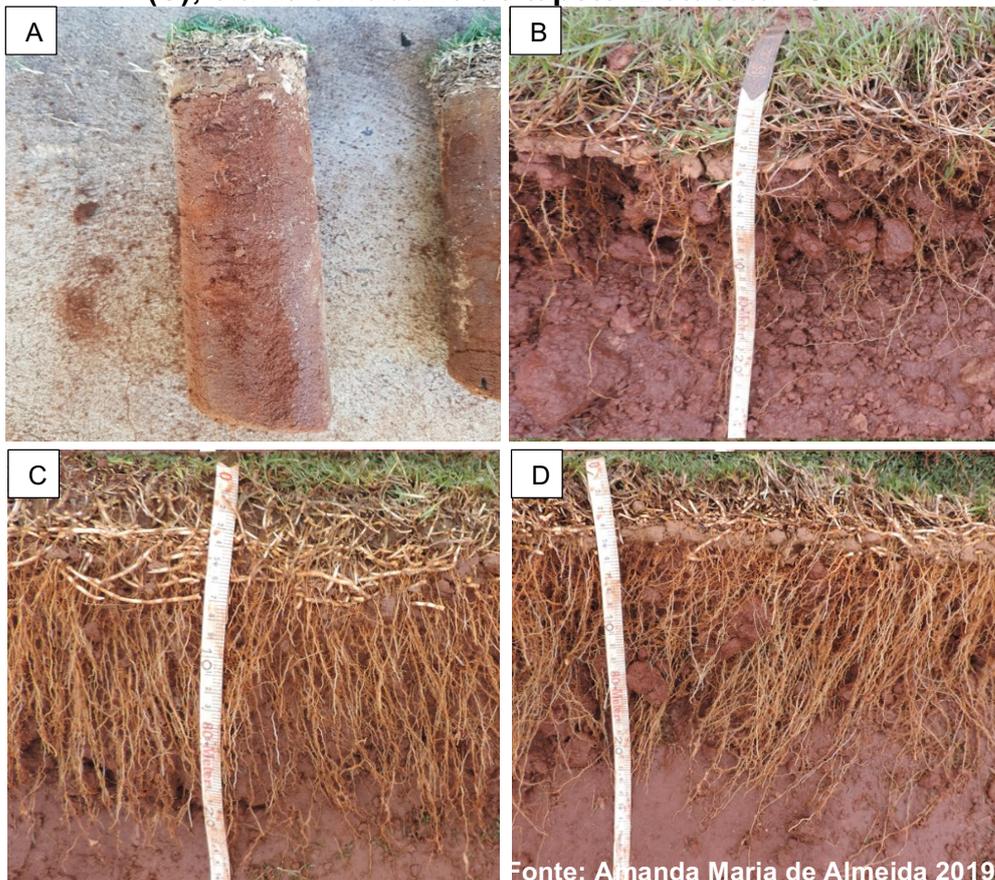
Após a execução do corte as aparas (folhas) foram acondicionadas em sacos de papel (identificados) com peso conhecido, levadas a estufa de circulação forçada onde permaneceram por 72 horas a 65 °C. Após esse período, foi quantificada a massa de aparas seca (MSA) em balança digital com precisão 0,01 g.

### 3.7.4 Profundidade da raiz e massa seca

A amostragem foi realizada no final do experimento, no mês de maio de 2019, utilizando-se trado amostrador de perfil do solo, para verificar o comprimento das raízes em função dos tratamentos. Coletou-se até 20 cm de profundidade, em 3 pontos por parcela, e com auxílio de uma régua graduada mediu-se o comprimento das raízes, seguindo metodologia de Vasconcelos et al. (2003) (Figura 11).

Todas as amostras coletadas foram lavadas em peneira de 2 mm para remover inteiramente o solo que havia e assim não dissipar as raízes. Após lavadas, essas amostras foram mensuradas e acondicionadas em sacos de papel (identificados) com peso conhecido e subtraído, levadas a estufa de circulação forçada onde permaneceram 96 horas a 65°C, e após esse período foram quantificadas para determinação da massa em balança digital com precisão 0,01 g.

**Figura 11 – Amostra retirada com trado amostrador (A); visualização de raízes na profundidade imediatamente abaixo do tapete (B); a 5 cm abaixo do tapete (C); e a 10 cm abaixo do tapete. Botucatu - SP**



Fonte: Amanda Maria de Almeida 2019

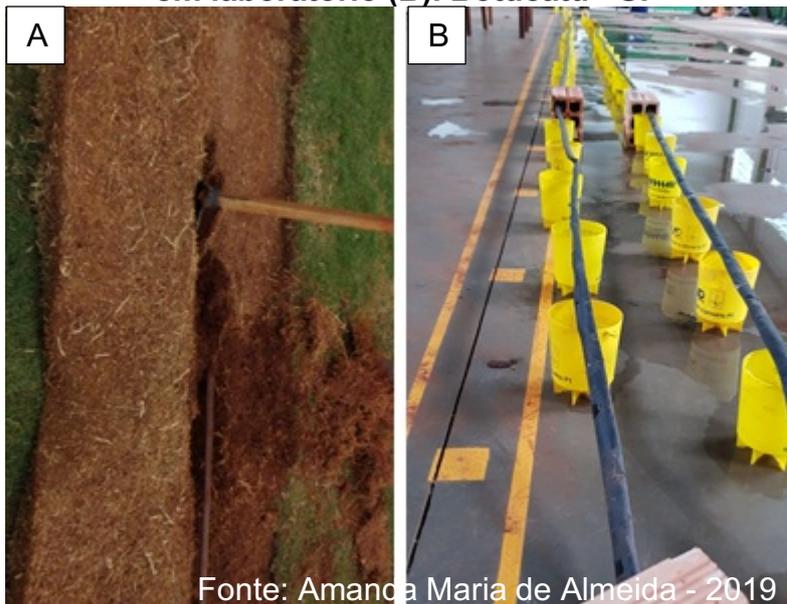
### 3.7.5 Avaliação da obstrução dos emissores

Ao final do experimento foram retiradas do campo 4 linhas laterais em cada profundidade de instalação (0, 5 e 10 cm) para avaliação da obstrução ou não dos emissores (Figura 12A). As linhas laterais mediam 17 m de comprimento, contendo 56 emissores. O teste foi realizado com o sistema operando em pressão de serviço a 10 mca. A vazão de cada emissor foi coletada com auxílio de proveta graduada durante três minutos, em três repetições.

Para efetuar as avaliações foi decidido utilizar o comprimento total (17 m), preservando as mesmas disposições em campo (Figura 12B), condição reconhecida por Resende (1999).

As avaliações foram realizadas no Laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônômicas “Júlio de Mesquita Filho” da Universidade Estadual Paulista (UNESP).

**Figura 12 – Retirada das fitas gotejadoras (A); e Teste de vazão dos emissores em laboratório (B). Botucatu - SP**



Fonte: Amanda Maria de Almeida - 2019

Para aferição do grau de entupimento nos emissores avaliou-se a vazão de cada gotejador, coeficiente de uniformidade e de distribuição de água, coeficiente de variação e grau de entupimento, por meio das seguintes equações:

$$Q = \frac{V}{1000 \cdot T} 60 \quad (1)$$

em que,

q – vazão do gotejador, L h<sup>-1</sup>;

V – volume de água coletado, mL, e

T – tempo de coleta de água, min.

$$CV = 100 \frac{S}{\bar{X}} \quad (2)$$

em que,

CV – coeficiente de variação, %;

S – desvio padrão da vazão dos emissores, L h<sup>-1</sup>;

$\bar{X}$  – média de vazão dos emissores, L h<sup>-1</sup>.

$$GE = 100 \left( 1 - \frac{q_{\text{usado}}}{q_{\text{novo}}} \right) \quad (3)$$

em que,

GE – grau de entupimento, %;

q<sub>usado</sub> – vazão do emissor usado, L h<sup>-1</sup>;

q<sub>novo</sub> – vazão do emissor novo, L h<sup>-1</sup>.

$$CUD = 100 \left( \frac{X_{25\%}}{\bar{X}} \right) \quad (4)$$

em que,

CUD – coeficiente de uniformidade de distribuição, %;

X<sub>25%</sub> – vazão média de ¼ dos menores valores, L h<sup>-1</sup>;

$\bar{X}$  – média de vazão dos emissores, L h<sup>-1</sup>.

$$CUC = 100 \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - \bar{q}|}{n_e \bar{q}} \right] \quad (5)$$

em que,

CUC – coeficiente de uniformidade de Christiansen, %;

q<sub>i</sub> – vazão do emissor, L h<sup>-1</sup>;

$\bar{q}$  – vazão média dos emissores, L h<sup>-1</sup>.

