

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU**

**COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATO NA QUALIDADE DE CAMPO  
ESPORTIVO DE GRAMA BERMUDA**

**MAURICIO ROBERTO DE OLIVEIRA**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Agricultura).

**BOTUCATU – SP**

**JUNHO – 2016**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATO NA QUALIDADE DE CAMPO  
ESPORTIVO DE GRAMA BERMUDA**

**MAURICIO ROBERTO DE OLIVEIRA**

**Engenheiro Agrônomo**

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Maximino Fernandes  
Co-orientador: Dra. Caroline de Moura D'Andréa Mateus

Tese apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP – Campus de  
Botucatu, para obtenção do título de Doutor  
em Agronomia (Agricultura).

**BOTUCATU – SP**

**JUNHO – 2016**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO- BOTUCATU (SP)

Oliveira, Mauricio Roberto de, 1988-  
048c      Composição de substrato na qualidade de campo esportivo de grama bermuda / Mauricio Roberto de Oliveira . - Botucatu : [s.n.], 2016  
          xi, 66 f. : ils. color., grafcs., tabs.

      Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2016  
      Orientador: Dirceu Maximino Fernandes  
      Coorientador: Caroline de Moura D'Andréa Mateus  
      Inclui bibliografia

      1. Gramados. 2. Grama-Bermuda. 3. Areia. 4. Fertilidade. I. Fernandes, Dirceu Maximino. II. Mateus, Caroline de Moura D'Andréa. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu. IV. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

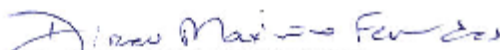
TÍTULO: "COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATO NA QUALIDADE DE CAMPO ESPORTIVO DE GRAMA BERMUDA"

AUTOR: MAURICIO ROBERTO DE OLIVEIRA


ORIENTADOR: DIRCEU MAXIMINO FERNANDES

CO-ORIENTADORA: CAROLINE DE MOURA D ANDRÉA MATEUS

Aprovação como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA (AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES  
Dep Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu

  
Prof. Dr. ROBERTO LYRA VILLAS BOAS  
Dep Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP

  
Prof. Dr. HÉLIO GRASSI FILHO  
Dep de Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu

  
Profa. Dra. CLARICE BACKES  
Universidade Estadual de Goiás

  
Prof. Dr. CLAUDINEI PAULO DE LIMA  
Agronomia / FACULDADES INTEGRADAS DE OURINIÓIS

Botucatu, 01 de junho de 2016.

A minha mãe **Maria Aparecida Nunes de Oliveira** e  
ao me pai **Antônio Roberto de Oliveira**, que  
sempre me apoiaram e me auxiliaram em  
todos os momentos dessa caminhada  
abrindo mão muitas vezes dos  
seus sonhos para realizarem  
os meus, além do amor,  
carinho e compreensão  
que nunca faltou

*DEDICO*

A minha namorada  
**Lilian de Cassia Tavares**,  
minhas irmãs **Gabriela Cristina de  
Oliveira, Daniela Cristina de Oliveira  
Romão** e meu irmão **Odirlei Marcos Romão**,  
que acreditaram e me apoiaram em todas as  
decisões que tomei para conseguir  
realizar mais esse sonho.

*OFEREÇO*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a DEUS por mais uma etapa conquistada em minha vida, ele que me deu forças e me ajudou a acreditar que eu era capaz;

Aos MEUS PAIS pela boa educação que me deram, essencial para que surgissem novas amizades e oportunidades que me encaminharam até este momento muito especial de minha vida;

As minhas irmãs Gabriela Cristina de Oliveira e Daniela Cristina de Oliveira Romão pelo incentivo e ajuda que me ofereceram quando precisei;

Ao Prof. Dr. Dirceu Maximino Fernandes e Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas pela paciência e dedicação que tiveram para me orientar durante esse período muito importante de minha vida, ensinando eu andar sempre para frente dando um passo de cada vez;

A Prof. Dra. Caroline de Moura D'Andréa Mateus, quem aprovou este projeto na Fapesp e que me acompanhou e ajudou a tomar as decisões para conseguir o melhor aproveitamento científico deste trabalho;

Aos meus grandes amigos Prof<sup>ª</sup>. Dra. Clarice Backes, e Prof. Dr. Alessandro José Marques Santos que sempre estiveram ao meu lado me apoiando e ajudando para conseguir chegar até este momento especial em minha vida;

Aos dois amigos em especial Odirlei Marcos Romão e Thiago Gomes Pinhos por estarem sempre ao meu lado apoiando e me incentivando á nunca desistir;

A Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES), pelos meses de bolsa concedidos;

A todos os professores e funcionários do Departamento de Solos e Recursos Ambientais, pessoas muito importantes que me apoiaram e me ajudaram nessa caminhada até aqui;

A Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), pelo apoio com máquinas e mão de obra concedida durante o período de condução do experimento;

A Fundação de Amparo á Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo auxílio financeiro deste projeto, através do processo 2011/06939-1;

Aos meus amigos pós-graduandos da FCA, que me apoiaram, e ajudaram tantas vezes na condução deste experimento Fábio Yomei Tanamati, Jean Silva Faria, Diógenes

Martins Bardiviesso, Luiz Vitor Crepaldi Sanches, Thomas Fiore de Andrade, Rafael Domingos de Oliveira, Tatiane Bortoletto Gomes da Silva, Thiara Silvestre do Nascimento, Flavia Diniz Mota, Bruno Macedo, Aline da Silva Sandim e Leandro José Grava de Godoy;

A Faculdade Integrada de Ourinhos (FIO) onde fiz minha graduação, em especial aos professores Claudinei Paulo de Lima, Júlio César Guerreiro, Renato Barros, Sérgio Tambara, Alexandre Médici, Pedro José Ferreira Filho e aos meus companheiros de turma Thiago Gomes Pinho, Clovis Willian Orihashi dos Santos e Sérgio Luiz Bam Ferreira por participarem da minha formação e me incentivar a continuar estudando;

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para execução desse trabalho.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	01
SUMMARY .....	03
1. INTRODUÇÃO .....	05
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	07
2.1 A grama como piso vegetal .....	07
2.2 Implantação de gramados esportivos.....	08
2.3 Base de gramados esportivos.....	11
2.4 Parâmetros de qualidade em gramados esportivos.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	14
3.1 Localização e caracterização da área experimental .....	14
3.2 Caracterização da espécie utilizada .....	14
3.3 Delineamento experimental e tratamentos .....	15
3.4 Instalação e condução do experimento .....	17
3.4.1 Preparo da área experimental.....	17
3.4.2 Instalação e manejo da irrigação.....	19
3.4.3 Calagem e adubação da área experimental .....	20
3.4.4 Implantação da grama bermuda.....	21
3.4.5 Manutenção do gramado durante o estabelecimento .....	23
3.4.6 Manutenção do gramado após o estabelecimento.....	24
3.5 Características avaliadas.....	25
3.5.1 Tração superficial dos gramados .....	25
3.5.2 Velocidade de infiltração de água na base.....	26
3.5.3 Resistência mecânica da base à penetração .....	27
3.5.4 Umidade da base.....	28
3.5.5 Concentração de nutrientes na lâmina foliar do gramado.....	28
3.5.6 Análise química da base .....	29
3.6 Análise estatística .....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	31



4.1 Tração superficial do gramado .....	31
4.2 Velocidade de infiltração de água na base.....	34
4.3 Resistência mecânica da base à penetração .....	35
4.4 Umidade da base.....	37
4.5 Concentração de nutrientes na lâmina foliar de grama bermuda.....	39
4.6 Análise química da base .....	45
4.7 Massa seca das aparas de grama bermuda.....	58
5. CONCLUSÕES.....	60
6. REFERÊNCIAS .....	61

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Distribuição granulométrica da areia para constituição da base recomendada pela USGA (United States Golf Association).....	16
Tabela 2. Propriedades físicas da areia para constituição da base recomendada pela USGA (United States Golf Association).....	16
Tabela 3. Características químicas iniciais das bases. ....	21
Tabela 4. Médias e resumo da análise de variância da tração superficial ao longo de 12 meses após a implantação do gramado .....	31
Tabela 5. Médias e resumo da análise de variância da resistência mecânica da base à penetração ao longo de 12 meses após a implantação do gramado.....	37
Tabela 6. Médias e resumo da análise de variância da umidade da base ao longo de 12 meses após a implantação do gramado.....	38
Tabela 7. Médias e resumo da análise de variância do nitrogênio foliar presente nas aparas da grama ao longo de 12 meses após a implantação do gramado.....	40
Tabela 8. Médias e resumo da análise de variância do fósforo foliar presente nas aparas da grama ao longo de 12 meses após a implantação do gramado.....	41
Tabela 9. Médias e resumo da análise de variância do potássio foliar presente nas aparas da grama ao longo de 12 meses após a implantação do gramado .....	42
Tabela 10. Médias e resumo da análise de variância do cálcio foliar presente nas aparas da grama ao longo de 12 meses após a implantação do gramado.....	43
Tabela 11. Médias e resumo da análise de variância do magnésio foliar presente nas aparas da grama ao longo de 12 meses após a implantação do gramado. ....	43
Tabela 12. Médias e resumo da análise de variância do enxofre foliar presente nas aparas da grama ao longo de 12 meses após a implantação do gramado.....	44
Tabela 13. Médias e resumo da análise de variância do pH da base constituintes dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses. ....	45
Tabela 14. Médias e resumo da análise de variância da matéria orgânica das bases constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses.....	46
Tabela 15. Médias e resumo da análise de variância do fósforo das bases constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses.....	47

Tabela 16. Resumo da análise de variância do alumínio das bases constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses .....	48
Tabela 17. Resumo da análise de variância do hidrogênio + alumínio das bases constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses. ....	49
Tabela 18. Resumo da análise de variância do potássio das bases constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses .....	50
Tabela 19. Resumo da análise de variância do cálcio das bases constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses. ....	52
Tabela 20. Médias e resumo da análise de variância do magnésio da base constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses.....	52
Tabela 21. Resumo da análise de variância da soma de bases constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses .....	53
Tabela 22. Resumo da análise de variância da capacidade de troca catiônica das bases constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses. ....	55
Tabela 23. Resumo da análise de variância da saturação por bases constituintes dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses. ....	56
Tabela 24. Resumo da análise de variância do enxofre das bases constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses .....	57
Tabela 25. Médias e resumo da análise de variância da massa seca das aparas da grama ao longo de 12 meses após a implantação do gramado.....	59

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Detalhe da grama bermuda <i>Tifway 419</i> utilizada no experimento.....	15
Figura 2. Curva de fracionamento da areia utilizada no experimento... ..	16
Figura 3. Estrutura de concreto com divisória para os tratamentos .....	17
Figura 4. Implantação do sistema de drenagem: tubo drenante e manta geotêxtil.....	18
Figura 5. Camada de brita utilizada como “colchão drenante” .....	18
Figura 6. Colocação dos substratos utilizados na composição das bases.....	19
Figura 7. Visualização geral da área experimental após a distribuição dos substratos para a composição da base.....	19
Figura 8. Croqui do sistema de irrigação por aspersão utilizada na área experimental... ..	20
Figura 9. Rotativa manual utilizada para mistura e incorporação do calcário e nivelamento final com régua de madeira .....	21
Figura 10. Lavagem dos tapetes de grama bermuda para retirada do solo da área de produção .....	22
Figura 11. Plantio dos tapetes de grama bermuda na área experimental .....	22
Figura 12. Rolo compactador utilizado para aumentar a aderência dos tapetes de grama com a base .....	23
Figura 13. Poda do gramado durante o período de estabelecimento.....	23
Figura 14. Cobertura de areia nas parcelas e na lateral do experimento.....	24
Figura 15. Roçadeira com lâminas helicoidais - “Greensmaster 1000” - TORO® .....	24
Figura 16. Grommer – “Greensmaster 1000 - TORO®”.....	25
Figura 17. “Rotational Resistance Tester”, equipamento medidor de torque (Nm) .....	26
Figura 18. Permeâmetro de Guelf. ....	26
Figura 19. Penetrômetro Eletrônico (Solo Track PLG 5300 da Falker). ....	27
Figura 20. Determinação da umidade do solo realizada pelo equipamento Delta T.....	28
Figura 21. Aparas relativas ao corte de grama da parcela .....	29
Figura 22. Trado amostrador da base para fins de fertilidade em gramados esportivos.....	30
Figura 23. Marca no gramado do equipamento que simula a tração realizada pelo jogador. ..	32
Figura 24. Tração conferida pelo gramado nos tratamentos estudados e nas avaliações realizadas.....	34
Figura 25. Médias da velocidade de infiltração de água da base em cada tratamento.....	35
Figura 26. Resistência mecânica da base à penetração das avaliações realizadas .....	37

Figura 27. Interação entre tratamentos e meses para umidade da base ao longo de 12 meses após a implantação do gramado...	39
Figura 28. Interação entre tratamentos e meses para a saturação do alumínio presente nas bases constituintes dos tratamentos estudados para implantação do gramado.....	48
Figura 29. Interação entre tratamentos e meses para o hidrogênio + alumínio presente nas bases constituintes dos tratamentos estudados para implantação do gramado.....	49
Figura 30. Interação entre tratamentos e meses para o potássio presente nas bases constituintes dos tratamentos estudados para implantação do gramado .....	51
Figura 31. Interação entre tratamentos e meses para o cálcio presente nas bases constituintes dos tratamentos estudados para implantação do gramado .....	53
Figura 32. Interação entre tratamentos e meses para a soma de bases constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado .....	54
Figura 33. Interação entre tratamentos e meses para a CTC presente nas bases constituintes dos tratamentos estudados para implantação do gramado .....	55
Figura 34. Interação entre tratamentos e meses para a saturação por bases presente nas bases constituintes dos tratamentos estudados para implantação do gramado. ....	57
Figura 35. Interação entre tratamentos e meses para o enxofre presente nas bases constituintes dos tratamentos estudados para implantação do gramado .....	58

## RESUMO

Para que um campo esportivo seja adequado ele precisa ter características desejáveis de qualidade do gramado, permitir o desempenho do atleta, drenagem de água e durabilidade. Dentre as três camadas que formam o campo atlético (sub-base, base e grama), a base é a responsável pelo desenvolvimento radicular da grama e tem influência direta sob os quatro fatores descritos acima. A construção da base dos campos esportivos tem sido baseada nas recomendações da USGA (United States Golf Association) para “greens” de campos de golfe, tendo como principal componente a areia, devido sua alta capacidade de drenagem. Porém, as características desejáveis podem ser variáveis de acordo com a sub base utilizada, que pode alterar propriedades químicas e físicas do solo refletindo na qualidade, desempenho e durabilidade do gramado. O objetivo deste trabalho foi definir a melhor composição da base para os campos esportivos de grama bermuda e gerar informações técnicas que contribuam na construção dos campos de futebol brasileiros. Foram avaliados os seguintes tratamentos: T1: Areia; T2: Areia (80%) + Turfa (20%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, composto por 4 tratamentos e 3 repetições, tendo cada parcela a dimensão de 3 x 4 m. Durante um ano foram realizadas as seguintes avaliações: tração superficial dos gramados, velocidade de infiltração de água na base, resistência

mecânica da base à penetração, umidade da base, concentração de nutrientes na lâmina foliar da grama bermuda e análise química da base. Conclui-se que o uso exclusivo de areia na composição da base não diferiu em relação as misturas de areia com turfa e solo para os parâmetros: resistência mecânica da base à penetração, tração superficial dos gramados, pH, matéria orgânica, fósforo e magnésio. Assim, a mistura da areia com a turfa diminuiu a velocidade de infiltração de água na base e aumentou a umidade da base.