Ao final dos testes as fitas gotejadoras foram cortadas com a intenção de se verificar se houve intrusão de raízes nos emissores.

### **3.8 Análise estatística dos dados**

Os dados foram testados quanto à normalidade e homogeneidade de variâncias pelos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente; e, em seguida, submetidos à análise de variância (ANAVA) pelo teste “F” ao nível de 5% de probabilidade. Para as diferenças significativas entre as profundidades de instalação da linha lateral, procedeu-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Em caso de efeito significativo para o fator tensão de água no solo, procedeu-se análises quantitativas de regressão polinomial, testando-se os modelos de regressão linear e quadrático.

As equações de regressão foram escolhidas em função da significância dos coeficientes de regressão à nível de 5% de probabilidade e no maior valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ). As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Medida indireta de clorofila, altura das folhas e massa de aparas secas

Na Tabela 2 apresenta-se a síntese da análise de variância para os parâmetros medida indireta de clorofila, altura das folhas do gramado e massa de aparas secas avaliados de Janeiro a Maio de 2019, em função das tensões de água no solo e das profundidades de instalação da linha lateral.

**Tabela 2 – Síntese da análise de variância dos parâmetros medida indireta de clorofila, altura e massa seca de aparas do gramado em função da tensões de água no solo e das profundidades de instalação da linha lateral.**

Fonte de variação	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
<b>Medida indireta de clorofila</b>					
-----Quadrados médios-----					
Tensão (T)	13383,19**	8668,91**	18463,51**	5687,85**	8340,69**
Profundidade (P)	25663,44**	32921,33**	21781,86**	18278,36**	24393,44**
T x P	1608,81**	444,33**	435,60**	148,54*	53,22 <sup>NS</sup>
CV (I)	3,24	2,44	2,16	1,45	1,60
CV (II)	1,42	2,03	2,71	2,10	3,71
CV (III)	2,14	1,92	1,65	1,50	2,83
<b>Altura do gramado</b>					
Tensão (T)	14,00**	31,00**	35,18**	35,66**	35,74**
Profundidade (P)	2,11 <sup>NS</sup>	13,08**	55,52**	1,86 <sup>NS</sup>	8,33*
T x P	0,77 <sup>NS</sup>	7,16 <sup>NS</sup>	1,26 <sup>NS</sup>	1,86*	0,62 <sup>NS</sup>
CV (I)	2,30	1,73	1,71	2,03	3,26
CV (II)	4,11	1,34	4,09	3,72	3,80
CV (III)	3,56	4,03	3,14	3,56	3,16
<b>Massa de aparas secas</b>					
Tensão (T)	137,70**	132,58**	171,52**	129,12**	150,45**
Profundidade (P)	186,29**	169,20**	413,12**	55,44**	138,59**
T x P	2,72*	0,16 <sup>NS</sup>	2,17 <sup>NS</sup>	0,59 <sup>NS</sup>	2,87*
CV (I)	3,97	3,62	3,06	3,42	2,40
CV (II)	2,61	3,83	2,03	2,10	3,14
CV (III)	2,88	2,76	2,37	2,26	2,39

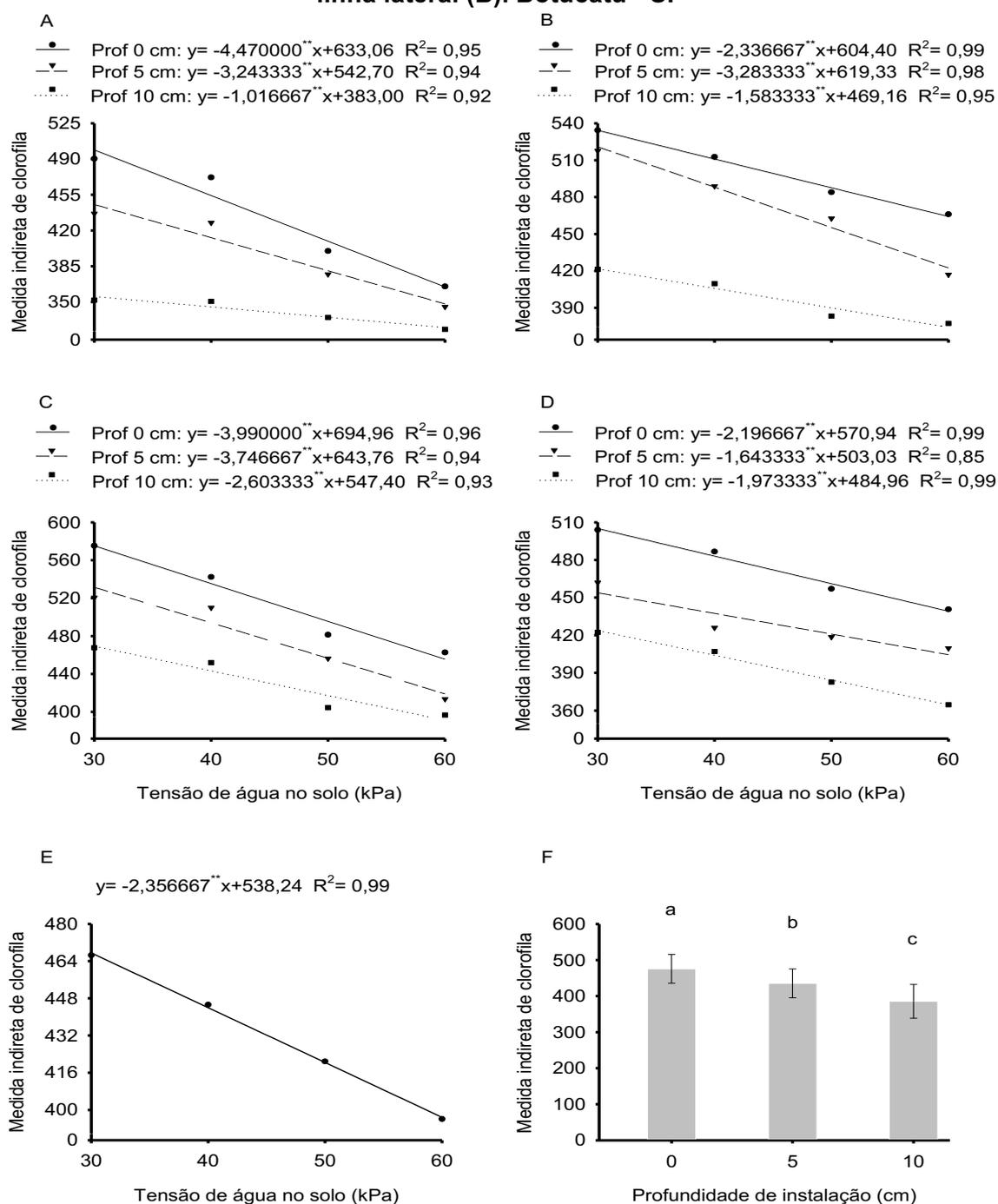
CV: coeficiente de variação; \*\* e \* significativo a 1 e 5 % de probabilidade.

A medida indireta de clorofila (MIC) da grama bermuda Discovery<sup>TM</sup> avaliada neste estudo foi influenciada tanto isoladamente como pela interação significativa (Tabela 2) entre os fatores nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril (Tabela 2). Entretanto no mês de Março os fatores influenciaram apenas isoladamente esta variável.

Ao analisar a MIC nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril, notou-se que as médias máximas de 498,96; 534,30; 575,26 e 505,04 foram obtidos com o uso da tensão de 30 kPa na profundidade de instalação de 0 cm (Figuras 13A, B, C e D).

Nestes meses evidenciou-se reduções significativas de 37, 15, 26 e 15%, respectivamente, da MIC em relação à tensão de 60 kPa, para a mesmabprofundidade.

**Figura 13 – Medida indireta de clorofila foliar (MIC) da grama bermuda Discovery™ em função da interação entre as tensões de água no solo e profundidades de instalação da linha lateral nos meses de janeiro (A), fevereiro (B), março (C) e abril (D), e isolada no mês de maio pelo fator tensão de água no solo (A) e profundidade de instalação da linha lateral (B). Botucatu - SP**



\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste t de Student. Médias representadas por letras distintas nas profundidades diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O uso da MIC é uma alternativa importante para avaliar a quantidade de nitrogênio (N) na planta (BACKES et al., 2010), uma vez que a coloração verde reflete indiretamente a quantidade de clorofila nas folhas (SANTOS; CASTILHO, 2015). A redução do parâmetro fisiológico MIC com o aumento das tensões de água no solo e da profundidade de instalação da linha lateral pode ser explicada pela menor manutenção da umidade do solo, causando diminuição do contato do sistema radicular da grama com íons presentes na solução do solo, especialmente em maiores profundidades de instalação.

Acrescente-se que a menor disponibilidade de umidade no solo causa alterações de ordem morfológica e fisiológica nas plantas (TAIZ et al., 2017) principalmente naquelas com menor crescimento radicular como é o caso da grama, afetando drasticamente o crescimento e conseqüentemente o acúmulo de biomassa.

A avaliação da MIC no mês de maio foi afetada apenas isoladamente pelos fatores testados (Tabela 2). Os dados da MIC neste período ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão linear decrescente com o máximo de 467,54 observado na tensão de 30 kPa (Figura 13E). Neste período também constatou-se redução da MIC com o aumento da tensão de água no solo. Em outras espécies de gramíneas como o milho, Schlichting et al. (2014) verificaram diminuição da MIC com a elevação da tensão de água no solo. Vieira et al. (2014) também observaram redução da MIC em cana-de-açúcar sob condições de baixa disponibilidade hídrica.

No mês de maio, a MIC também apresentou diferenças expressivas em função das profundidades de instalação da linha lateral (Figura 13F). No presente estudo verificou-se que a MIC foi maior nas parcelas em que a linha lateral foi instalada a 0 cm, com ganhos de 8,5 e 19% em relação às posições de 5 e 10 cm de profundidade, respectivamente. Esse aumento pode ser explicado pela maior absorção de nutrientes como o N na camada mais superficial do solo, maximizando a síntese de clorofila e conseqüentemente a MIC (TAIZ et al., 2017). O aperfeiçoamento da cor verde em maior vivacidade significa maiores acúmulos de clorofila, podendo favorecer maiores taxas fotossintéticas e, assim sendo, melhor produção de carboidratos e “pegamento” de raiz dos tapetes (LIMA, 2009; CHRISTIANS, 1998).

É provável que a cobertura foliar da grama aliada às condições climáticas ocorridas durante o mês de maio (Figura 1) tenha contribuído para atenuar as taxas

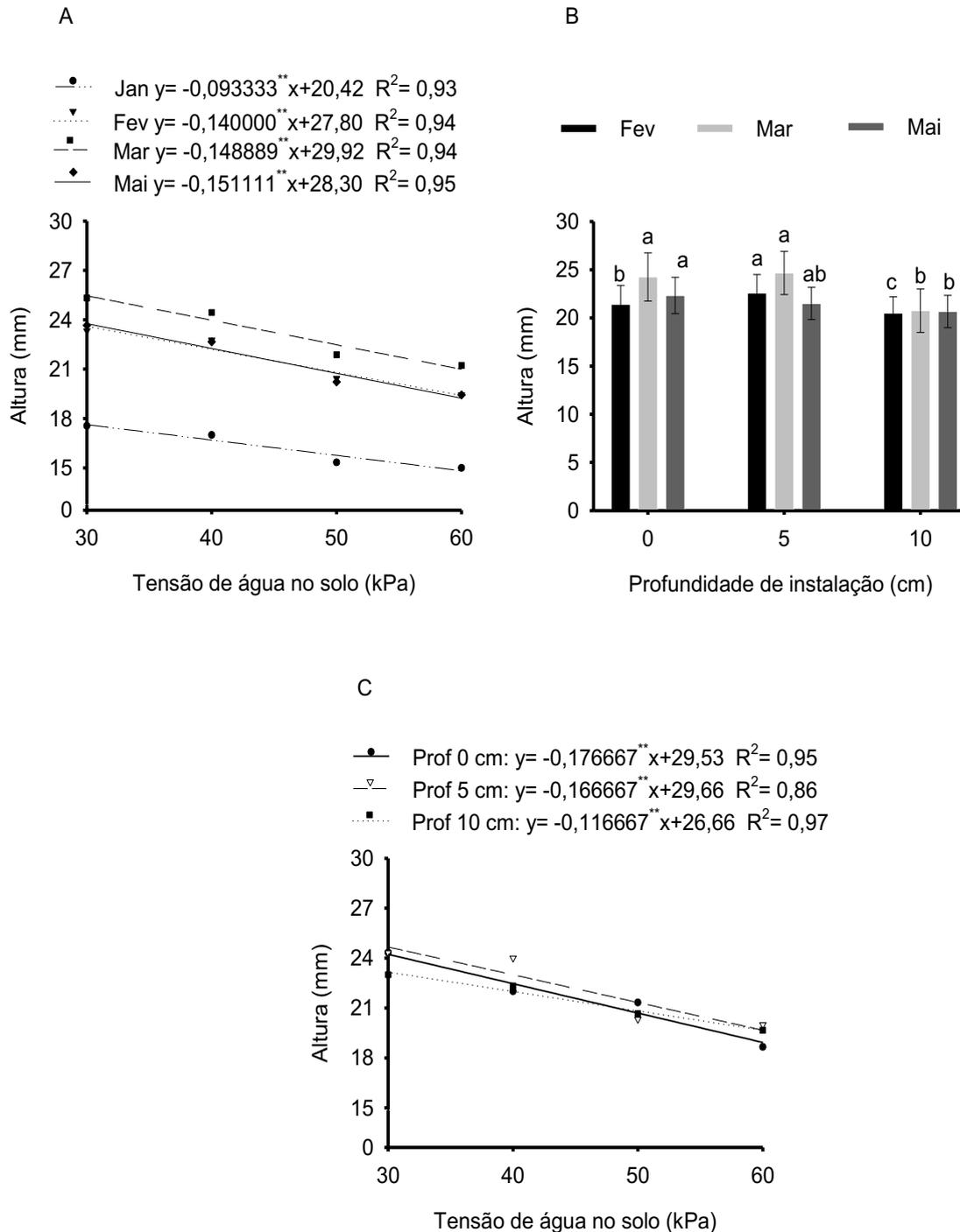
de evaporação da água do solo e favorecer a instalação da linha lateral a 0 cm de profundidade. Os resultados obtidos neste estudo contrariam os reportados por Mendonça (2017) que constataram maior MIC da grama esmeralda em sistema de gotejamento subsuperficial posicionado a 12 cm de profundidade. Pode-se inferir que essas diferenças estejam relacionadas dentre outros fatores às cultivares, manejo de irrigação e fertirrigação, bem como às condições edafoclimáticas locais.

As tensões de água no solo influenciaram significativamente a altura das folhas do gramado nos meses de janeiro, fevereiro, março e maio (Tabela 2). As maiores alturas de folhas de 17,62; 23,60; 25,45 e 23,76 mm, respectivamente, foram observadas com o uso da tensão de 30 kPa (Figura 14A). Assim como a MIC, a altura das folhas também reduziu na medida em que se elevou a tensão de água no solo em todos os meses avaliados (Figura 14A). Esses resultados podem ser atribuídos a um possível efeito de déficit hídrico no solo promovido pelas tensões de 40, 50 e 60 kPa, causando redução do crescimento vegetal e do alongamento celular em razão da diminuição do fluxo de água do xilema pelo aumento do fechamento estomático que reduz as taxas fotossintética e conseqüentemente o crescimento (SCHLICHTING, 2012; TAIZ et al., 2017).