---

**Palavras-chave:** gramados esportivos, Tifway 419, areia, turfa, construção da base, grama bermuda.

EVALUATION OF ROOT ZONE FOR BERMUDA GRASS ATHLETIC FIELDS. Botucatu, 2016. 63 p. Tese (Doutorado em Agronomia / Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

Author: MAURICIO ROBERTO DE OLIVEIRA

Adviser: DIRCEU MAXIMINO FERNANDES

Co-adviser: CAROLINE DE MOURA D'ANDRÉA MATEUS

## **SUMMARY**

An appropriate athletic field must have desirable characteristics of quality, performance, durability and drainage. Among the three layers that make up the athletic field (sub-base, base and grass), the base or root zone is responsible for grass root development and has direct influence on the four factors described above. The construction of the root zone of athletic fields has been based on the recommendations of the USGA (United States Golf Association) to greens of golf courses, the main component sand, due to its high drainage capacity, however there may be loss of quality, performance and durability. The objective of this study was define the best composition of the root zone for bermuda grass athletic fields and generate technical information that contribute to the construction of Brazilian soccer fields. We evaluated the following treatments: T1: pure sand, T2: standard USGA (80% sand and 20% peat), T3: pure sand + native clay soil and T4: native sandy soil + pure sand. The experimental design was a randomized block consisting of 4 treatments and 3 replications, each plot size of 6 m x 5 m. During one year were held the following assessments: surface traction, speed of water infiltration into the soil, mechanical strength of the substrate penetration, root depth, substrate humidity, concentration of nutrients in the leaf and chemical analysis of the substrate. The results showed that the exclusive use of sand at the substrate of the composition not show differences over the sand mixtures with peat and soil for the parameters: mechanical strength of the substrate penetration, surface traction



lawns, pH, organic matter, phosphorus and magnesium. Thus, the sand mixed with peat decreased water infiltration rate substrate and increased moisture substrate.

---

**Key-words:** sports fields, Tifway 419, sand, peat, substrate construction, bermuda grass.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Zanon (2003), observou em nosso país, o crescimento do mercado de grama cultivada devido a grande demanda para áreas esportivas e paisagísticas. Este crescimento poderá ser mais intenso, quando vigorar a lei que impede a extração da grama nativa (batatais), hoje responsável por metade dos gramados existentes no Brasil (PIMENTA, 2003; ANTONIOLLI, 2015).

A realização da Copa do Mundo FIFA no Brasil em 2014 trouxe aos campos de futebol algumas tecnologias já utilizadas nos Estados Unidos e Europa, como as três camadas que formam o campo atlético (sub-base, base e grama), iluminação suplementar para estádios com sombreamento, uso de fibras costuradas no campo e fibras elásticas e sistema de drenagem a vácuo (KUHN, 2015). Durante a seleção, identificação e qualificação dos campos de futebol utilizados nos treinos e jogos em 2014, foram selecionados critérios agrônômicos, fundamentais para uma boa jogabilidade, tais como: espécie de grama, cobertura vegetal, nivelamento (macro e micro relevo), drenagem, sistema de irrigação, textura de solo e níveis de compactação, presença e manejo de plantas invasoras, fertilidade do solo, entre outros (KUHN; HAYDEN, 2012).

O gramado de campo esportivo deve ser absolutamente homogêneo, liso e nivelado, com eficiente sistema de irrigação, além de drenagem adequada para permitir o jogo também durante a chuva. A grama utilizada deve ser uniforme, devidamente

enraizada e demonstrar crescimento vigoroso. O nivelamento da superfície do campo é importante para que os jogadores tenham segurança em seus movimentos e não haja lesões ou quedas inesperadas (AZEVEDO NETO, 2003; FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE FOOTBALL ASSOCIATION, 2010). Além disso, o campo deve ter capacidade para suportar o pisoteio e estragos normais de uma partida e se regenerar em tempo para a próxima.

A espécie de grama mais utilizada em campos atléticos é a grama bermuda, pois possui alto grau de regeneração em áreas danificadas por tráfego excessivo. Essa grama pode ser reproduzida vegetativamente ou por sementes. Devido ao seu potencial de recuperação, é altamente exigente em nutrição, umidade e manutenção, não tolera áreas sombreadas e não se desenvolve bem em áreas mal drenadas, compactadas e em ambientes com baixas temperaturas, porém tolera geada leve (GURGEL, 2003).

Assim, durante a construção de um campo esportivo profissional, muitos fatores precisam ser considerados. O projeto precisa ser baseado na condição climática local, desde a formação da base do gramado, a escolha da espécie de grama até o planejamento do esquema de manutenção. Logo, para atender aos parâmetros de qualidade exigidos pela FIFA (FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE FOOTBALL ASSOCIATION, 2010) é necessário que haja respaldo científico para a escolha desta metodologia construtiva. A adição de turfa ou solo, misturado a areia utilizada convencionalmente nos campos esportivos, pode alterar propriedade físicas e químicas da base, favorecendo ou não o melhor desenvolvimento da grama, a retenção de água, a drenagem dos campos, evitando o encharcamento. De forma semelhante o uso de solo argiloso e arenoso também permite modificações nas propriedades da areia já mencionada. Diante disso, objetivou-se com esse trabalho definir o melhor substrato para a composição da base de campos atléticos da grama bermuda.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A grama como piso vegetal**

A espécie de grama mais utilizada em campos atléticos no Brasil é a grama bermuda, mais precisamente híbridos interespecíficos de *Cynodon dactylon* x *Cynodon transvaalensis*, como a *Tifway* (*Tifton 419*). Essa espécie é originária do continente africano e é utilizada desde pastagens até campos esportivos. Desenvolve-se bem em clima quente, apresenta folhas de textura fina à média, crescimento estolonífero-rizomatoso, vertical médio e lateral intenso, sendo exigente em água e adubação. Os gramados formados são de alta densidade e apresenta cor verde de intensidade moderada a intenso e profundo, podendo ser reproduzida vegetativamente ou por sementes. Não tolera áreas sombreadas e não se desenvolve bem em áreas mal drenadas, compactadas e em baixas temperaturas, porém tolera geada leve. Apresenta grande resistência ao pisoteio e possui alto grau de regeneração em áreas danificadas por tráfego excessivo, além de apresentar maciez, facilitando o rolamento da bola e amortecendo o impacto no pisar dos jogadores. A altura ideal de corte pode variar de 2 a 25 mm, de acordo com a finalidade do gramado (GURGEL, 2003).

No Brasil, o cultivo de grama foi implantado em 1973, com a instalação da empresa Itograss, no município de Itapetininga-SP. No entanto, nos últimos anos, houve crescimento nesse mercado em áreas paisagísticas e na composição de campos atléticos, pois o Brasil sediou a Copa do Mundo em 2014, e sediará a Olimpíada em 2016 (ZANON, 2003; ANTONIOLLI, 2015; KUHN, 2015).

O crescimento e desenvolvimento fisiológico da grama dependem de diversos fatores, tais como: solo, clima, luminosidade, espécie, cultivo, manejo do gramado, disponibilidade de água e nutrientes no solo (CARRIBEIRO, 2010). Logo, tem sido cada vez mais estudado esse assunto, aprofundando-se nas espécies que melhor se adaptam as condições climáticas brasileiras.

As gramas que melhor se adaptam no clima tropical são denominadas “gramas de clima quente” e as principais espécies são: grama esmeralda (*Zoysia japonica*), grama batatais (*Paspalum notatum*), grama santo agostinho (*Stenotaphrum secundatum*), grama são carlos (*Axonopus compressus*) e grama bermuda (*Cynodon spp*) (GURGEL, 2003). A grama bermuda é a espécie mais indicada para a formação dos gramados esportivos (JIMÉNEZ, 2008; SILVA et al., 2010).

A grama pode ser adquirida através de sementes e mudas (tapetes, rolos, big rolos e sprigs) (DEMÉTRIO et al., 2000). Quando a grama é considerada um piso vegetal, ela proporciona inúmeros benefícios para a sociedade, entre eles: área de lazer confortável e segura para diversão e prática de esporte, libera oxigênio, reduz à emissão do gás carbônico, ajuda na redução da tendência do aquecimento global, eleva a umidade atmosférica, controla a poluição do solo, etc (DEMÉTRIO et al, 2000; GODOY, 2005; VILLAS BOAS; GODOY, 2006).

Na prática esportiva a grama tem o potencial de socializar indivíduos, criar vínculos e fortalecer amizades, benefícios esses que vão além da saúde física do homem (BURITI, 2012). Os principais esportes praticados em gramados são: golfe, pólo, tênis, futebol americano, rugby e futebol de campo. Atualmente, o futebol de campo é o esporte mais popular no Brasil.

## **2.2 Implantação de gramados esportivos**

Após a informação de que o Brasil sediará a Copa do Mundo FIFA 2014, houve grande demanda de estudos e pesquisas para conseguir adaptar tecnologias de

outros países e alcançar os padrões exigidos pela FIFA para os campos de futebol. Essas exigências trouxeram benefícios para as arenas do Brasil na questão de qualidade e conforto tanto para os jogadores, como para os torcedores. Com o suporte e fiscalização da FIFA, artifícios já utilizados nos Estados Unidos e na Europa foram implantados no Brasil, tais como: a sub-base e base do gramado, a iluminação suplementar para estádios com sombreamento, o uso de fibras costuradas no campo e fibras elásticas, e sistema de drenagem a vácuo (COMITÊ ORGANIZADOR BRASILEIRO COPA 2014, 2009; KUHN; HAYDEN, 2012).

A implantação de um gramado esportivo é feita em etapas, a primeira é o preparo da sub-base, vindo em sequência à drenagem, o colchão drenante, o sistema de irrigação, o preparo da base e a implantação do gramado (AZEREDO NETO, 2003; TAPIA, 2003; CÂMARA; AMARAL, 2015).

O preparo da sub-base é o processo de acerto e nivelamento do solo natural, onde será construído o campo, esse processo é executado com equipamentos adequados para terraplenagem. No final deste processo, o terreno fica com declividade de 0,5%, partindo-se do eixo central do campo, seguindo longitudinalmente para as laterais e para os fundos em “quatro águas”. A drenagem da área externa do campo é realizada nas laterais e fundos, de maneira que se tenha a mesma cota em todo o perímetro da área do campo, onde deverá ser executada uma canaleta de captação de águas com grelha (CÂMARA; AMARAL, 2015).

O sistema de drenagem deve ser considerado um dos fatores mais importantes para a eficiência de um campo de futebol, ele deve ser compatível com as propriedades do campo. Os principais pontos que devem ser considerados são: o gradiente hidráulico estabelecido em acordo com a inclinação do gramado e a permeabilidade do conjunto grama-solo, que determinará a velocidade de entrada de água no sistema de captação e na condução da água a ser drenada (TAPIA, 2003). A drenagem também pode trazer problemas, especialmente nas estações mais secas do ano, gerando alta demanda de irrigação, elevando o custo de manutenção (CÂMARA; AMARAL, 2015).

O sistema drenante é composto por tubos perfurados nas linhas principais e secundárias. Após a implantação do sistema de drenagem, uma camada de 15 cm de brita é distribuída por toda a área do campo, nos mesmos caimentos da sub-base e do nivelamento final, formando o colchão drenante. A brita age como um meio de drenagem para o campo, e auxilia na manutenção da suspensão do substrato arenoso, prevenindo a migração

da areia para dentro da brita. A brita deve ter partículas que sejam de formato angular ou arredondado e não devem ter mais de 20% de partículas em formato laminar ou formato de escamas (AZEREDO NETO, 2003).

O sistema de irrigação deve ser automático, com aspersores escamoteáveis rotores, que submetidos a uma determinada pressão de água (40 a 50 mca para campos de futebol) faz emergir um pistão com bocal, realizando assim a irrigação. Possuem um único jato de água e giram por meio de um sistema de engrenagens. Para gramados de campo de futebol, utilizam-se rotores de longo alcance com raios de atuação variando entre 13,0 à 24,6 m. Ao término da aplicação da pressão o pistão se recolherá até 3,0 cm abaixo do nível da grama, permitindo a prática do esporte sem risco para os atletas (GIACÓIA NETO, 2003). O sistema é dividido em setores, tendo como principal vantagem a redução no dimensionamento da bomba e das tubulações necessárias. Assim, permite melhor gerenciamento do tempo de rega, como exemplo, maior irrigação nas áreas do campo sujeitas a maior desgaste. Cada setor é comandado por uma válvula solenóide de acionamento elétrico (usualmente de 24 Volts e 2 Watts de consumo), essas válvulas são os equipamentos responsáveis por permitirem o fluxo de água até os emissores, que respondem a uma central de controle e programação. No horário programado, as válvulas recebem um sinal elétrico enviado pelo controlador, se abrem sequencialmente permitindo que ocorra a passagem de água até os aspersores, finalizando o tempo de funcionamento do setor comandado as válvulas se fecham, interrompendo o fluxo de água. A sua programação deverá ser flexível o suficiente para permitir que exista até 4 programas independentes (GIACÓIA NETO, 2003).

As principais vantagens de setorizar o sistema de irrigação é a racionalização do uso da água e a possibilidade de realizar a rega no período noturno. Assim, como principais benefícios destacou-se: menos vento durante a irrigação noturna, logo se tem maior eficiência do sistema devido a menor interferência por deriva do jato de água; menor temperatura do ar e do solo, logo menor evaporação da água até que esta seja absorvida; maior facilidade em se programar rega curta durante a madrugada em caso de ocorrência de baixas temperaturas ou geadas. O conjunto moto-bomba e o reservatório de água serão dimensionados, de acordo com cada sistema de irrigação, que dependerá da quantidade de setores, da área a ser irrigada e da capacidade de reposição de água diária (AZEREDO NETO, 2003).

### 2.3 Base de gramados esportivos

A base é formada por duas camadas: camada inferior com areia pura e camada superior com areia pura + material orgânico. A areia da camada inferior deve ser formada com partículas fina-média, aprovada dentro de uma curva de classificação da USGA, não deve ser misturada com matéria orgânica, e deve ser instalada imediatamente acima da camada de drenagem (USGA, 2012). A camada superior deve ser preparada no local, realizando uma mistura previamente selecionada de areia com partículas fina-média + matéria orgânica. Essa matéria orgânica pode ser proveniente de solo ou turfa, sendo importante que essa mistura seja avaliada em laboratório, pois este material quando mal escolhido acarreta em grandes riscos na construção final do campo. Após a instalação da camada superior deve ser passada a plaina niveladora a laser para garantir nivelamento perfeito. Em seguida, deve ser aplicado os corretivos de acidez (calcário) e os fertilizantes de plantio (fosfatados), deixando a área pronta para receber a grama (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003).

Atualmente, o maior desafio durante a construção de um campo atlético está na base, que é o local onde a grama será instalada, pois ela deve ser baseada nas recomendações da USGA (United States Golf Association) para “greens” de campos de golfe, área nobre do campo onde se situa a bandeira com o buraco. Segundo esta instituição, a base de um gramado atlético deve ser composta por areia de diferentes granulometrias, possibilitando nível de drenagem eficiente, evitando o encharcamento do campo. Esta recomendação se dá principalmente por dois aspectos: a possibilidade de apodrecimento de raízes e a drenagem que permita a realização de jogos mesmos em condições de chuva.

No Brasil, o desafio na construção da base de um gramado é identificar materiais com características iguais às recomendadas pela USGA. Por outro lado, o principal objetivo desta recomendação é a obtenção de um sistema de drenagem adequado com maior durabilidade e desempenho. A base recomendada para os campos atléticos é composta por 80% de areia com mistura de 20% de turfa ou outro material orgânico (húmus de minhoca), com densidade entre 1,19 e 1,72 g m<sup>-3</sup> (USGA, 2011). As principais funções da base são apoiar mecanicamente o crescimento das raízes, permitir as trocas gasosas entre as raízes e atmosfera e fornecer água e nutrientes as plantas (IMHOFF; SILVA; TORMENA, 2000; FARIAS et al., 2012).

A base apresenta características físicas extremamente importantes, principalmente a densidade e a porosidade que tem influência direta sobre o desenvolvimento



das raízes e a disponibilidade de ar e água para a planta (KAMPF, 2001; SANTOS; CASTILHO; DUARTE, 2002; FERRAZ; CENTURION; BEUTLER, 2005). Essas características são diretamente afetadas pela compactação, que é resultado de uma compressão na base, trazendo como consequência maior densidade e resistência mecânica, redução da porosidade das partículas do solo, limitando a infiltração e a redistribuição de água e prejudicando as trocas gasosas. Essas características influenciarão nas características químicas da base e interferirão na movimentação dos nutrientes, reduzindo a eficiência de aproveitamento dos mesmos pela planta (SANTOS; CASTILHO; DUARTE, 2002; MORAES; CORA; ALMEIDA, 2008).

A base com teor elevado de argila é mais propensa à compactação, quando comparada à base arenosa, devido à diferença existente nos arranjos das partículas de argila em relação a areia (MORAES; CORA; ALMEIDA, 2008). O preparo inadequado da base da grama vai resultar em encharcamento ou lixiviação dos nutrientes, influenciando no desenvolvimento do sistema radicular, causando danos estéticos no gramado e diminuindo a absorção de água e nutrientes pela planta (GODOY, 2005; SANTOS et al., 2010).

Segundo Brady e Weil (1989), os valores de densidade ideais estão entre 1,3 a 1,6 g cm<sup>-3</sup> e, os valores superiores a 1,7 g cm<sup>-3</sup> são restritivas ao desenvolvimento vegetal. A densidade adequada para gramados se situa entre 1,4 e 1,6 g m<sup>-3</sup> (DUBLE, 2006). E segundo Moraes, Cora e Almeida (2008), base com teores elevados de matéria orgânica resultam em densidade mais baixa, e base com teores de argila elevados e baixo teor de matéria orgânica aumenta a densidade, favorecendo a compactação.

A base compactada compromete a prática esportiva nos campos de futebol, pois gramados mal desenvolvidos e desnivelados prejudicam a homogeneidade do piso, reduzindo o percentual de acerto dos passes e as progressões do time em direção ao gol. Além disso, solos compactados podem comprometer a saúde dos jogadores, favorecendo a ocorrência de lesões em joelhos e tornozelos (CAMPANELLI, 2003). Nos campos de golfe, como não há tráfego excessivo, a grama não sofre tantas injúrias como nos gramados de outros esportes. Então, para o campo de golfe é necessário uma base mais consistente, que propicie melhor durabilidade e desempenho, sem que haja perda na qualidade da drenagem (TAPIA, 2003).

A base recomendada pelo Comitê Organizador Brasileiro deve conter até 3% de pedra fina (diâmetro menor que 2 mm), até 7% de areia muito grossa (diâmetro entre 1 e 2 mm), no mínimo 60% de areia grossa e média (diâmetro entre 0,25 e 1 mm), até

20% de areia fina ( diâmetro entre 0,1 e 0,25 mm) e no máximo 5% de areia muito fina (diâmetro de 0,05 a 0,1 mm), silte (diâmetro de 0,002 a 0,05 mm) e argila (diâmetro menor que 0,002 mm), onde a somatória das três últimas frações não ultrapassem 10%, além da incorporação de 1 a 3% do volume de areia com a matéria orgânica (COMITÊ ORGANIZADOR BRASILEIRO COPA 2014, 2009).

#### **2.4 Parâmetros de qualidade em gramados esportivos**

A qualidade de um gramado esportivo pode influenciar diretamente a interação entre jogador – bola – campo (TAPIA, 2010). Os testes de avaliação de qualidade de gramados esportivos são eficientes em grama sintética, já os testes de gramas naturais são baseados na “performance quality standard” (PQS).

A exigência da qualidade em gramados esportivos é alta, devendo o gramado ser absolutamente homogêneo, liso e nivelado, com eficiente sistema de irrigação, além de drenagem adequada para permitir o jogo durante a chuva. A grama utilizada deve ser uniforme, devidamente enraizada e deve demonstrar crescimento vigoroso. O nivelamento da superfície do campo é importante para que os jogadores tenham segurança em seus movimentos e não haja lesões ou quedas inesperadas (FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE FOOTBALL ASSOCIATION (FIFA). Além disso, o campo deve ter capacidade para suportar o pisoteio e estragos normais de uma partida e se regenerar em tempo para a próxima.

As avaliações utilizadas para medir a qualidade dos gramados são: método visual que avalia a coloração e o fechamento do gramado, avaliação de solo e planta através de análise química de macro e micronutrientes, tração superficial do gramado, velocidade de infiltração da água na base, resistência mecânica da base à penetração e umidade da base.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização e caracterização da área experimental**

O experimento foi realizado em área experimental na UNESP/FCA (Faculdade de Ciências Agrônômicas / Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”), Campus de Botucatu, denominada “Pomar”. As coordenadas geográficas da área é 22°51’ latitude Sul e 48°26’ longitude Oeste de Greenwich e altitude média de 786 m.

O solo onde foi instalado o experimento é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico e possui textura média (EMBRAPA, 2013). A declividade do terreno é de aproximadamente 1 a 3%, tendo sido nivelado no momento da implantação do experimento.

#### **3.2 Caracterização da espécie utilizada**

Utilizou-se o híbrido interespecífico da grama bermuda (*Cynodon dactylon x Cynodon transvaalensis*), conhecido como *Tifway* 419 (Figura 1). O híbrido *Tifway* 419 é a grama de clima quente que melhor se adapta a partir da latitude 45° até a latitude 0° (Equador), entrando em dormência após algumas geadas e recuperando-se rapidamente quando a temperatura aquece mesmo no inverno. Em relação ao solo, adapta-se bem ao pH entre 5,5 até 7,0.



Figura 1. Detalhe da grama bermuda *Tifway 419* utilizada no experimento.

### 3.3 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em bloco inteiramente casualizados, com 4 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos utilizados foram:

T1 – Areia (padrão USGA - utilizada em todos os tratamentos)

T2 – Areia (80%) + Turfa (20%)

T3 – Areia (90%) + Solo argiloso (10%)

T4 – Areia (70%) + Solo arenoso (30%)

Para a escolha da areia utilizada como base da implantação da grama foram feitas várias pesquisas entre as empresas que exploram areia de rio da região de Botucatu (Rio Piracicaba, Rio Tietê e Rio Paranapanema). As areias coletadas foram levadas ao Laboratório de Física do Solo, do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP de Botucatu. O material coletado foi passado por um jogo de peneiras de modo a caracterizá-las quanto à quantidade retida em cada peneira. Cada porção retida nas peneiras foi pesada e transformada em porcentagem em relação ao peso total. O padrão USGA de granulometria é apresentado na Tabela 1 e o material utilizado neste experimento ficou entre a faixa indicada como adequada. Em relação às características físicas estabelecidas como adequadas pelas USGA, as propriedades da areia devem estar dentro do apresentado na Tabela 2.

Tabela 1. Distribuição granulométrica da areia para constituição da base recomendada pela USGA (United States Golf Association).

Caracterização	Granulometria (mm)	Recomendação (%)
Areia muito grossa	1,0-2,0	≤ 10
Areia grossa	0,5-1,0	≥ 60
Areia média	0,25-0,50	≤ 20
Areia fina	0,15-0,25	≤ 5
Areia muito fina*	0,05-0,15	≤ 5
Silte*	0,002-0,05	≤ 5
Argila*	< 0,002	≤ 5

\* O total destas 3 classes juntas não deve ultrapassar 10%.

Fonte: USGA (2011)

Tabela 2. Propriedades físicas da areia para constituição da base recomendadas pela USGA (United States Golf Association).

Propriedade física	Recomendado (%)
Porosidade total	35-55
Macroporosidade	15-30
Microporosidade	15-25
Condutividade hidráulica saturada	≥ 6 polegadas/h (150 mm/h)

Fonte: USGA (2011)

A areia escolhida para o experimento, proveniente do Porto de Areia Santa Isabel, Igaráçu do Tiete-SP, foi a que melhor se adequou as características definidas pela USGA (Figura 2).

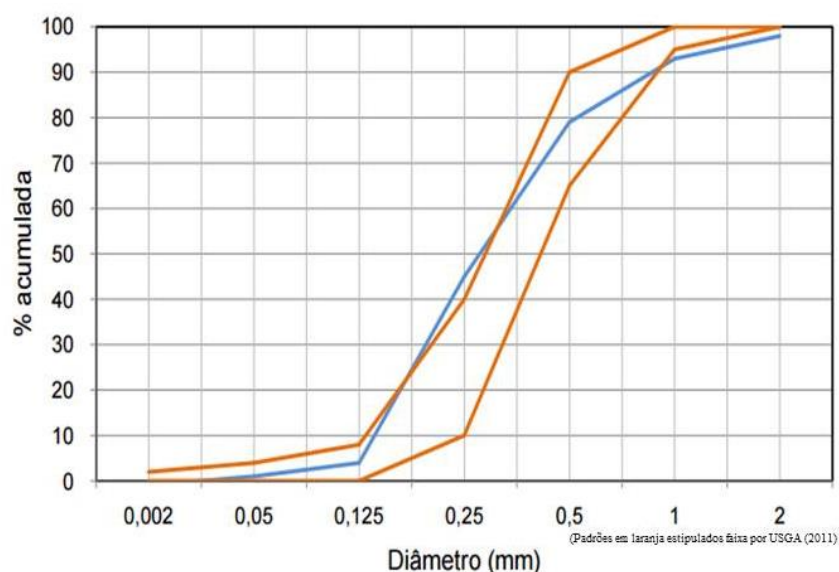


Figura 2. Curva de fracionamento da areia utilizada no experimento.

A turfa utilizada na mistura com areia para composição do T<sub>2</sub>, registrada como Turfa Green, apresentou pH=6,0, condutividade elétrica de 4 dS/m, capacidade de retenção de água de 103% e CTC de 800 mmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup>, sendo vendida em embalagem de 25 kg.

Os solos utilizados na mistura foram coletados na Fazenda Experimental Lageado, em Botucatu-SP. O solo argiloso foi coletado na área denominada “Túnel”, classificado como LATOSSOLO ROXO álico (EMBRAPA, 1999), e o solo arenoso foi coletado na área denominada “Patrulha”, classificado como LATOSSOLO VERMELHO distrófico (EMBRAPA, 1999).

### 3.4 Instalação e condução do experimento

#### 3.4.1 Preparo da área experimental

Inicialmente foi realizado o levantamento topográfico da área, sendo posteriormente nivelada com máquina de esteira com lâmina frontal.

Foram colocadas divisórias de concreto de 50 cm de altura fixadas em poste de concreto, separando os tratamentos, conforme Figura 3.



Figura 3. Estruturas de concreto como divisórias para os tratamentos.

Em cada parcela foram escavados dois sulcos de 20 cm de profundidade e 20 cm de largura com queda de 1% de declividade, que foram cobertos com manta geotêxtil com objetivo de evitar o contato do tubo drenante com o solo e com isso evitar entupimento. O tubo drenante tinha diâmetro de 10 cm conforme pode ser visto na

Figura 4. Ao final das linhas de drenagem que passavam por todos os tratamentos do bloco, havia um dreno maior (15 cm), na lateral do experimento, que recebia toda a solução coletada pelos drenos e conduzia a mesma para fora da área experimental.



Figura 4. Implantação do sistema de drenagem: tubo drenante e manta geotêxtil.

Quando o sistema de drenagem estava pronto, as divisórias foram preenchidas com cascalho de areia (proveniente da lavagem da areia do Rio Tiete) até a altura de 30 cm da superfície da placa, formando o chamado “colchão drenante” (Figura 5).



Figura 5. Camada de cascalho de areia utilizada como “colchão drenante”.

O preenchimento das parcelas com os tratamentos (substrato para a composição da base) foi realizado com retroescavadeira, onde volumes conhecidos dos materiais que compunham cada base foram colocados na pá frontal do equipamento na proporção indicada para cada tratamento (Figura 6).





Figura 6. Colocação dos substratos utilizados na composição das bases.

Ao final do preparo dos substratos utilizado como base, foi realizado o nivelamento utilizando uma régua de madeira (Figura 7).



Figura 7. Visualização geral da área experimental após a distribuição dos substratos para a composição da base.

### 3.4.2 Instalação e manejo da irrigação

O sistema de irrigação implantado foi por aspersão, utilizando seis aspersores escamoteáveis (Rain Bird serie 5000 plus, com faixa de vazão de  $0,17$  a  $1,85 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  e alcance de  $7,5$  a  $14 \text{ m}$ ), um registro  $1''$  (Toro) elétrico com timer acionado por bateria, um registro comum  $1''$  (tigre), tubos de  $1''$  nas linhas principais e tubos  $\frac{3}{4}''$  nas linhas secundárias ou de distribuição. O sistema de injeção foi acionado a partir de um motor de  $2,5 \text{ CV}$  com



timer programado no mesmo tempo que o timer do registro elétrico, conforme apresentado na Figura 8.

O sistema foi montado de forma que a água aplicada por um aspersor atingisse o aspersor adjacente. Segundo avaliação realizada na área, a distribuição de água atingiu uniformidade de 88%, utilizando-se o coeficiente de uniformidade de Cristhiansen (CUC).