A diminuição em altura de plantas com o aumento da tensão de água no solo também foi reportada em outras culturas como arroz (OLIVEIRA, 2014) e milho (SCHLICHTING, 2012). Saliente-se que no presente estudo, a precipitação ocorrida durante o período experimental (Figura 1A) pode ter atenuado maiores efeitos do estresse hídrico causado pelas tensões de 50 e 60 kPa.

A altura das folhas avaliada nos meses de fevereiro, março e maio também foi influenciada pelas profundidades de instalação da linha lateral (Tabela 2). Em fevereiro a grama atingiu o máximo de 22,58 mm com a linha lateral posicionada aos 5 cm de profundidade, provavelmente por este tratamento favorecer a diminuição da evaporação da água do solo e permitir um desenvolvimento radicular mais adequado, bem como pela maior ocorrência de precipitação neste período.

**Figura 14 – Altura das folhas da grama bermuda Discovery™ em função de tensões de água no solo nos meses de janeiro, fevereiro, março e maio (A) e das profundidades de instalação da linha lateral em fevereiro, março e maio (B) e interação entre os fatores no mês de abril (C). Botucatu - SP**



\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste t de Student. Médias representadas por letras distintas nas profundidades diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

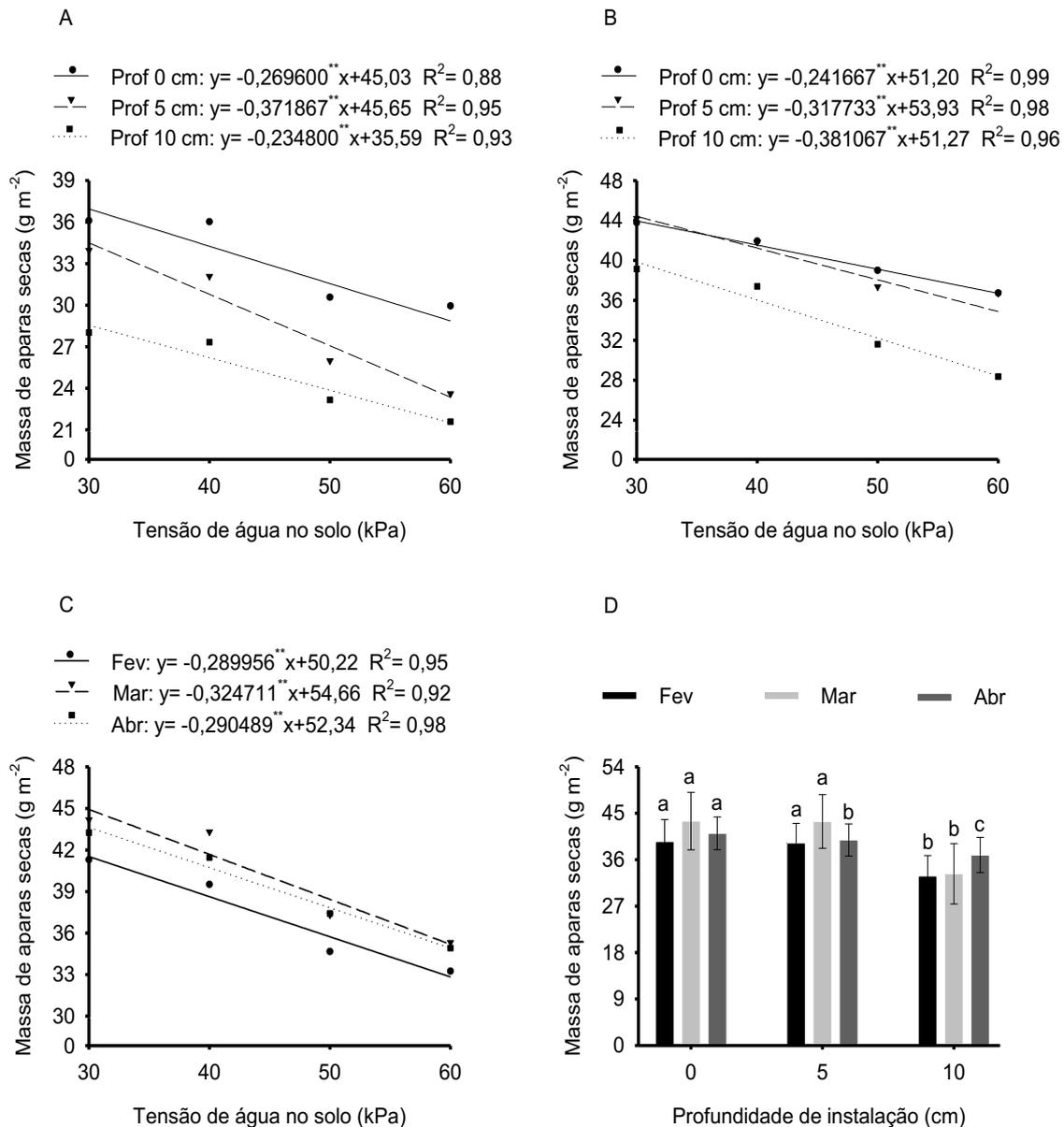
Nos meses de março e maio as alturas máximas de 24,66 e 21,50 mm foram obtidas nas profundidades de 5 e 0 cm, respectivamente, entretanto não houve diferença entre estes tratamentos dentro dos referidos meses (Figura 14B). Esses resultados podem estar relacionados ao ganho na MIC observado nestes tratamentos em razão da maior síntese de clorofila foliar, favorecendo o ganho em altura. No presente trabalho as menores variações de altura foliar em função das profundidades de instalação da linha lateral foram observadas no mês de maio (Figura 14B). A menor disponibilidade de radiação solar, a diminuição da temperatura do ar, aliadas a ocorrência de precipitação (Figura 1) reduzem as taxas de evaporação da água do solo, podendo provocar menor variação entre os tratamentos.

A altura do gramado no mês de abril foi influenciada pela interação significativa entre os tratamentos (Tabela 2). Ao analisar o desdobramento entre os fatores, verificou-se que de maneira geral houve diminuição da altura das folhas com o aumento das tensões aplicadas independentemente da profundidade (Figura 14C). Esses resultados corroboram com os observados por Almeida et al. (2013) que também verificaram redução da altura foliar da grama bermuda em condições de déficit hídrico.

No mês de abril a altura foliar máxima de 24,66 mm foi obtida na tensão de 30 kPa com a profundidade de instalação a 5 cm. Isso evidencia que nas condições climáticas do mês de abril (Figura 1) a instalação da linha lateral a 5 cm de profundidade apresentou melhor desempenho na manutenção da umidade do solo.

Ao analisar a massa de aparas secas (MAS) observou-se que esta variável foi influenciada isoladamente pelos tratamentos em todos os períodos avaliados. Entretanto, notou-se que houve interação significativa entre os fatores para os meses de janeiro e maio (Tabela 2). De maneira geral o maior acúmulo de biomassa de aparas no mês de janeiro de 36,94 g m<sup>-2</sup> ocorreu na combinação entre a tensão de 30 kPa e a profundidade de instalação a 0 cm de profundidade (Figura 15A). Em maio a tensão de 30 kPa associada à profundidade de instalação da lateral a 5 cm abaixo do tapete mostrou-se mais eficiente no acúmulo de biomassa seca, obtendo-se o máximo de 44,40 g m<sup>-2</sup> (Figura 15B).

**Figura 15 – Massa de aparas secas (MAS) da grama bermuda Discovery™ em função da interação entre as tensões de água no solo e profundidades de instalação da linha lateral nos meses de janeiro (A) e maio (B). MAS avaliada nos meses de fevereiro, março e abril em função das tensões de água no solo (C) e das profundidades de instalação nos meses de fevereiro, março e abril (D). Botucatu - SP**



\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste t de Student. Médias representadas por letras distintas nas profundidades diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No presente estudo houve decréscimo no acúmulo de biomassa de aparas da grama bermuda Discovery™ com a elevação da tensão da água no solo acima de 30 kPa, em todas as profundidades avaliadas (Figura 15A e B). Esses resultados são

decorrentes das reduções da medida indireta de clorofila foliar e da altura das folhas observadas nesses tratamentos, refletindo diretamente no acúmulo de biomassa.