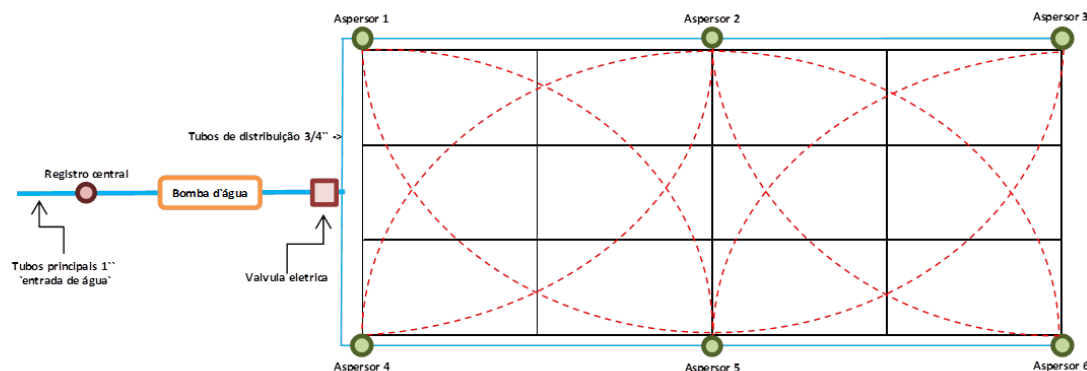


Figura 8. Croqui do sistema de irrigação por aspersão utilizado na área experimental.

A lâmina de irrigação foi aplicada de forma uniforme na área do experimento, levando-se em consideração os dados climáticos obtidos em estação meteorológica localizada a 1000 m da área experimental e tendo por referência a evaporação observada no tanque classe A. O volume de irrigação calculado por dia foi dividido em duas aplicações, uma às 7h e outra às 16h.

### 3.4.3 Calagem e adubação da área experimental

Amostras dos substratos utilizados como tratamentos na composição da base foram retiradas e enviadas ao Laboratório de Solos das Faculdades Integradas de Ourinhos e determinadas às características químicas, conforme apresentado na Tabela 3. Com base nesses resultados foi calculada a necessidade de calagem de modo a elevar a saturação por bases a 65%.

Após a aplicação do calcário em cada parcela foi utilizado um equipamento de lâminas rotativas (rotativa manual) para incorporar o calcário na base (Figura 9a) e, após a incorporação, a base foi nivelada novamente utilizando uma régua de madeira (Figura 9b).

Tabela 3. Características químicas iniciais das bases.

	pH	M.O	P resina	H + Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	----- mg dm <sup>-3</sup> -----						
Areia	5,0	1	7	8	0,5	4	2	6	15	41
Areia + Turfa	4,9	24	36	26	1,6	37	9	47	73	65
Areia + Argiloso	4,7	1	5	10	0,5	4	2	6	16	39
Areia + Arenoso	4,1	20	3	69	0,5	4	3	7	76	10
	<b>Cu</b>		<b>Fe</b>		<b>Zn</b>		<b>Mn</b>		<b>B</b>	
	----- mg/dm <sup>3</sup> -----									
Areia		0,1		30		0,5		2,5		0,28
Areia + Turfa		0,2		583		1,3		7,9		0,28
Areia + Argiloso		9,2		29		0,2		2,4		0,28
Areia + Arenoso		0,1		41		0,7		3,1		0,19



Figura 9. Rotativa manual utilizada para a mistura e incorporação do calcário (a) e nivelamento final com régua de madeira (b).

A adubação de plantio dos tapetes foi calculada também com base na análise química de solo (Tabela 3) sendo aplicados 18 g m<sup>-2</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (exceto no tratamento que recebeu mistura com turfa, por apresentar P em concentração considerada alta na implantação da gram).

### 3.4.4 Implantação da grama bermuda

A grama bermuda foi adquirida da empresa ITOGRASS<sup>®</sup>, localizada no município de Batatais - SP. Após o corte dos tapetes, a grama foi lavada para retirar todo o solo aderido nas raízes e rizomas (Figura 10). Isto foi feito para evitar levar à área experimental material diferente da base estipulada nos tratamentos.



Figura 10. Lavagem dos tapetes de grama bermuda para retirada do solo da área de produção.

Os tapetes, limpos do solo, foram levados até a área experimental e foram distribuídos de maneira homogênea no dia 30/05/2013 conforme apresentado na Figura 11.



Figura 11. Plantio dos tapetes de grama bermuda na área experimental.

Para melhor fixação dos tapetes foi passado sobre os mesmos um rolo compactador com peso total de 132 kg (Figura 12).

Após 15 dias do plantio da grama foi realizada uma cobertura com areia com objetivo de uniformizar a área, preenchendo os espaços vazios para melhor formação da grama. Ao lado do experimento, com o objetivo de evitar erosão e manter as placas divisórias inteiras, foi feita uma bordadura de 2 m de largura utilizando a mesma grama e manejo da área experimental.



Figura 12. Rolo compactador utilizado para aumentar a aderência dos tapetes de grama com a base.

### 3.4.5 Manutenção do gramado durante o estabelecimento

Durante todo o período de estabelecimento e formação do gramado foram feitas várias operações: irrigação diária, poda da grama na altura de 25 mm (Figura 13) para incentivar rebrotas, aplicação de areia previamente peneirada para melhorar o nivelamento da área (Figura 14), aplicação de herbicidas para controle de plantas daninhas na bordadura e controle manual dentro das parcelas, passagem do rolo com objetivo de melhorar o nivelamento da área. Como a grama bermuda é sensível à geada, durante o período de inverno, nos dias de baixa temperatura, o experimento foi coberto com plástico preto, prevenindo com isso a perda do experimento.



Figura 13. Poda do gramado durante o período de estabelecimento.





Figura 14. Cobertura de areia nas parcelas e também na lateral do experimento.

A adubação inicial de cobertura foi realizada 30 dias após o plantio dos tapetes, utilizando as seguintes quantidades: 5 g de  $\text{N.m}^{-2}$  (nitrato de amônio), 2 g de  $\text{P}_2\text{O}_5.\text{m}^{-2}$  (superfosfato simples) e 5 g de  $\text{K}_2\text{O.m}^{-2}$  (cloreto de potássio). Essa adubação foi dividida em 4 aplicações, sendo 1 por semana.

Após a adubação inicial, a cada 15 dias foram alternados 50  $\text{g.m}^{-2}$  de Forth Jardim<sup>®</sup> (13% N; 5%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; 13%  $\text{K}_2\text{O}$ ; 1% Ca; 1% Mg; 5% S; 0,04% B; 0,05% Cu; 0,2% Fe; 0,08% Mn; 0,005% MO e 0,15% Zn) e 100  $\text{g.m}^{-2}$  de 20-5-20.

### 3.4.6 Manutenção do gramado após o estabelecimento

A grama bermuda, por apresentar crescimento rápido era cortada na altura de 25 mm semanalmente, utilizando o equipamento “Greensmaster 1000”- TORO<sup>®</sup> (Figura 15).



Figura 15. Roçadeira com lâminas helicoidais - “Greensmaster 1000” - TORO<sup>®</sup>.

A frequência de irrigação foi em média de 5mm por dia, e após 6 meses da implantação dos tapetes foi realizada uma mudança no equipamento de corte através da adição de um rolo “grommer” que tem como função evitar o acamamento da grama, propiciando melhor corte da mesma.

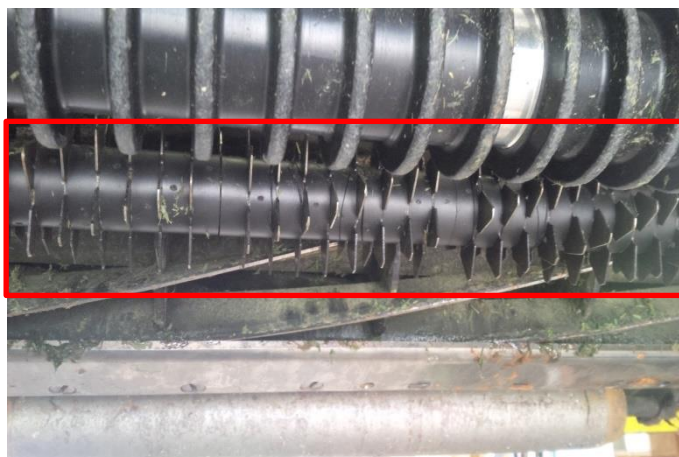


Figura 16. Grommer - “Greensmaster 1000” - TORO®.

### 3.5 Características avaliadas

Foram realizadas as seguintes avaliações, em diferentes épocas, ao longo da formação e estabilização do gramado:

#### 3.5.1 Tração superficial dos gramados

Para a medida de tração superficial do gramado foi empregado um equipamento específico, medidor de torque (Nm), denominado “Rotational Resistance Tester” - Deltec Metaal® (Figura 17). Este equipamento tem na sua extremidade cravos que imitam uma chuteira e sobre ele o peso de 36 kg. Ao rotacionar a haste superior é registrada a força utilizada até o rompimento da grama, marcada através de um ponteiro “morto”. A cada leitura o equipamento é zerado e esse ponteiro “morto” retorna a posição 0.

Esta medida foi realizada mensalmente em 3 pontos dentro de cada parcela, durante um ano.



Figura 17. “Rotational Resistance Tester”, equipamento medidor de torque (Nm).

### 3.5.2 Velocidade de infiltração de água na base

A velocidade de infiltração de água nos substratos que compõe a base foi determinada por meio do método do Permeâmetro Guelph, modelo 2800 (Figura 18). Este equipamento trabalha com carga constante de água.

Foi avaliada uma amostra de cada parcela. Esta avaliação foi realizada mensalmente, durante 4 meses.



Figura 18. Permeâmetro de Guelph.

A avaliação se inicia com um furo na base de aproximadamente 30 cm de profundidade, onde é instalado o equipamento e colocado água. Em seguida injeta água constante no interior do furo, formando um bulbo de saturado com água. Após a formação deste bulbo se inicia a coleta de dados onde o equipamento é graduado, é determinado um tempo de coleta de dados chegando a uma coluna de infiltração constante no tempo determinado.

Após o conhecimento da coluna de água infiltrada constantemente, esses valores é colocado em uma formula chegando ao resultado velocidade de infiltração.

### 3.5.3 Resistência mecânica da base à penetração

Os valores de resistência mecânica dos substratos que compões a base à penetração foram obtidos com o Penetrômetro Eletrônico (Solo Track PLG 5300 da Falker) (Figura 19), que tem velocidade constante de  $10 \text{ m.s}^{-1}$  e permite medições a cada centímetro, sendo que os valores apresentados são a média dos 20 cm superficiais. Neste trabalho as medições foram obtidas a partir de uma haste cone de  $30^\circ$  realizadas em 3 pontos por parcela. Esta avaliação foi realizada mensalmente, durante um ano.



Figura 19. Penetrômetro Eletrônico (Solo Track PLG 5300 da Falker).



### 3.5.4 Umidade da base

A umidade dos substratos que compõem a base foi determinada em 3 pontos aleatórios, dentro de cada parcela (Figura 20), pelo equipamento Delta T (Devices Ltd, Cambridge, UK, modelo ML 2X Theta probe). Esse equipamento possui 4 hastes metálicas, que geram um sinal de 100 MHz, estendido ao interior do solo. O sensor tem uma acurácia de  $\pm 0,05 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  (0 a  $70^\circ \text{C}$ ) utilizando calibração de fábrica, e  $\pm 0,01 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  quando se emprega calibração específica para o solo a ser trabalhado.



Figura 20. Determinação da umidade do solo realizada pelo equipamento Delta T.

### 3.5.5 Concentração de nutrientes na lâmina foliar do gramado

A concentração de macronutrientes e micronutrientes na lâmina foliar do gramado foi determinada em uma amostra composta das aparas de grama obtida na área total de cada parcela (Figura 21), de acordo com metodologia modificada de Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

O preparo das amostras antes de serem enviadas para análise foi realizado segundo metodologia de Plank e Carrow (2003): as amostras foram lavadas para retirada de impurezas simples, areia, partículas de solo e substâncias químicas; cada amostra foi colocada em um recipiente contendo água destilada em  $\frac{3}{4}$  do seu volume juntamente com uma solução fraca de sabão (0,1–0,3%) (PLANK, 1989; CAMPBELL; PLANK, 1992).

A amostra foi agitada suavemente com uma vareta de plástico, pausando por 30 segundos, permitindo que a areia/solo decantasse no fundo do recipiente.

Cada amostra foi retirada com auxílio de uma peneira de plástico. Para a lavagem de cada amostra, a água do recipiente foi trocada. Após a lavagem, as amostras foram colocadas em papel toalha para retirada do excesso de umidade e depois em sacos de papel, e foram secas em estufa a 65° C. Após a secagem, o tecido foliar foi moído e enviado para o Laboratório de Nutrição de Plantas da FCA (Faculdade de Ciências Agronômicas / Unesp / Botucatu) para a determinação da concentração dos nutrientes. Esta análise foi realizada mensalmente, durante um ano. O corte para retirada das aparas, e para determinação da massa seca foi realizado 1 semana após o corte anterior, mantendo a altura de corte utilizada em todas as avaliações, 25 milímetros.



Figura 21. Aparas relativas ao corte de grama da parcela.

### 3.5.6 Análise química da base

Mensalmente, durante um ano, foram retiradas 5 sub-amostras do substratos que compõem a base, para compor uma amostra por parcela retirada na camada de 0 a 10 cm de profundidade. Estas amostras foram enviadas para o Laboratório de Fertilidade do Solo da FCA (Faculdade de Ciências Agronômicas / Unesp / Botucatu) e as análises químicas para fins de fertilidade foram realizadas de acordo com a metodologia adaptada de Raij et al. (2001). Para a amostragem foi utilizado trado específico para coleta da base para fins de fertilidade em “greens” de campo de golfe (Figura 22).



Figura 22. Trado amostrador da base para fins de fertilidade em gramados esportivos.

### **3.6 Análise estatística**

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade, heterogeneidade e análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foram realizados gráficos de interação, conforme comportamento observado. Utilizou-se o software Minitab 13.0 (MINITAB, 2000) para análise de variância, teste de médias e gráficos de interação.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Tração superficial do gramado

Pelos resultados observados na Tabela 4, nota-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação à tração superficial do gramado, entretanto, entre os meses de coleta houve diferença estatística, sendo observado o maior valor de tração no mês 5 (55 N m) e o menor valor no mês 3 (34 N m).

Tabela 4. Médias e resumo da análise de variância da tração superficial ao longo de 12 meses após a implantação do gramado. (n=3).

Tratamento	Tração superficial												Média
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	-----N m-----												
<b>T1</b>	48	44	35	42	56	43	45	43	51	43	48	43	45A
<b>T2</b>	44	45	35	41	53	43	44	42	48	42	46	42	44A
<b>T3</b>	44	49	34	39	54	44	44	41	49	43	47	42	44A
<b>T4</b>	47	43	34	43	56	44	45	43	51	43	47	43	45A
<b>Média</b>	46bcd	45bcd	34e	41d	55a	43cd	45cd	42cd	50b	43cd	47bc	42cd	
	-----p-----												
Meses (M)							0,0001						
Tratamentos (T)							0,346						
M x T							0,999						
C.V (%)							12,49						

T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).  
Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.

O objetivo desta avaliação foi medir a resistência de rotação do gramado com o intuito de simular o movimento de tração realizado pelo jogador (Figura 23). Os resultados obtidos não podem ser inferiores ao recomendado para garantir estabilidade e jogabilidade ao gramado, porém, também não podem ser superiores ao ponto de não romper e causar lesões aos jogadores.