O acúmulo de biomassa seca é um parâmetro importante empregado na estimativa das taxas de crescimento das plantas e na quantificação da eficiência do metabolismo vegetal. Os resultados obtidos neste estudo corroboram com os observados por Mauad, Crusciol e Grassi Filho (2011) que também constataram diminuição da produção de biomassa seca de cultivares de arroz com o aumento da tensão de água no solo.

Nos meses de fevereiro, março e abril, o acúmulo de biomassa de aparas seca sofreu influência isolada dos fatores tensões e profundidades de instalação (Tabela 2). Nos referidos meses os dados ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão linear decrescente com os máximos acúmulos de biomassa seca de 41,52; 44,92 e 43,62 g m<sup>-2</sup>, respectivamente, obtidos com o uso da tensão de 30 kPa (Figura 15C).

Assim como nos meses de janeiro e maio, os demais meses avaliados também evidenciaram comportamento de diminuição da massa de aparas secas na profundidade de instalação a 10 cm, contudo não houve diferença significativa entre as posições 0 e 5 cm de profundidade nos meses de fevereiro, março e abril (Figura 15D).

Os menores acúmulos de biomassa de aparas secas ocorridos em fevereiro, março e abril nas tensões de 40, 50 e 60 kPa (Figura 15C) e na instalação subsuperficial a 10 cm de profundidade (Figura 15D) também estão relacionados às menores expressões de crescimento e da MIC observadas nesses tratamentos. O comportamento de diminuição no acúmulo de biomassa seca em condições de menor disponibilidade de água no solo também foi reportado em outras quatro espécies de gramíneas por Lopes et al. (2016). No entanto, Almeida et al. (2016) não constataram diferenças expressivas no acúmulo de biomassa seca de cultivares de milho sob disponibilidades hídricas.

## 4.2 Comprimento e Massa seca de raiz

Na Tabela 3 apresenta-se a síntese da análise de variância para os parâmetros comprimento e massa seca de raiz do gramado em função das tensões de água no solo e das profundidades de instalação da linha lateral.

**Tabela 3 – Síntese da análise de variância dos parâmetros comprimento e massa seca de raiz do gramado em função da tensões de água no solo e das profundidades de instalação da linha lateral**

Fonte de variação	Comprimento de raiz	Massa seca de raiz
	-----Quadrados médios-----	
Tensão (T)	15,99**	59,71**
Profundidade (P)	419**	257,87**
T x P	0,35 <sup>NS</sup>	3,73 <sup>NS</sup>
CV (I)	2,26	6,35
CV (II)	2,15	6,50
CV (III)	2,41	6,57

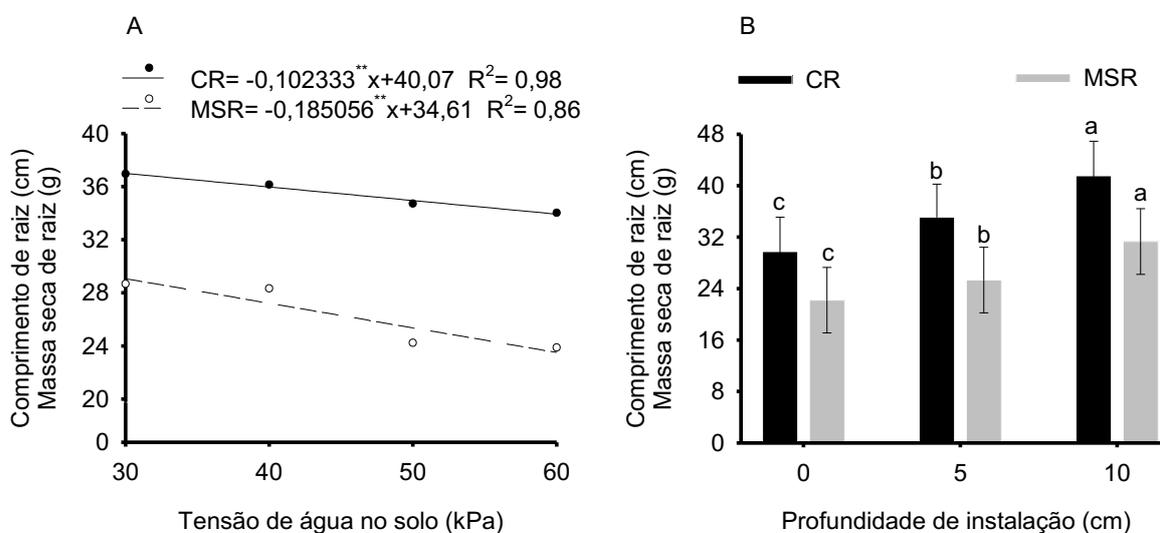
CV: coeficiente de variação; \*\* e \* significativo a 1 e 5 % de probabilidade.

Quando se analisa o comprimento e o acúmulo de biomassa seca de raiz, nota-se que tanto as tensões como as profundidades de instalação afetaram esses parâmetros da grama bermuda Discovery<sup>TM</sup> (Tabela 3).

A tensão de 30 kPa promoveu as máximas expressões de comprimento (CR) e acúmulo de massa seca de raízes (MSR) de 37,0 cm e 29,05 g, respectivamente (Figura 16A). O aumento do comprimento radicular observado neste valor de tensão, também é consequência da adequada disponibilidade de água no solo, que além de maximizar a MIC, a altura foliar e o acúmulo de massa de aparas secas, favorece o crescimento radicular e consequentemente o ganho no acúmulo de biomassa nessa estrutura vegetal.

O comportamento de diminuição do CR e da MSR com o aumento da tensão da água no solo, também foi observado por Ramos Júnior et al. (2013) em outras espécies como aveia preta, milho e sorgo.

**Figura 16 – Médias do comprimento e massa seca de raiz em função da tensão da água no solo (A) e das profundidades de instalação da linha lateral (B). Botucatu - SP**



Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade

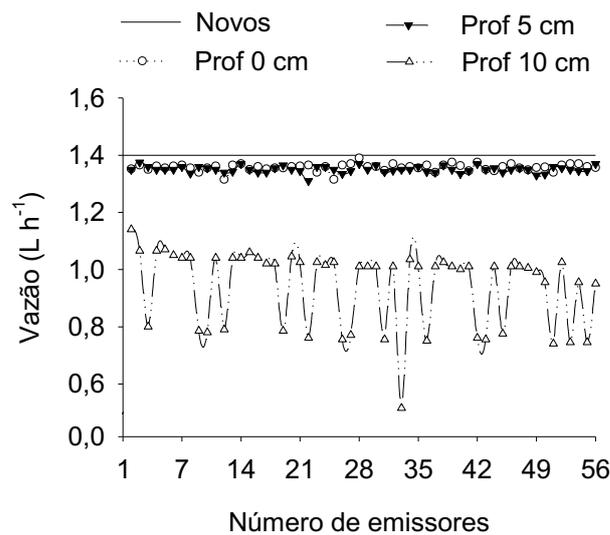
Quanto à resposta das variáveis CR e MSR às profundidades de instalação da linha lateral (Figura 16B), foi possível constatar que a instalação a 10 cm maximizou o crescimento e acúmulo de biomassa radicular, obtendo-se os máximos de 41,55 cm e 31,32 g, respectivamente (Figura 16B). Houve incrementos de 28,4 e 15,6% no CR, e de 29,1 e 19,1% na MSR em relação às posições de instalação de 0 e 5 cm, respectivamente.

Apesar da maior expansão das raízes e conseqüentemente aumento em acúmulo de biomassa radicular, a instalação da lateral a 10 cm de profundidade não refletiu em ganhos consideráveis na MIC, altura foliar e na massa de aparas secas. Provavelmente essa maior expansão está relacionada apenas a um mecanismo de adaptação da grama às condições adversas. Ressalte-se ainda que plantas submetidas às condições de baixa disponibilidade hídrica na região radicular, expandem suas raízes como medida atenuante do estresse.