Figura 23. Marca no gramado do equipamento que simula a tração realizada pelo jogador.

Quando a resistência à rotação for elevada, muito stress pode ser colocado nas articulações do desportista. Quando a resistência é muito baixa, o resultado pode ser aderência insuficiente da chuteira em relação ao gramado, resultando em deslizamento do desportista.

Pesquisadores da Pennsylvania State University obtiveram que em 12 programas de high-school-football 21% das lesões registradas em jogos e práticas esportivas eram definitivamente ou possivelmente relacionadas com a superfície do campo (MC NITT; MIDDOUR; WADDINGTON, 1997).

Os valores de tolerância recomendados para gramados sintéticos, segundo Soccer Grass (2013), estão entre 30 a 45 N m. De acordo com esta recomendação, a tração obtida neste experimento está dentro da faixa ótima, exceto para os meses onde foi superior a 45 N m: 5, 9 e 11 (em média 55, 50 e 47, respectivamente). Esta diferença pode estar relacionada à variação da umidade da base, considerando o momento da análise em relação à irrigação.

Solo demasiado úmido oferece pouca estabilidade, mas o solo que está seco tende a inibir a penetração do cravo da chuteira. Assim, as propriedades de drenagem afetam muito a tração. Outro exemplo é o solo arenoso, que não tem a integridade de solos mais finamente texturizados. A areia, por suas características granulométricas tem suas particularidades em relação à tração. A maior tração não ocorre em areia seca, mas na areia úmida, onde esta se torna mais firme. Ao secar os campos à base de areia antes de um jogo, alguns gerentes de campo realmente querem reduzir a tração do gramado.

A longo prazo, solos mais secos podem também afetar raízes e estolões que se tornam mais quebradiços e com isso não suportam elevada tração.

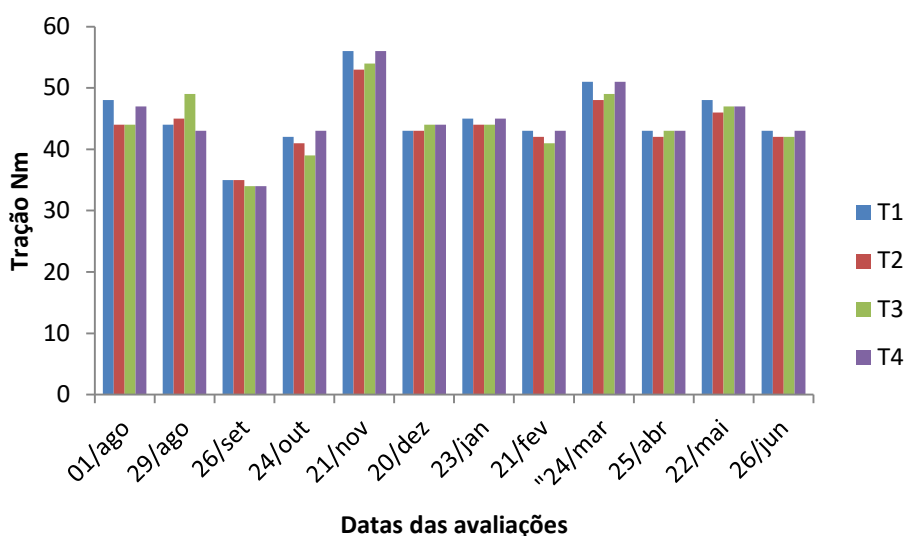
Resultados obtidos para valores de tração em superfícies secas comparadas com molhadas para grama bermudas foram de 63,1 N m, superior em 2,4% em relação à molhada (61,6 N m). Neste mesmo experimento foram avaliados vários tipos diferentes de chuteiras sendo que a “Nike Air Zoom Lâmina D” (grampo “screw-in”) apresentou a maior variação entre gramado seco e molhado (58,8%). Portanto, variações do tipo de cravo e da umidade do solo podem levar a resultados diferentes (MC NITT; MIDDOUR; WADDINGTON, 1997).

Portanto, de modo geral pode-se considerar que os 4 bases apresentaram características semelhantes quanto ao aspecto tração.

Resultados de Sánchez-Sánchez et al. (2014) sugerem que valores de tração fora dos padrões geram diferenças no desempenho físico e são perceptivos aos jogadores de futebol.

A espécie de grama bermuda é a favorita de muitos gerentes de campo, especialmente aqueles de campo à base de areia. A grama bermuda possui alta capacidade de recuperação. Seus estolões e palha adicionam estabilidade para a areia naturalmente instável, criando boa base para a penetração do cravo. Já a zoysiagrass que também tem qualidades favoráveis de tração, e excelente resistência ao desgaste, tem recuperação de danos causados pelo jogo de forma lenta (GURGEL, 2003; JIMÉNEZ, 2008).

Gramados mantidos a altura de corte menor têm a densidade mais elevada do que mantida a uma altura de corte mais elevada. No entanto, um gramado excessivamente curto enfraquece a parte aérea e, conseqüentemente, reduz drasticamente a densidade do gramado e a tração. Assim, corte baixo não é uma garantia de maior tração, devendo ser alto o suficiente para manter uma boa saúde do gramado e uma densidade adequada (TAPIA, 2003).



T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).

Figura 24. Tração em Nm, conferida pelo gramado nos tratamentos estudados e nas avaliações realizadas.

## 4.2 Velocidade de infiltração de água na base

Analisando os dados na Figura 25, observa-se que a velocidade de infiltração média realizada em 4 épocas distintas ao longo do experimento variaram de 10,7 a 21,1  $\text{cm.h}^{-1}$ . Os valores individuais por épocas de avaliação não serão apresentados, visto que havia variação de umidade da base em função de chuvas ou irrigação, o que não permitiu avaliação da velocidade de infiltração ao longo do tempo.

A maior velocidade de infiltração ocorreu no tratamento constituído apenas com areia. Este resultado era esperado uma vez que a areia padrão USGA privilegia a drenagem como principal característica.

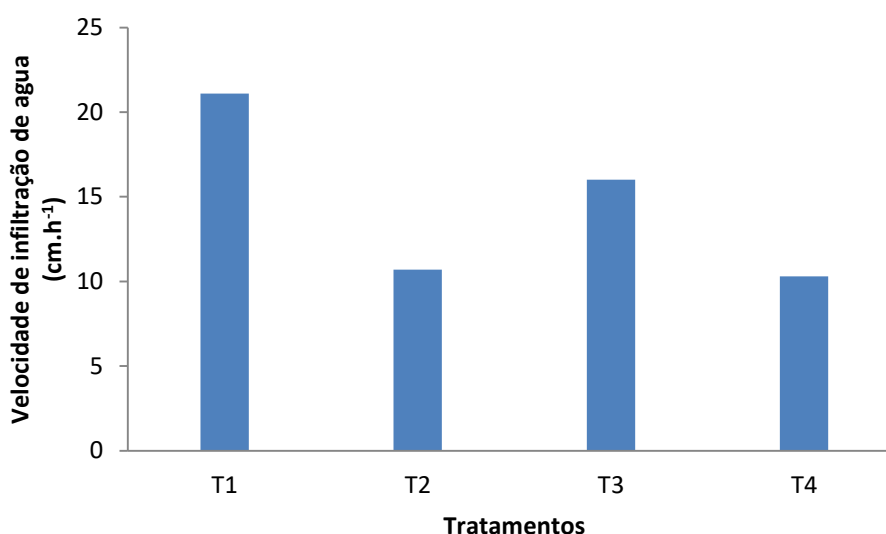
Quando ocorreu adição de turfa a velocidade de infiltração reduziu pela metade (10,7  $\text{cm.h}^{-1}$ ) e de modo semelhante quando a areia foi misturada com 30% de solo arenoso (10,3  $\text{cm.h}^{-1}$ ). De forma intermediária quando foi adicionado 10% de solo argiloso promoveu uma velocidade de infiltração de 16  $\text{cm.h}^{-1}$ . Portanto há uma diferença de infiltração entre os tratamentos T1 e T2. Essa diferença se dá devido à capacidade de retenção de água ser maior no T2 onde a base é constituída com material orgânico, ao contrario do T1 que a base é de areia pura (material com baixa capacidade de reter água).



Segundo Costa e Nishiyama (2007) em solos arenosos foram obtidos valores de velocidade de infiltração que variaram entre 12,9 a 36,0  $\text{cm.h}^{-1}$ . Já Borges e Nishiyama (2008) obtiveram valores variando entre 10,08 a 11,01  $\text{cm/h}$ .

Segundo Gaussoin, et al. (2006), em estudo realizado em green de golf na Universidade de Nebraska, constataram a diminuição da infiltração de 43,18  $\text{cm/h}$  para 22,9  $\text{cm/h}$ , ao longo de 2 anos, quando a base foi a mistura de areia (80%) e turfa (20%). Quando a mistura foi constituída de 80:15:5 (areia, turfa e solo) a velocidade passou de 25,4 para 12,4  $\text{cm/h}$ . Os autores atribuem a diminuição da velocidade ao rearranjo das partículas de areia, porém somente esta hipótese não justificou toda a variação observada, sendo atribuído também a maior concentração de matéria orgânica no solo formada por raízes e folhas que promoveram a diminuição observada.

As avliações foram realizadas durante um ano, o que provavelmente não foi o suficiente para gerar aumento no “thatch” (Figura 24). Assim as diferenças observadas pode ser atribuídas aos tratamentos.



T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).

Figura 25. Médias da velocidade de infiltração de água da base em cada tratamento, em  $\text{cm/h}$ .

### 4.3 Resistência mecânica da base à penetração

Na tabela 5 e figura 26 são apresentados os resultados de resistência mecânica da base à penetração, não sendo observada diferença significativa entre os tratamentos. Entretanto, entre os meses houve diferença estatística, observando o maior valor



de resistência mecânica da base à penetração no mês 10 (2,4 MPa) e os menores valores nos meses 1 e 2 (0,9 e 1,0 MPa, respectivamente).

A medida de resistência mecânica à penetração deve refletir a interação base x planta, com a formação de raízes e estolões, há tendência dos espaços de aeração serem preenchidos por raízes, aumentando ao longo da formação do gramado sua resistência à penetração de uma haste metálica. De fato, este efeito é observado para todas as bases avaliadas (exceto em algumas amostragens). A resistência do início das avaliações aumentou em 2,5 vezes até o mês 10, significando que durante este período houve formação de raízes, além da acomodação das partículas da base. Este fato pode ser atribuído à irrigação e a chuva. Outro fator que pode ser considerado é o pisoteio na área para os tratamentos culturais, principalmente o corte realizado semanalmente.

Holmes e Bell (1986) usaram penetrômetro para medir a resistência mecânica à penetração em campo de futebol. Os investigadores relataram pelo menos 1,4 MPa para áreas de uso intenso e, pelo menos 1,0 MPa para áreas de uso moderado. Utilizando um penetrômetro, Magni, Volterrani e Miele (2004) também encontraram maior resistência à penetração nos perfis das raízes à base de areia (2,5 MPa) em comparação com zona radicular em perfis nativos com diferentes sistemas de drenagem e não drenado (1,5 MPa). A umidade foi mostrada por Baker, Paulsen e Zweden (1991) como sendo o principal fator de controle de dureza superficial de solos nativos. Pelo contrário, os perfis das raízes em areia alteraram pouco com a variação do teor de umidade.

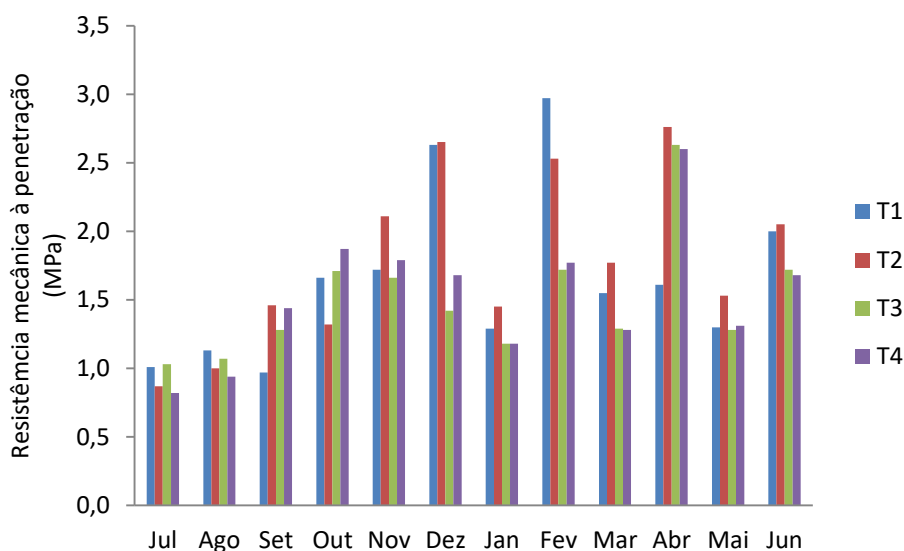
Observando os resultados de resistência mecânica da base à penetração nota-se que a variação foi de 0,8 MPa (nas medidas observadas no mês 1) até 2,9 MPa no mês 8, tratamento onde a base foi 100% areia. A diminuição de resistência observada em alguns meses subsequentes pode estar relacionada à umidade da base. Para a adequada determinação da resistência a penetração, deveria ter sido realizada a determinação de umidade de modo a poder reajustar os valores em função dessa umidade, porém na prática esta determinação, pela própria característica da base (extremamente arenosa) não permitiu o adequado ajuste da umidade.

Avaliando a média das 12 coletas, nota-se que os valores de resistência foram semelhantes e que as misturas feitas com a areia não indicaram variações, significando que o componente presente em maior quantidade (areia) é quem definiu a base quanto a essa característica.

Tabela 5. Médias e resumo da análise de variância da resistência mecânica da base à penetração ao longo de 12 meses após a implantação do gramado. (n=3).

Tratamento	Resistência mecânica da base à penetração												Média
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Mpa												
<b>T1</b>	1,01	1,13	0,97	1,66	1,72	2,63	1,29	2,97	1,55	1,61	1,30	2,00	1,65A
<b>T2</b>	0,87	1,00	1,46	1,32	2,11	2,65	1,45	2,53	1,77	2,76	1,53	2,05	1,79A
<b>T3</b>	1,03	1,07	1,28	1,71	1,66	1,42	1,18	1,72	1,29	2,63	1,28	1,72	1,50A
<b>T4</b>	0,82	0,94	1,44	1,87	1,79	1,68	1,18	1,77	1,28	2,60	1,31	1,68	1,53A
<b>Média</b>	0,93d	1,04d	1,29cd	1,64abcd	1,82abcd	2,10abc	1,28cd	2,25ab	1,47abcd	2,40a	1,36bcd	1,86abcd	
-----p-----													
Meses (M)													0,0001
Tratamentos(T)													0,254
M x T													0,917
C.V (%)													2,36

T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).  
Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.



T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).

Figura 26. Resistência mecânica da base à penetração (MPa) das avaliações realizadas.

#### 4.4 Umidade da base

Houve diferença significativa entre tratamentos, meses, além de interação entre os fatores em relação à umidade da base. Os valores de porcentagem de umidade variaram de 5 a 20% entre os meses e tratamentos. Não há coincidência entre os valores mais elevados de água no solo e volume de precipitação. Como as bases utilizadas são materiais de baixa retenção de água, mesmo quando ocorreram maiores precipitações (mês 4,

7 e 9, respectivamente: 119, 122 e 163 mm) a falta de coincidência das chuvas com a data de amostragem não permitiu atribuir as chuvas a variação de umidade do solo.

Como era de se esperar, na base areia a capacidade de reter água foi baixa dada a presença em grande quantidade de areia. De fato, nos gramados esportivos se privilegia a drenagem em relação à capacidade de retenção de água. Isso porque os campos de futebol ou mesmo as áreas dos “green” de golfe são dotadas de irrigação que fornece água diariamente e em algumas situações mais de uma vez por dia, proporcionando ao gramado a reposição da água transpirada.

A mistura com turfa, solo argiloso ou mesmo solo arenoso modificam a condição de retenção de água aumentando essa capacidade em relação a areia, o que favorece o manejo dos campos, quer seja pela melhoria da eficiência da água aplicada, bem como permite maior tempo de jogo, principalmente no caso do golfe. O T1 apresentou em média 7% de retenção de água, metade da capacidade de retenção do T2. Este último tratamento não diferiu do T3 e T4 (Tabela 6).

Para determinação da umidade da base foi usado o método da constante dielétrica. Na literatura é muito discutida a necessidade de calibração do equipamento em relação ao tipo de solo. Esta foi à dificuldade encontrada neste trabalho, uma vez que a calibração teria que ser feita a cada leitura e para cada tratamento, o que inviabilizaria este ajuste.

Também deve ser considerada a massa de folhas em cada tratamento que pode gerar uma transpiração diferenciada, o que certamente altera o conteúdo de água na base. Para evitar variação da irrigação realizada na área, optou-se por não irrigar a área nos dias em que a determinação da umidade do solo era realizada.

Segundo Teixeira et al. (2003) há problemas do menor contato das guias das ondas do equipamento de medida de umidade, com as partículas do solo arenoso devido a baixa coesão, o que causa erros na leitura da constante dielétrica neste solo. Segundo Villwock et al. (2004), para cada tipo de solo existe a necessidade de um modelo de calibração empírico para obtenção de bons resultados com o uso da técnica da constante dielétrica.

Tabela 6. Médias e resumo da análise de variância da umidade da base ao longo de 12 meses após a implantação do gramado. (n=3).

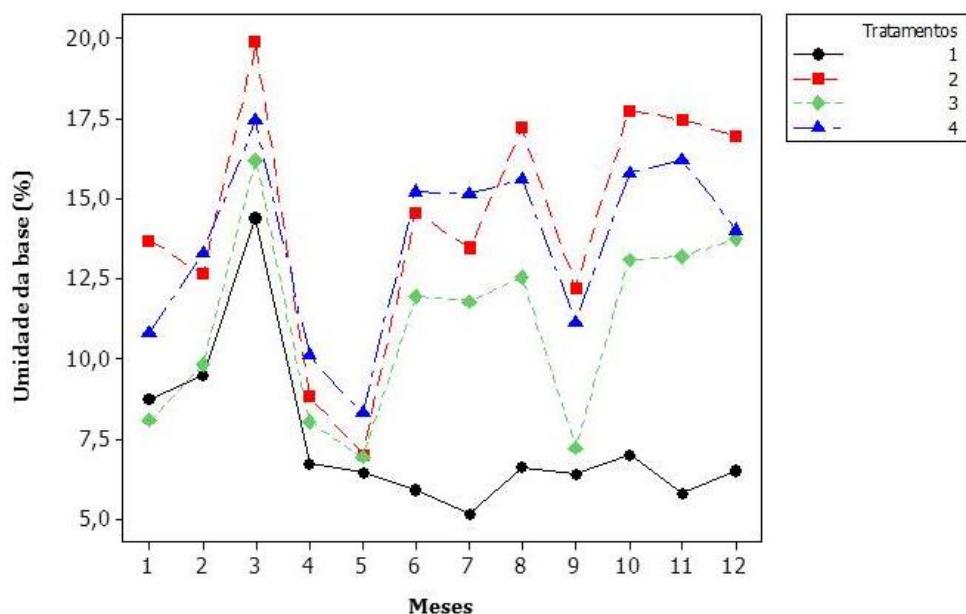
Tratamento	Umidade da base												Média
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	%												
T1	9	9	14	7	6	6	5	7	6	7	6	6	7B
T2	14	13	20	9	7	15	13	17	12	18	17	17	14A
T3	8	10	16	8	7	12	12	13	7	13	13	14	11A
T4	11	13	17	10	8	15	15	16	11	16	16	14	13A

	p
Meses (M)	0,0001
Tratamentos(T)	0,0001
M x T	0,001

C.V (%)  
 T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).  
 Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Por outro lado, nos meses 4 e 5 houve problema no fornecimento de água do ponto de captação até o “pomar” do departamento de Horticultura devido a queima da bomba elétrica, o que promoveu diminuição importante da água no solo, inclusive com consequências no desenvolvimento da grama, como será observado na tabela 24 de massa de aparas. Apesar desses problemas, é possível observar na figura 27, que o tratamento 2, onde a turfa foi aplicada, apresenta porcentagem mais elevada de umidade em vários meses.



T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).

Figura 27. Interação entre tratamentos e meses para umidade da base ao longo de 12 meses após a implantação do gramado.

#### 4.5 Concentração de nutrientes na lâmina foliar de grama bermuda

As Tabelas 7 a 12 apresentam os resultados de análise química da lâmina foliar retiradas mensalmente, durante um ano de avaliação do experimento.

Os teores de nitrogênio (N) médios nas aparas da grama ao longo dos 12 meses variou de 34 a 38 g kg<sup>-1</sup> sendo os menores valores para os tratamentos T3 e T4 (Tabela 7). No segundo mês observou-se os valores maiores (51 g kg<sup>-1</sup>) que coincidiu com a aplicação de N logo após o início das medidas (5 g de N/m<sup>2</sup> como nitrato de amônio). Durante o ano foram observadas variações na concentração de N nas aparas, podendo isso ser atribuído à adubação (momento da adubação mensal e coleta de aparas), precipitação e a interação desta com a base. Deve-se considerar também que com a exportação das aparas parte do N é removido, visto que o material cortado foi retirado da área através da cesta coletora acoplada à roçadeira.

Tabela 7. Médias e resumo da análise de variância do nitrogênio foliar presente nas aparas da grama ao longo de 12 meses após a implantação do gramado.

Tratamento	Nitrogênio foliar												Média
	Meses												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	g kg <sup>-1</sup>												
<b>T1</b>	40	52	36	35	38	39	33	30	31	35	31	29	36B
<b>T2</b>	43	50	35	35	39	41	37	35	34	37	35	29	38A
<b>T3</b>	43	50	34	31	37	39	34	30	30	31	29	29	35BC
<b>T4</b>	40	50	33	31	37	40	33	29	30	30	28	27	34C
<b>Média</b>	42b	51a	34d	33def	38c	40bc	34de	31efg	31efg	33def	31fg	29g	
	-----p-----												
Meses (M)													0,0001
Tratamentos (T)													0,0001
M x T													0,268
C.V (%)													16,34

T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%). Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Além disso, as condições climáticas que favorecem a transpiração (alta temperatura, radiação, etc) podem favorecer a absorção, via fluxo de massa, do N nítrico. Pode-se observar, que excetuando os meses 1 e 2 (início do experimento e da formação do gramado) as maiores concentrações de N ocorreram nos meses 5, 6 e 7 que coincide com condições de elevada temperatura e radiação. É interessante observar que no mês de fevereiro (mês 8) apesar da temperatura estar ainda elevada, houve queda importante de radiação devido a nebulosidade. A diminuição da temperatura e a radiação observada nos meses 9, 10, 11, 12 (março a junho), Tabela 7 pode justificar a diminuição de concentração de N nas aparas.

Resultados diferentes foram observados por Mateus (2011) em gramados de “green” de golfe com grama bermuda Tifdwarf em dois campos de golfe. Neste caso a pesquisadora justificou o aumento da concentração nos meses mais frios pelo menor crescimento da planta nesta estação, que ocasionou maior concentração dos nutrientes no tecido foliar.

Os teores de N observados no tecido foliar, exceto para o mês 12, estão dentro da faixa definida por MCCarty et al. (2003) como adequada de 30 a 50 g kg de N.

A concentração de fósforo (P) variou entre os tratamentos e também em relação a épocas de avaliação (Tabela 8). A maior concentração observada foi para o tratamento 2 onde a turfa foi misturada à areia. Diferente dos tratamentos 1, 3 e 4 que receberam antes da instalação da grama 100 g.m<sup>-2</sup> de superfosfato simples (20% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), o tratamento 2 em função da adição da turfa ter elevado o teor de P (36 mg dm<sup>-3</sup>), não se aplicou fonte inorgânica para este nutriente. Mesmo assim os teores médios observados foram maiores, significando que a turfa forneceu quantidade elevada desse nutriente, permitindo maior concentração na planta.

Tabela 8. Médias e resumo da análise de variância do fósforo foliar presente nas aparas da grama ao longo de 12 meses após a implantação do gramado.

Tratamento	Fósforo foliar												Média
	Jul 1	Ago 2	Set 3	Out 4	Nov 5	Dez 6	Jan 7	Fev 8	Mar 9	Abr 10	Mai 11	Jun 12	
	g kg <sup>-1</sup>												
<b>T1</b>	4,0	4,5	3,8	2,4	4,0	3,6	3,0	2,4	3,0	3,0	2,0	2,4	3,2AB
<b>T2</b>	4,0	4,5	3,9	2,4	3,6	3,7	3,2	2,9	3,4	3,1	2,2	2,7	3,3A
<b>T3</b>	4,0	4,3	3,6	2,3	3,4	3,5	2,9	2,4	3,7	2,6	2,0	2,4	3,1BC
<b>T4</b>	3,8	4,1	3,5	2,3	3,4	3,4	2,9	2,3	3,2	2,3	2,0	2,3	3,0C
<b>Média</b>	3,9ab	4,4a	3,7bc	2,4fg	3,6bc	3,5bc	3,0de	2,5f	3,3cd	2,7ef	2,0g	2,5fg	
-----p-----													
Meses (M)							0,0001						
Tratamentos (T)							0,0001						
M x T							0,881						
C.V (%)							9,66						

T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%). Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.

No segundo mês após a implantação do gramado, todos os tratamentos receberam 2 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> m<sup>2</sup> como superfosfato simples e, posteriormente, a cada 15 dias eram aplicados 2,5 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> com o uso de 50 g m<sup>-2</sup> de Forth Jardim<sup>®</sup> (5% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) alternados com 100g/m<sup>2</sup> de 20-5-20. Apesar do fornecimento constante de P através das adubações deve-se destacar que do mês 6 até o mês 12 (exceto mês 9) os teores de P foram superiores em pelo

menos  $0,1 \text{ g kg}^{-1}$  no tratamento onde a turfa foi aplicada, indicando que seu efeito fornecedor de P ao solo se manteve durante o período avaliado. Portanto, este também é um fator a ser considerado no aumento de massa observado no tratamento 2. A faixa de suficiência para concentração de P em grama bermuda é de 1,5 a  $5,0 \text{ g.kg}^{-1}$  de P (WATSON, 1991), o que indica que a grama foi adequadamente nutrida com o fósforo do solo.

A concentração de potássio (K) nas aparas coletadas foi significativamente diferente em função dos tratamentos (Tabela 9). Tal como aconteceu para o P, as maiores concentrações de potássio ocorreram no tratamento com turfa, que já indicava inicialmente o valor de  $1 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$  de K a mais que os demais tratamentos. Posteriormente foram feitas adições quinzenais de fertilizantes contendo K ( $5 \text{ g}$  de  $\text{K}_2\text{O m}^2$  (cloreto de potássio) no primeiro mês) e na sequência  $50 \text{ g.m}^{-2}$  de Forth Jardim<sup>®</sup> (13%  $\text{K}_2\text{O}$ ) alternado com  $100 \text{ g.m}^{-2}$  de 20-5-20.

Quando considerado a faixa ótima recomendada por Jones et. al. (1991) para K ( $10,0$  a  $40,0 \text{ g kg}^{-1}$ ) nota-se que os teores observados no experimento se encontravam dentro da faixa adequada.

Considerando a característica das bases apresentarem-se com baixa CTC e, portanto com alta capacidade de lixiviação de K, tentou-se uma correlação entre a pluviosidade mensal e o teor de K na planta, porém a correlação observada ( $r = -0,19$ ) denota que este não foi o principal fator que afetou esta característica.

Tabela 9. Médias e resumo da análise de variância do potássio foliar presente nas aparas da grama ao longo de 12 meses após a implantação do gramado. (n=3).

Tratamento	Potássio foliar												Média
	Jul 1	Ago 2	Set 3	Out 4	Nov 5	Dez 6	Jan 7	Fev 8	Mar 9	Abr 10	Mai 11	Jun 12	
	$\text{g kg}^{-1}$												
T1	16	22	25	24	22	18	14	11	14	13	14	13	17AB
T2	17	22	27	19	22	19	15	13	14	14	17	15	18A
T3	17	21	26	20	22	18	14	11	13	11	13	13	17AB
T4	15	23	25	20	21	18	14	10	13	10	12	12	16B
Média	16de	22b	26a	21bc	22b	18cd	14ef	11g	14efg	12fg	14ef	13fg	
-----p-----													
Meses (M)													0,0001
Tratamentos (T)													0,010
M x T													0,959
C.V (%)													8,36

T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%). Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Os teores de cálcio (Ca) no tecido foliar não mostram diferença entre os tratamentos (Tabela 10). Nota-se, no entanto, aumento significativo de Ca na planta no mês 9, sendo este resultado difícil de explicar, uma vez que não houve qualquer fornecimento

adicional de Ca além dos citados no material e métodos (50 g m<sup>2</sup> de Forth Jardim<sup>®</sup> com 1% de Ca). O cálcio é considerado suficiente para Jones e Watson (1991) nos valores de 5 a 10 g kg<sup>-1</sup>. Portanto, de modo geral, pode-se afirmar que este nutriente ficou abaixo da faixa ótima. O calcário é o grande fornecedor de Ca e Mg para o solo e conseqüentemente para a planta. Apesar da calagem ter sido realizada no solo, visando elevar a saturação por bases a 65% este valor não foi suficiente para manter de forma adequada o teor desse elemento na planta. O fornecimento do cálcio através do adubo Forth Jardim<sup>®</sup>, pela baixa concentração desse nutriente, não conseguiu manter o teor de Ca foliar adequado.

Tabela 10. Médias e resumo da análise de variância do cálcio foliar presente nas aparas da grama ao longo de 12 meses após a implantação do gramado. (n=3).