### 4.3 Susceptibilidade ao entupimento

Ao analisar os dados de vazão média dos 56 gotejadores das linhas laterais dos tratamentos referentes às profundidades de instalação, após 15 meses de uso em cultivo de grama, foi possível constatar redução significativa de vazão com o aumento das profundidades de instalação (Figura 17).

**Figura 17– Vazão média dos emissores**



Houve redução de 0,5 e 30,96% nos valores de vazão dos gotejadores da linha lateral instalada a 10 cm de profundidade em relação às posições de 0 e 5 cm, respectivamente. Essa diminuição pode estar relacionada ao maior crescimento radicular da grama bermuda Discovery™ (Figura 16B) promovendo maiores taxas de entupimento em razão da intrusão radicular, bem como pela presença de partículas minerais e orgânicas do solo.

A diminuição dos valores de vazão de gotejadores com o aumento da profundidade de instalação da linha lateral também foi observada em outras culturas como no pinhão-mansão (CUNHA et al., (2016), cana-de-açúcar (SOUZA, 2012), eucalipto (MELO et al., 2010). Keller e Bliesner (1990) relatam que o contratempo predominante do método de irrigação subsuperficial utilizando-se fitas gotejadoras é o entupimento dos emissores por intrusão radicular e por partículas sólidas. No entanto, Silvestre (2017) e Lima et al. (2010) não constataram intrusão radicular em

gramas (bermuda e esmeralda) e em cana-de-açúcar após 125 e 70 dias de uso, respectivamente.

Os valores médios do coeficiente de variação da vazão (CV) foram inferiores a 2% em gotejadores de laterais novas e quando instalados a 0 e 5 cm de profundidade. Entretanto houve aumento expressivo no CV quando a profundidade de instalação da linha lateral foi de 10 cm (Tabela 4). O aumento observado no índice CV proporciona distribuição desuniforme na aplicação de água e nutrientes, podendo causar perda significativa na produtividade das culturas (LÓPEZ et al., 1992).

**Tabela 4 – Valores do coeficiente de variação (CV), coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), grau de entupimento (GE) e desvio-padrão (DESVPAD) de gotejadores em linhas laterais novas e instaladas a 0,5 2 10 cm**

Emissores	Índices				
	CV (%)	CUC (%)	CUD (%)	GE (%)	DESVPAD
Novos	1,54 a	98,80 a	98,36 a	-	0,0217
Prof 0 cm	1,73 a	98,85 a	98,05 b	3,18 a	0,0235
Prof 5 cm	1,72 a	98,67 a	97,79 b	3,67 b	0,0233
Prof 10 cm	29,97 b	83,73 b	70,60 c	32,89 c	0,2813

Letras seguidas por letras distintas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Ao analisar as médias dos coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) e uniformidade de distribuição (CUD), observou-se redução destes índices com o aumento da profundidade de instalação. Houve diferença significativa no CUC e CUD quando a linha lateral foi posicionada a 10 cm de profundidade em relação aos demais tratamentos (Tabela 4).

Os valores de CUC e CUD referentes ao gotejadores novos e instalados a 0 e 5 cm de profundidades foram superiores a 90%, sendo classificados como excelentes (MERRIAM; KELLER, 1978). As maiores médias de CUC e CUD encontradas nas profundidades de instalação da linha lateral a 0 e 5 cm de profundidade devem-se às menores variações de vazões observadas nestes tratamentos (Figura 17).

No presente estudo os valores de CUC e CUD obtidos na linha lateral instalada a 10 cm de profundidade foram classificados como bom e razoável, respectivamente, conforme Merriam e Keller (1978), podendo ser indicativo de taxa de entupimento ocorrida neste tratamento.

O grau de entupimento (GE) é um parâmetro que indica o grau de redução de vazão dos emissores em relação à sua vazão inicial. As médias do GE apresentaram diferenças significativas entre as profundidades de instalação avaliadas, tendo sido observado o máximo GE quando a linha lateral foi posicionada a 10 cm de profundidade (Tabela 4).

O aumento no GE com a instalação da linha lateral a 10 cm de profundidade é atribuído às reduções das vazões dos emissores (Figura 17). O entupimento de emissores é o principal problema dos sistemas de irrigação por gotejamento superficial e subsuperficial, especialmente em culturas de alto valor econômico como os gramados esportivos e ornamentais nos quais a baixa durabilidade do sistema provocada por emissores entupidos acarreta redução no crescimento e perdas econômicas.

## 5 CONCLUSÕES

A profundidade de instalação das linhas laterais a 0 cm combinada com a tensão de 30 kPa promoveram as máximas taxas de crescimento do gramado.

A uniformidade do sistema de irrigação para as profundidades de 0 e 5cm manteve-se excelente após 15 meses de uso.

A profundidade de instalação da linha lateral a 10 cm ocasionou entupimento dos emissores.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. C. R.; LEITE, M. L. M. V.; SÁ JÚNIOR, E. H.; CRUZ, M. G.; MOURA, G. A.; MOURA, E. A.; SÁ, G. A. S.; LUCENA, L. R. R. Crescimento vegetativo de cultivares de milho sob diferentes disponibilidades hídricas. **Magistra**, v. 29, n. 2, p. 161–171, 2016.
- ALMEIDA, R. G. R.; TURCO, J. E. P.; BARRETO, A.C.; MOREIRA, L. A. Crescimento da grama bermuda sob diferentes lâminas de irrigação. **Irriga**, v. 18, n. 2, p. 257, 2013.
- ANDRADE, T. F. D. **Desenvolvimento da grama bermuda tifway em diferentes manejos de irrigação e de adubação**. Tese (Doutorado) - Botucatu - SP: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônomicas, 2016.
- ATHAYDE, A. A. R., CARVALHO, R. C. R.; MEDEIROS, L. T.; VALERIANO, A. R.; ROCHA, G. P. Gramíneas do gênero *Cynodon* – Cultivares recentes no Brasil. **UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS**, v. 73, p. 1–14, 2005.
- AUGUSIN, B. J.; SNYDE G. H. Moisture sensor-controlled irrigation for maintaining bermudagrass turf. **Agronomy Journal**, Madison, v. 76, p. 848-850, 1984.
- BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R. L.; LIMA, C. P.; GODOY, L. J. G.; BÜLL, L. T.; SANTOS, A. J. M. Estado nutricional em nitrogênio da grama esmeralda avaliado por meio do teor foliar, clorofilômetro e imagem digital, em área adubada com lodo de esgoto. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 661–668, 2010.
- BOYD, J.W. **Maintaining bermudagrass football fields**. Circular ag-40-190. Cooperative Eservice Service, University of Arkansas, United States Department of Agriculture, and County Governments Cooperating. 1990.
- BRUIJN, J. **Bermuda grass plant named barazur**. Depositante: United States Plant Patent. n. PP22,963. Washington, DC: U.S. Depósito: 15 set. 2011. Concessão: 14 ago. 2012.
- BURTON, G.W. Registration of crop varieties - Tifway (Tifton 419) bermudagrass. **Crop Science**. V. 6, p. 93–94. 1966
- BUTTARO, D.; SANTAMARIA, P.; SIGNORE, A.; CANTORE, V.; BOARI, F.; MONTESANO, F.F.; PARENTE, A. Irrigation management of greenhouse tomato and cucumber using tensiometer effects on yield, quality and water use. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**. v. 4, p. 440-444, 2015.
- CAMPOS, A. R. F. **Manejo de irrigação na palma forrageira: definição de critérios com base no potencial matricial da água no solo**. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Cruz das Almas - BA, 2018.

CARRIBEIRO, L. S. **Potencial de água no solo e níveis de compactação para o cultivo de grama esmeralda**. Dissertação (Mestrado) - Botucatu - SP: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2010.

CHRISTIANS, N.E. *Fundamental of turfgrass management*, Chelsea, MI: Arbor Press, 1998, 301p.

COELHO, E. F.; OR, D; SOUSA, V. F. Avaliação de parâmetros hidráulicos para modelos de distribuição de água no solo sob gotejamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.4, p.651-657, 1999.