Tratamento	Cálcio foliar												Média
	Jul 1	Ago 2	Set 3	Out 4	Nov 5	Dez 6	Jan 7	Fev 8	Mar 9	Abr 10	Mai 11	Jun 12	
	g kg <sup>-1</sup>												
<b>T1</b>	3	2	1	3	4	4	4	4	11	4	4	3	4
<b>T2</b>	4	2	1	4	4	4	4	4	9	4	4	5	4
<b>T3</b>	3	2	1	2	4	4	3	4	11	4	4	4	4
<b>T4</b>	4	2	1	2	4	3	3	4	10	3	3	3	4
<b>Média</b>	3bc	2cd	1d	3bc	4b	4b	4bc	4b	10 <sup>a</sup>	4b	4b	4b	
-----p-----													
Meses (M)													0,0001
Tratamentos (T)													0,332
M x T													0,998
C.V (%)													3,36

T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).  
Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.

A concentração de magnésio (Mg) no tecido foliar das aparas coletadas também não variou estatisticamente para os tratamentos, sendo o valor médio observado em todos os tratamentos de 1,2 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 11).

Tabela 11. Médias e resumo da análise de variância do magnésio foliar presente nas aparas da grama ao longo de 12 meses após a implantação do gramado. (n=3).

Tratamento	Magnésio foliar												Média
	Jul 1	Ago 2	Set 3	Out 4	Nov 5	Dez 6	Jan 7	Fev 8	Mar 9	Abr 10	Mai 11	Jun 12	
	g kg <sup>-1</sup>												
<b>T1</b>	1,0	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1	1,0	1,0	3,7	1,0	0,8	0,8	1,2
<b>T2</b>	0,9	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,0	1,0	2,8	1,1	0,9	1,0	1,2
<b>T3</b>	0,9	1,1	1,1	0,9	1,2	1,1	1,0	0,9	3,7	1,0	0,8	0,8	1,2
<b>T4</b>	0,9	1,3	1,0	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0	3,2	1,0	0,8	0,9	1,2
<b>Média</b>	0,9b	1,2b	1,1b	1,0b	1,1b	1,2b	1,0b	1,0b	3,3 <sup>a</sup>	1,1b	0,8b	0,9b	
-----p-----													
Meses (M)													0,0001
Tratamentos (T)													0,984
M x T													0,995
C.V (%)													3,08

T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).  
Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.



Segundo Jones e Watson (1991), o valor adequado encontra-se entre 1,3 a 5,0 g kg<sup>-1</sup>. Isto denota que a exemplo do Ca, o Mg também ficou abaixo da faixa adequada, possivelmente pelo mesmo motivo apontado para o Ca. Também para este nutriente ocorreu aumento do teor na coleta realizada no mês 9, o que neste caso não se tem uma explicação para o ocorrido, visto que não foi feita nenhuma complementação de fertilizante contendo tanto Mg como Ca. Além disso, se tivesse sido adicionada uma fonte contendo este nutriente, o efeito de aumento de concentração deveria manter mais elevado os teores nos meses subsequentes.

Os resultados da Tabela 12 indicam haver diferença entre os tratamentos com relação ao teor de enxofre (S), sendo encontrada nas aparas maior concentração no tratamento onde a turfa foi misturada à areia. Neste tratamento houve o aumento da concentração S de 0,3 g kg<sup>-1</sup> em relação aos demais. A turfa em si é uma fonte orgânica estável em condições anaeróbicas onde é coletada, porém à medida que é adicionada em meio aeróbio sofre decomposição e, portanto torna-se fornecedora importante de nutrientes, como já visto de N, P, K e como pode ser visto na Tabela 12, também de S. Como a base onde se encontra estabelecida a grama é areia, com baixa retenção de nutrientes, principalmente aniônicos, como é caso do S, o fornecimento deste nutriente através da decomposição da turfa, ao longo do ano, foi certamente o que gerou a diferença, favorecendo a concentração de S no tratamento onde este material foi adicionado.

Tabela 12. Médias e resumo da análise de variância do enxofre foliar presente nas aparas da grama ao longo de 12 meses após a implantação do gramado. (n=3).

Tratamento	Enxofre foliar												Média
	Jul 1	Ago 2	Set 3	Out 4	Nov 5	Dez 6	Jan 7	Fev 8	Mar 9	Abr 10	Mai 11	Jun 12	
	g kg <sup>-1</sup>												
<b>T1</b>	2,4	2,7	2,2	2,2	2,2	2,3	2,4	2,1	2,4	2,2	2,1	1,9	2,3B
<b>T2</b>	2,6	3,0	2,6	2,4	2,6	2,6	2,6	2,4	2,7	2,4	2,5	2,4	2,6A
<b>T3</b>	2,5	2,9	2,2	1,9	2,1	2,4	2,2	2,2	2,8	2,1	2,1	1,9	2,3B
<b>T4</b>	2,6	2,7	2,3	2,1	2,2	2,5	2,3	2,2	2,4	1,9	2,0	2,0	2,3B
<b>Média</b>	2,5ab	2,8a	2,3bcd	2,1cd	2,3bcd	2,4bc	2,4bc	2,2cd	2,6ab	2,2cd	2,2cd	2,1d	
-----p-----													
Meses (M)													0,0001
Tratamentos (T)													0,0001
M x T													0,911
C.V (%)													10,00

T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%). Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.

#### 4.6 Análise química da base

As Tabelas 13 a 23 apresentam os resultados de análise química da base (meio onde as plantas se desenvolveram) retirada mensalmente, durante um ano de avaliação do experimento.

Nota-se que houve variação do pH tanto em relação aos tratamentos como também nos meses de amostragem (Tabela 13) O maior valor de pH foi obtido no tratamento onde somente a areia foi aplicada. Era de se esperar que a adição de solos (arenoso e argiloso) à areia, promovesse resultados mais elevados de pH, visto que teriam um poder tampão superior a areia pura, além de manter de forma trocável maior quantidade de cátions básicos.

No tratamento onde a turfa foi aplicada (T2), o pH observado foi o mais baixo, isso em função da característica do material. Segundo Lamin et al. (2001), o pH que caracteriza as turfas varia entre 3,6 - 4,2 (muito ácido), 4,2 - 5,0 (ácida), 5,0 - 7,0 (baixa acidez), e acima de 7,9 (alcalina). As turfas têm normalmente pH baixo, graças ao suco celular das plantas que as originam, cuja reação é ácida. No caso da turfa utilizada neste experimento, o pH médio era de  $4,5 \pm 0,1$

Tabela 13. Médias e resumo da análise de variância do pH da base constituintes dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses. (n=3).

Tratamento	pH da base												Média
	Jul 1	Ago 2	Set 3	Out 4	Nov 5	Dez 6	Jan 7	Fev 8	Mar 9	Abr 10	Mai 11	Jun 12	
T1	4,8	5,2	4,9	5,2	4,9	4,5	5,0	5,1	4,9	4,7	4,8	4,6	4,9A
T2	4,3	4,5	4,3	4,3	4,0	3,7	4,2	4,1	4,3	3,9	4,0	3,8	4,1D
T3	4,5	5,0	4,7	4,9	4,5	4,3	4,6	4,5	4,6	4,5	4,8	4,4	4,6B
T4	4,3	4,8	4,3	4,6	4,4	4,2	4,6	4,5	4,5	4,3	4,7	4,3	4,5C
Média	4,5cd	4,9a	4,5bcd	4,8ab	4,5cd	4,2e	4,6abc	4,6bc	4,6bc	4,4cde	4,6bc	4,3de	
-----p-----													
Meses (M)													0,0001
Tratamentos (T)													0,0001
M x T													0,811
C.V (%)													22,77

T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).  
Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.

O teor de matéria orgânica (M.O.) foi diferente significativamente em relação apenas ao tratamento onde a turfa foi aplicada (Tabela 14). Os valores de M.O. ao longo dos meses variou, porém não mostrou tendência de diminuição como era esperada para o tratamento com turfa, onde, com a decomposição da mesma, os valores poderiam diminuir.

Deve-se lembrar, no entanto, que apesar do cuidado da mistura do material (areia + turfa), por se tratar de um grande volume (cerca de 5 m<sup>3</sup>) pode ter ocorrido variações na proporção turfa/areia, proporcionando as variações observadas na concentração de matéria orgânica entre épocas.

Vários trabalhos indicam que a matéria orgânica da turfa, diferente de restos vegetais e outras fontes utilizadas na agricultura, tem sua decomposição lenta devido a composição química desse material.

Fuchsman (1974) afirma que a turfa é um material quimicamente complexo, constituído por 4 grupos principais: betumes (ácidos graxos, ceras e esteroides), substâncias húmicas (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas), carboidratos (principalmente celulose e proteínas) e ligninas (substâncias polifenólicas, a exemplo dos ácidos húmicos). Normalmente lignina e celulose são os constituintes maiores.

Acontece que, com o tempo, há formação do chamado “thatch”, ou seja, uma camada de matéria orgânica proveniente de folhas, raízes e rizomas mortos, que se depositam naturalmente sobre o solo (Tabela 14).

Tabela 14. Médias e resumo da análise de variância da matéria orgânica da base constituintes dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses. (n=3).

Tratamento	Matéria orgânica da base												Média
	Jul 1	Ago 2	Set 3	Out 4	Nov 5	Dez 6	Jan 7	Fev 8	Mar 9	Abr 10	Mai 11	Jun 12	
	g dm <sup>-3</sup>												
<b>T1</b>	4	4	5	7	4	5	6	7	8	6	6	7	6B
<b>T2</b>	31	43	30	35	40	34	33	35	37	35	31	39	35A
<b>T3</b>	4	5	5	8	6	6	7	7	8	8	6	7	6B
<b>T4</b>	6	6	8	8	6	8	8	8	8	8	8	7	7B
<b>Média</b>	11	15	12	15	14	13	14	14	15	14	13	15	
-----p-----													
Meses (M)													0,025
Tratamentos (T)													0,0001
M x T													0,038
C.V (%)													4,90

T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%). Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Os resultados sobre teor de P na base apresentados na Tabela 15, demonstram haver diferença entre os tratamentos e também entre as épocas amostradas. No tratamento onde a areia foi misturada à turfa (T2), os valores observados para este nutriente foram maiores, diferindo estatisticamente em relação a outras bases. A turfa adicionada já continha naturalmente P (0,17% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e, portanto, isso explica o maior teor deste nutriente.

Deve-se salientar que as complementações realizadas com P proveniente do fertilizante Forth Jardim<sup>®</sup> e do 20-5-20, além do P aplicado no plantio com superfosfato simples mantiveram os teores de P no solo sem grandes variações ao longo do ano.

Conforme foi comentado, há formação de material orgânico na base, onde a grama bermuda se desenvolveu, proveniente de raízes, rizomas e folhas mortas. Esta formação de massa orgânica é visível e tem um papel importante na ciclagem de alguns nutrientes contidos neste material. Portanto, sugere-se que valores mais elevados de P observado no mês 6, seguiu provenientes dessa massa que, ao se decompor, liberou os nutrientes nela contidos. Quando se considera que a concentração de P no tecido foliar foi em média de 3 g kg<sup>-1</sup>, cada 1 kg de material estaria adicionando ao solo 3000 mg de P.

Tabela 15. Médias e resumo da análise de variância do fósforo da base constituintes dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses. (n=3).

Tratamento	Fósforo da base												Média
	Jul 1	Ago 2	Set 3	Out 4	Nov 5	Dez 6	Jan 7	Fev 8	Mar 9	Abr 10	Mai 11	Jun 12	
	mg dm <sup>-3</sup>												
<b>T1</b>	36	43	26	39	55	80	40	49	51	50	43	57	48C
<b>T2</b>	78	86	64	72	80	80	67	76	68	72	88	81	76A
<b>T3</b>	40	57	31	48	59	91	62	52	50	53	46	45	53BC
<b>T4</b>	47	45	40	49	53	94	66	74	75	54	55	53	59B
<b>Média</b>	50bc	58bc	40c	52bc	62b	98a	59bc	63b	61bc	57bc	58bc	59bc	
	-----p-----												
Meses (M)													0,0001
Tratamentos (T)													0,0001
M x T													0,768
C.V (%)													3,96

T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%). Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Para o teor de alumínio (Al) foi observada interação significativa entre os tratamentos e os meses amostrados (tabela 16). Valores baixos de Al foram encontrados no tratamento onde somente a areia foi utilizada e um pequeno aumento foi observado nos tratamentos 3 e 4, quando a essa areia se adicionou solo arenoso e argiloso, que contem na sua textura argila, e conseqüentemente o cátion Al<sup>+3</sup>. Porém quando se avalia os teores de Al presentes no tratamento areia + turfa (T2), os valores são distintos, indicando a partir do mês 5 níveis tóxicos para este elemento no solo. Segundo Silva et al. (2012), em valores de pH menores que 4,7, comuns em ambientes de turfeiras, a forma Al<sup>+3</sup> é a predominante.

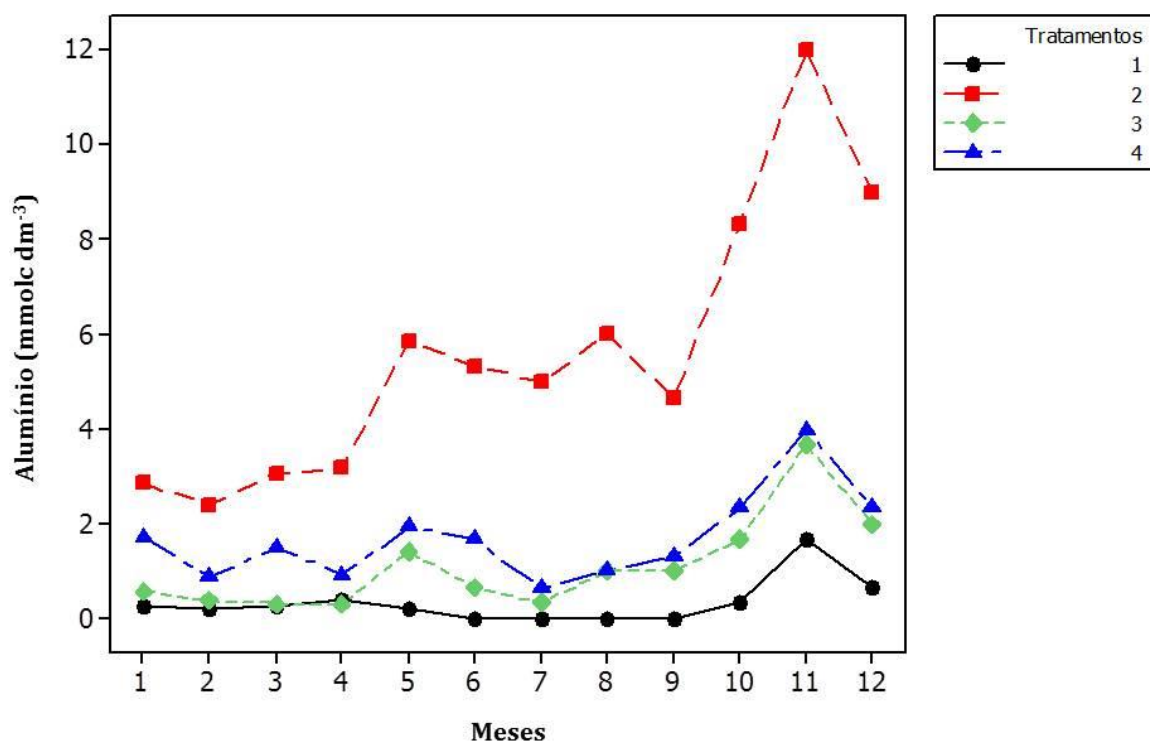
Tabela 16. Resumo da análise de saturação do alumínio da base constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses. (n=3).