COELHO, G.S.; SILVA, A.M.; REZENDE, F.C.; SILVA, R.D.; CUSTÓDIO, A.P. Efeito de épocas de irrigação e de parcelamento de adubação sobre a produtividade do cafeeiro ‘Catuaí’. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 1, p. 67-73, 2009.

COELHO, R. D. SANTOS JÚNIOR, J. L. C.; MENDOZA, C. J.; RIBEIRO, P. H. P.; CUNHA, F. N.; TEIXEIRA, M. B. Efeito da aplicação de vácuo no desempenho de diferentes modelos de gotejadores sob duas condições de textura de solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 9, p. 909–917, set. 2013.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.

CUNHA, F. N.; SILVA, N. F.; TEIXEIRA, M. B.; MOURA, L. M. F.; CABRAL FILHO, F. R.; GOMES, F. H. F. Grau de entupimento de um sistema de gotejamento subsuperficial na cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 3, p. 695–704, 30 jun. 2016.

DOURADO NETO, D.; NIELSEN, D.R.; HOPMANS, J.W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O.O.S.; LOPES, P.P. Soil water retention curve. SWRC, version 3.00. Piracicaba, 2001.

DUBLE, R. L. **Turfgrass Rootzones**. Disponível em: <<https://aggie-horticulture.tamu.edu/plantanswers/turf/publications/rootzone.html>>. Acesso em: 27 maio. 2019.

DOUH, B.; BOUJELBEN. A.; KHILAS, S.; BEL HAJ MGUIDICHE, A. Effect of subsurface drip irrigation system depth on soil water content distribution at different depths and different times after irrigation. **Larhyss Journal**, n. 13, p. 7–16, 2013.

EMBRAPA. 2013. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 353 p.

FARIA, L. F. **Variação de vazão de gotejadores enterrados na irrigação de citros e café**. Dissertação (Mestrado) – Piracicaba - SP: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2002.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011.

FRIZZONE, J.A. **Irrigação e Drenagem**. Departamento de Engenharia de Biosistemas, ESALQ/USP, Piracicaba, 2010.

FONTES, P.C. R; SILVA, D.J.H. **Produção de tomate de mesa**. Viçosa, MG 2002. 196p

GEROLINETO, E. **Desenvolvimento da grama esmeralda (Zoysia japonica Steud) sob dois manejos de irrigação**. Dissertação (Mestrado) - Jaboticabal – SP: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal, 2008.

GIACOIA NETO, J. Irrigação de campos de futebol Parte IV: manejo de controles. **Irriganize**, Campinas-SP, n. 22, p. 22-25, jun. 2011.

GIACOIA NETO, J. Formas práticas de manejo da irrigação. **II SIGRA – Simpósio sobre Gramados**, Manejo de Gramas na Produção e em Gramados Formados”. p. 17, 2004.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Produção e consumo de gramas crescem no Brasil. **Agrianual 2006: Anuário da Agricultura Brasileira**, SP, p. 35-38, 2005. 10. Ed.

GOTTARDO, R. D. **Desenvolvimento inicial de (Coffea canephora)**. Dissertação (Mestrado) – Campos dos Goytacazes - RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias., 2016.

GURGEL, R. G. A. Principais Espécies e Variedades de Grama.. **I Sigra - Simpósio Sobre Gramados - Produção, Implantação e Manutenção.**, Botucatu, Sp, n. , p.19-40, 29 ago. 2003.

HANNA, W. W.; ANDERSON, W. F. Development and Impact of Vegetative Propagation in Forage and Turf Bermudagrasses. **Agronomy Journal**, v. 100, n. Supplement\_3, p. S-103, 2008.

HAGUENAUER, G. M. **TECNOLOGIAS DE IRRIGAÇÃO E O USO EFICIENTE DA ÁGUA: O CASO DO GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL**. Dissertação (Mestrado), Instituto Alberto Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, 2016.

JUAN, J.A.M.S. **Riego por goteo: teoría y práctica**. 4 Ed. Madrid: Ediciones Mundi-prensa, 2000. 302p.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975. 133 p.

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Avibook, 1990.649p.

KOWALEWSKI, A. R.; SCHWARTZ, B. M.; GRIMSHAW, A. L.; MCCRIMMON, J. N.; LAYTON, J. Effects of Bermudagrass Cultivar and Plant Growth Regulator Use on Turf Sustainability and Aesthetics. **Proc. Fla. State Hort. Soc.**, Ornamental, Garden & Landscape Section. v. 127, p. 185–289, 2014.

KUNZ, J.; ÁVILA, V. S.; PETRY, M. Distribuição temporal e espacial da umidade do solo em sistemas de irrigação por gotejamento subsuperficial. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 5, 2014.

LÉTOURNEAU, G.; CARON, J.; ANDERSON, L.; CORMIER, J. Matric potential-based irrigation management offield-grown strawberry: Effects on yield and water use efficiency. **Agricultural Water Management**, v. 161, p. 102-113, 2015.

LIMA, C. P. D. **Nutrição, produção e qualidade de tapetes de grama bermuda e esmeralda influenciados pela adubação nitrogenada**. Tese (Doutorado) - BOTUCATU - SP: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônomicas, 2009.

LIMA, P.L.T.; MAGALHÃES, C.A.S.; LIMA, J.M.L.; LIMA, L.A.; CARBALHO, R.F. Trifluralina como inibidor de intrusão radicular em gotejamento subsuperficial. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, 39, 2010.

López, J. R.; Abreu, J. M. H.; Regalado, A. P.; Hernández, J. F. G. Riego localizado. Madrid: Mundi-Prensa, 1992. 405p

LOPES, A. S.; TORRES, F. E.; FANAYA JÚNIOR, E. D.; SILVA NETO, A. A.; MARGATTO, A. R. A.; KRAESKI, M.J. Produtividade de gramíneas forrageiras em épocas distintas sob irrigação. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 59, n. 2, p. 173–180, 25 nov. 2016.

LORENZI, H. Plantas para jardim no Brasil: herbáceas, arbustivas e trepadeiras. 2. ed. Nova Odessa: **Instituto Plantarum**, 2015. 1120 p.

MARQUELLI, W. A. Tensiômetros para o controle de irrigação em hortaliças. **Circular Técnica**, 2008. p. 15, 2008.

MARQUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C. Profundidade de instalação da linha de gotejadores em tomateiro para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.2, p.206-210, jun. 2002.

MATEUS, C. D. M. D. **Exportação de nutrientes pela grama Bermuda Tifdwarf utilizada em greens de golfe**. Tese (Doutorado) - Botucatu - SP: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônomicas, 2011.

MAUAD, M.; CRUSCIOL, C. A. C.; GRASSI FILHO, H. Produção de massa seca e nutrição de cultivares de arroz de terras altas sob condição de déficit hídrico e

adubação silicatada. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 3, p. 939–948, 29 ago. 2011.

MCCARTY, B. Estratégias de manejo para greens de golfe com grama bermuda Ultradwarf. **III SIGRA – Simpósio sobre Gramados**, 2006.

MELO, R. F. ; TEIXEIRA, M. B.; GRUBER, Y. B. G.; COELHO, R. D. INTRUSÃO DE RAIZES DE EUCALIPTO EM GOTEJADORES ENTERRADOS. **IRRIGA**, v. 15, n. 3, p. 282–300, 3 set. 2010.

MENDONÇA, R. B. **Aplicação de água residuária doméstica pelos métodos de aspersão e gotejamento subsuperficial na grama Esmeralda**. Dissertação (Mestrado). Botucatu - SP: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônômicas - Campus de Botucatu, 2017.

MERRIAM, J. L.; KELLER, J. Farm irrigation system evaluation: a guide for management. Logan: Utah State University, 1978. 271p.

NASCIMENTO, T. S. **Uso de diferentes gramaturas de geotêxtil no recobrimento do tubo gotejador enterrado**. Dissertação - BOTUCATU - SP: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2017.

NOLZ, R.; CEPUDER, P.; BALAS, J.; LOISKANDL, W. Soil water monitoring in a vineyard and assessment of unsaturated hydraulic parameters as thresholds for irrigation management. **Agricultural Water Management**, v.164, n. 2, p. 235-243, 2016.

OLIVEIRA, J. R. D. **Cultivo de arroz de terras altas submetido à adubação silicatada e tensões de água no solo**. Dissertação (Mestrado) - Rondonópolis-MT: Universidade Federal de Mato Grosso – Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas - Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, 2014.

OLIVEIRA, M. R. D. **Composição de substrato na qualidade de campo esportivo de grama bermuda**. Tese (Doutorado) - Botucatu - SP: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2016.

O’NEIL K. J.; CARROW, R. N. Kentucky bluegrass growth and water use under different soil compaction and irrigation regimes. **Agronomy Journal**, Manhattan, v. 74, p. 933-936, 1982.

PARDIM, R. **Tipos de Grama e suas características**. Disponível em: <<https://centraldagrama.com/dicas/tipos-de-grama>>. Acesso em: 23 maio. 2019.

PHENE, C. J.; DAVIS, K. R.; HUTMACHER, R. B.; MCCORMICK, R. L. Advantages of subsurface irrigation for processing tomatoes. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.200, p.101-114, 1987.

PHENE, C. J.; RUSKIN, R. Potential of subsurface drip irrigation for management of

nitrate in wastewater. In: INTERNATIONAL MICROIRRIGATION CONGRESS, 5., 1995, Orlando. Proceedings... St. Joseph: **American Society of Agricultural Engineers**, 1995. p.155- 67.

PINHEIRO, E. C.; MITTELMANN, A.; PIRES E. S.; BORTOLINI, F.; SOUZA, F. H. D. Estabelecimento de gramados por mudas: velocidade de cobertura do solo. **CIC UFPelotas - 21º Congresso de Iniciação Científica - 4ª Mostra Científica**, p. 1–4, 2012.

**QUALLY GRAMA**. Disponível em: <<http://www.quallygrama.com.br/grama-discovery>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

RAMOS JUNIOR, E. U.; MACHADO, R. A. F.; OLIBONE, D.; CASTOLDI, G.; RAMOS, B. M. Crescimento de plantas de cobertura sob déficit hídrico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 47–56, 11 mar. 2013.

RESENDE, R.S. **Suscetibilidade de gotejadores ao entupimento de causa biológica e avaliação do desentupimento via cloração da água de irrigação**. 77 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem ) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

RESENDE, R. S.; COELHO, R. D.; LEAL, M. L. S.; MATA, S. S. Suscetibilidade à intrusão radicular de gotejadores convencionais na irrigação subsuperficial de cana-de-açúcar. **Irriga**, Botucatu, v. 9, n. 2, p. 150-165, 2004.

**ROBERTA GARDENS**. Discovery Bermudagrass. Disponível em: <<https://robertasgardens.net/pub/media/growing-guides/R52994.pdf>>. Acesso em: 24 maio. 2019.

ROMERO, P.; BOTIA, P.; GARCIA, F. Effects regulated deficit irrigation under subsurface drip irrigation conditions on water relations of mature almond trees. **Plant Soil** 260, 155–168, 2004.

SANTOS, P. L. F.; CASTILHO, R. M. M. Relação entre teor de clorofila e nitrogênio foliar em grama esmeralda cultivada em substratos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 9, n. 4, p. 51–54, 2015.

SANTOS JUNIOR, C. E. F. D. **Adubação nitrogenada e calagem na produção de gramas Esmeralda e Bermuda**. Dissertação (Mestrado)—CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias., 2011.

SCHIAVON, M.; LEINAUER, B.; SERENA, M.; SALLENAVE, R.; MAIER, B. Establishing Tall Fescue and Kentucky Bluegrass Using Subsurface Irrigation and Saline Water. **Agronomy Journal**, v. 105, n. 1, p. 183, 2013.

SCHLICHTING, A. F.; KOETZ, M.; BONFIM-SILVA, M. E.; SILVA, T. J. A. Desenvolvimento do milho submetido a doses de nitrogênio e tensões de água no solo. **Irriga**. Botucatu – SP, n. 4, v. 19, p. 598-611, 2014.

SCHLICHTING, A. F. **Cultura do milho submetida a tensões de água no solo e doses de nitrogênio**. Dissertação (Mestrado), Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis - MT, 2012.

SOUZA, F. H. D.; GUSMÃO, M. R.; MATTA, F. P.; CASTRO, A. C. R. MITTELMANN, A.; FAVERO, A. P.; JANK, L. Atributos desejáveis para gramados a serem cultivados sob condições brasileiras: uma proposta. **Ornamental Horticulture**, v. 22, n. 2, p. 154, 5 set. 2016.

SOUZA, W. J. **Protótipos e avaliação de emissores para irrigação localizada subsuperficial**. Doutorado em Irrigação e Drenagem—Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2012.

SOUZA, W. J.; BOTREL, T; COELHO, R. D.; NOVA, N. A. V. Irrigação localizada subsuperficial: Gotejador convencional e novo protótipo. **Agriambi - Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 8, p. 811–819, 2012.

SUAREZ-REY, E.; CHOI, C. Y.; WALLER, P. M.; KOPEC, D. M. COMPARISON OF SUBSURFACE DRIP IRRIGATION AND SPRINKLER IRRIGATION FOR BERMUDA GRASS TURF IN ARIZONA. **Transactions of the ASAE**, v. 43, n. 3, p. 631–640, 2000.

**SOD SOLUTIONS | Find The Perfect Grass For Your Lawn**. Disponível em: <<https://sodsolutions.com/>>. Acesso em: 9 abril. 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia do desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 918p.

TANGUNE, B. F. **Produção de brócolis irrigado por gotejamento, sob diferentes tensões de água no solo**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, 2012.

TRENHOLM, L. E.; UNRUH, J. B. **New and not so new lawn grasses for Florida**. University of Florida Digital Collections, 2006.

**TURF GRASS VARIETIES**. Disponível em: <<https://www.familyplotgarden.com/turf-grass-varieties.html>>. Acesso em: 23 maio. 2019.

TURGEON, A.J. **Turfgrass management**. 5th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999.

TRAPPE, J. M.; KARCHER, D. E.; RICHARDSON, M. D.; PATTON, A. J. Bermudagrass and Zoysiagrass Cultivar Selection: Part 2, Divot Recovery. **Applied Turfgrass Science**, v. 8, n. 1, 2011a.

UNRUH, J. B. Biologia de gramas de estação quente. **II SIGRA – Simpósio sobre Gramados**, “Manejo de Gramas na Produção e em Gramados Formados”. p. 31, 2004.

VAN GENUCHTEN, M.T. VAN. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.44, p.892-898, 1980.

VASCONCELOS, A. C. M.; CASAGRANDE. A. A.; PERECIN, D.; JORGE, L. A. C.; LANDELL, M. G. A.. Avaliação do sistema radicular da cana-de-açúcar por diferentes métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Tarumã - SP, 2003, v. 27, p. 849-858.

VIEIRA, G. H. S.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C.; DELAZARI, F. T. Indicadores morfo-fisiológicos do estresse hídrico para a cultura da cana-de-açúcar em função de lâminas de irrigação. **Biosci. J.**, v. 30, n. 1, p. 65–71, 2014.

VITOR, C. M. T. **ADUBAÇÃO NITROGENADA E LÂMINA DE ÁGUA NO CRESCIMENTO DO CAPIM-ELEFANTE**. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - Minas Gerais, 2006.

WATSON, L.; DALLWITZ, M. J. **The grass genera of the world**. Wallingford: C.A.B. International. p.1081, 1992

YOUNGNER, V. B.; MARSH, A. W.; STROHMAN, R. A.; GIBEAULT, V. A.; SPAULDING, S. Water use and quality of warm-season and cool-season turfgrasses. **California Turfgrass Culture**, Riverside, n. 3, v. 31, p. 251-257, 1981.

ZANON, M. E.; PIRES, E. C. **Situação atual e perspectivas do mercado de grama no brasil**. In: GODOY, L. J. G.; MATEUS, C. M. D.; BACKES, C; VILLAS BÔAS, R. L. (Ed.). Tópicos atuais em gramados II. Botucatu: FEPAF, 2010. p. 47-53.