Tratamento	Alumínio da base											
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	$\text{mmolc dm}^{-3}$											
T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
T2	3	2	3	3	6	5	5	6	5	8	12	9
T3	1	0	0	0	2	1	0	1	1	2	4	2
T4	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	4	2

Meses (M)	p	0,0001
Tratamentos (T)		0,0001
M x T		0,0001
C.V (%)		2,32

T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).  
Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.



T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).

Figura 28. Interação entre tratamentos e meses para a saturação do alumínio presente nas bases constituintes dos tratamentos estudados para implantação do gramado.

Vários métodos de determinação do Al trocável são utilizados principalmente para solos minerais. Entre eles, os métodos colorimétricos têm sido utilizados há anos em análises de rotina, pois têm baixo custo, fácil utilização e boa sensibilidade

(GALLEGO et al., 2013). Entretanto, sua confiabilidade fica comprometida em solos com elevado conteúdo de M.O., pois os teores de Al podem ser superestimados pelos elevados teores de  $H^+$  gerados na ionização de ácidos orgânicos (COELHO et al., 2010). Assim, a quantificação dos teores de Al trocável por meio de titulação pode resultar em erros na interpretação de processos e da dinâmica desse elemento no solo. Portanto, os elevados valores observados no tratamento areia + turfa devem ser avaliados com ressalva, visto que vegetativamente a grama desenvolvida neste tratamento não demonstrou restrição ao crescimento (Figura 29).

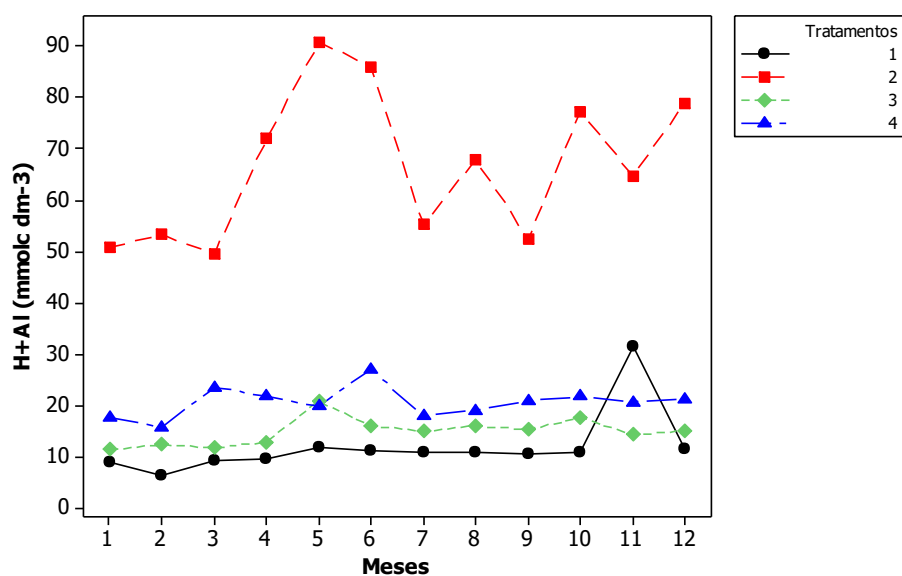
Tabela 17. Resumo da análise de variância do hidrogênio + alumínio das bases constituintes dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses. (n=3).

Tratamento	Hidrogênio + alumínio das bases											
	Jul 1	Ago 2	Set 3	Out 4	Nov 5	Dez 6	Jan 7	Feb 8	Mar 9	Abr 10	Mai 11	Jun 12
	$mmol_c\ dm^{-3}$											
T1	9	6	9	9	12	11	11	11	11	11	31	12
T2	51	53	50	72	91	86	55	68	52	77	65	79
T3	12	12	12	13	21	16	15	16	15	18	14	15
T4	18	16	24	22	20	27	18	19	21	22	21	21

	p
Meses (M)	0,0001
Tratamentos (T)	0,0001
M x T	0,001
C.V (%)	3,46

T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).  
Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.



T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).

Figura 29. Interação entre tratamentos e meses para o hidrogênio + alumínio presente na base constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado.

Os teores de  $H^+ Al$ , de modo muito semelhante ao Al, apresentou interação entre os tratamentos e os meses de amostragem (Tabela 17). O comportamento para os tratamentos 1, 3, e 4 mantiveram-se próximos durante o ano avaliado.

Valores mais baixos de H+Al foram observados no tratamento com areia apenas. Como esta base tem baixo poder tampão, a adição, principalmente do adubo Forth Jardim<sup>®</sup>, cuja fonte nitrogenada, em maior proporção é a nítrica, possibilitou o fornecimento de bases a nível de rizosfera, influenciando favoravelmente o pH e inversamente, diminuindo a acidez potencial dada pelo H+Al (Figura 30).

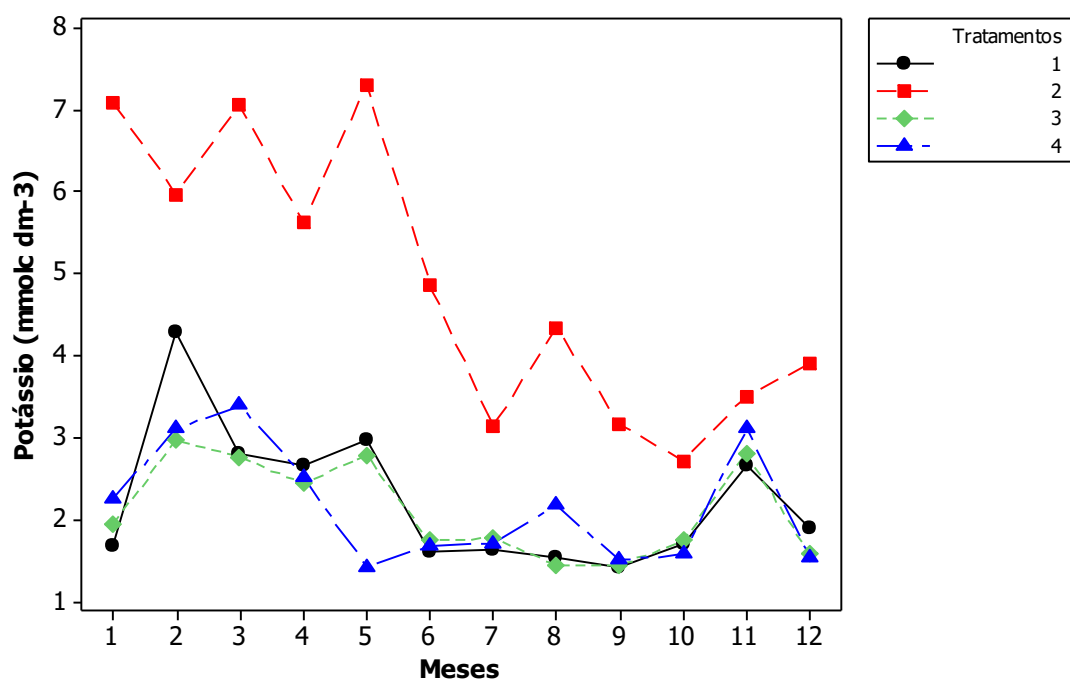
A concentração do potássio no solo foi alterada pela interação entre tratamentos e as épocas de avaliação (Tabela 18). Como era de se esperar, onde a turfa foi aplicada juntamente com a areia os teores sempre foram mais elevados em relação aos demais tratamentos. A turfa, por ser uma substância fóssil, organomineral, originada da decomposição de restos vegetais, apresenta no seu conteúdo o K (0,36%  $K_2O$ ). Este nutriente está presente na forma livre, como cátion  $K^+$ . Esta característica da turfa faz com que haja liberação desse nutriente com o tempo, o que explica o que aconteceu com o K durante o experimento. Nota-se também que foram nos meses chuvosos que a diminuição do K na base foi mais acentuada.

Também para a manutenção do K na base foram aplicadas doses de Forth Jardim<sup>®</sup> e 20-5-20 e de modo geral pode-se considerar que estas adubações mantiveram o teor no solo dentro de uma faixa, sem aumento ou diminuição importante na sua concentração (figura 31).

Tabela 18. Resumo da análise de variância do potássio da base constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses. (n=3).

Tratamento	Potássio da base											
	Jul 1	Ago 2	Set 3	Out 4	Nov 5	Dez 6	Jan 7	Fev 8	Mar 9	Abr 10	Mai 11	Jun 12
	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>											
<b>T1</b>	1,6	4,3	2,8	2,6	3,0	1,6	1,6	1,5	1,4	1,7	2,7	1,9
<b>T2</b>	7,1	6,0	7,1	5,6	7,3	4,9	3,1	4,3	3,2	2,7	3,5	3,9
<b>T3</b>	1,9	2,9	2,8	2,4	2,8	1,7	1,8	1,4	1,4	1,7	2,8	1,6
<b>T4</b>	2,2	3,1	3,4	2,5	1,4	1,7	1,7	2,2	1,5	1,6	3,1	1,5
	-----p-----											
Meses (M)	0,0001											
Tratamentos (T)	0,0001											
M x T	0,0001											
C.V (%)	3,77											

T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).  
Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.



T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).

Figura 30. Gráfico da interação entre tratamentos e meses para o potássio presente na base constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado.

Nas Tabelas 19 e 20 são apresentados os teores de Ca e Mg no solo. Ambos nutrientes foram fornecidos à base através da calagem e Forth Jardim<sup>®</sup> (1% Ca e 1% Mg). No entanto, o Ca também foi fornecido através do superfosfato simples e possivelmente da fonte fosfatada contida no 20-5-20. Com isso, e pelas aplicações contínuas (a cada 15 dias) dessas fontes, houve o incremento gradual de Ca para os tratamentos 1, 3 e 4 ao longo dos meses de avaliação, considerando que a demanda de Ca em gramíneas é baixa (de 5 a 10 g de Ca.kg<sup>-1</sup> de matéria seca). Deve-se considerar também que além da baixa demanda, há a ciclagem de parte desses nutrientes pela decomposição da massa orgânica formada por folhas, raízes, rizomas e estolões.

Em relação ao teor de Mg, observando principalmente a Tabela 20, nota-se que os valores para os tratamentos 1, 3 e 4 mantiveram-se muito semelhantes ao longo do ciclo, o que significa que a fonte de Mg aplicada via Forth Jardim<sup>®</sup> conseguiu manter os teores dentro de uma faixa constante, mesmo considerando que a base utilizada nestes 3 tratamentos tinha alta porcentagem de areia e com isso baixa CTC para reter tanto o Mg como o Ca.



Tabela 19. Resumo da análise de variância do cálcio da base constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses. (n=3).

Tratamento	Cálcio da base													
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>													
<b>T1</b>	2	6	5	7	6	9	12	18	16	16	9	16		
<b>T2</b>	12	25	14	21	14	19	11	15	13	17	9	23		
<b>T3</b>	2	5	5	5	7	8	15	16	16	15	8	15		
<b>T4</b>	3	5	4	4	5	7	15	17	16	15	10	15		
						-----p-----								
Meses (M)													0,0001	
Tratamentos (T)													0,0001	
M x T													0,0001	
C.V (%)													4,48	

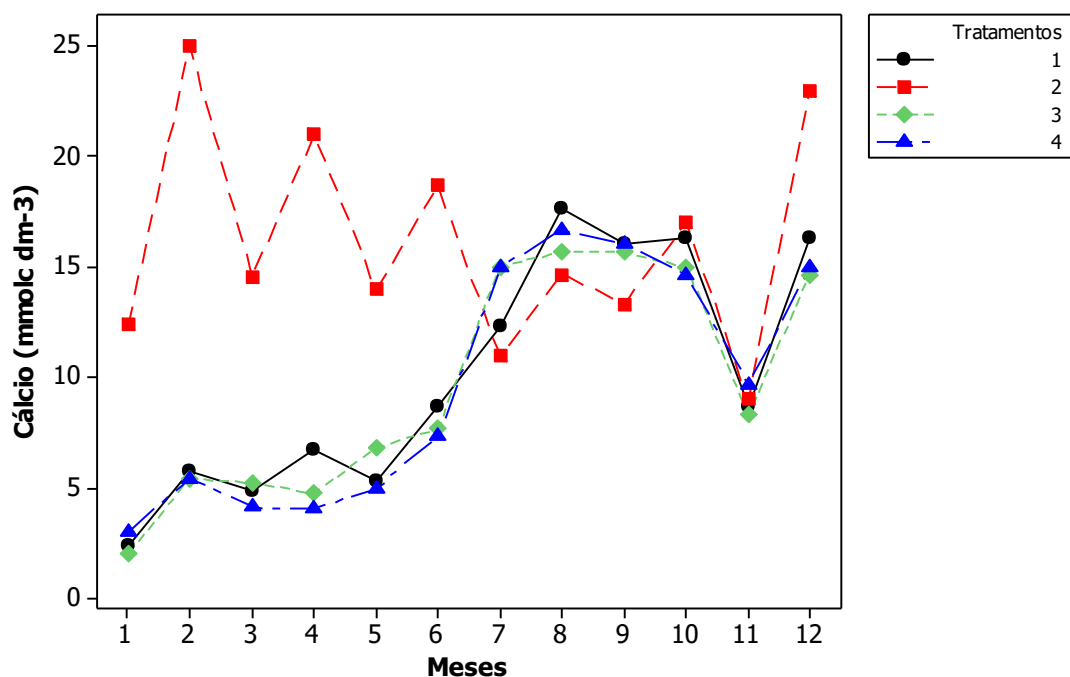
T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).  
Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Tabela 20. Médias e resumo da análise de variância do magnésio da base constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses. (n=3).

Tratamento	Magnésio da base												Média	
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>													
<b>T1</b>	1	4	2	3	2	3	5	3	2	3	4	3	3B	
<b>T2</b>	3	8	5	7	4	5	5	6	6	5	5	5	5A	
<b>T3</b>	1	3	2	3	2	3	4	3	4	5	4	4	3B	
<b>T4</b>	2	5	2	3	2	3	3	4	3	3	5	4	3B	
Média	2c	5a	3bc	4ab	3bc	4ab	4a	4ab	4ab	4ab	5 <sup>a</sup>	4ab		
						-----p-----								
Meses (M)													0,0001	
Tratamentos (T)													0,0001	
M x T													0,069	
C.V (%)													3,72	

T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).  
Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.

A turfa misturada à areia promoveu o aumento, tanto nos teores de Ca como o de Mg na base, promovendo teores mais elevados desses nutrientes em relação aos demais tratamentos. Além da turfa poder conter estes nutrientes e liberá-los para o solo, a medida que este material se decompõe, outro efeito pode favorecer a maior concentração desses nutrientes, que é o aumento da CTC que a turfa promoveu no solo. Esta elevação da CTC proporcionou o aumento de cargas negativas e conseqüentemente maior retenção na base de Ca e Mg trocáveis (Figura 30).



T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).

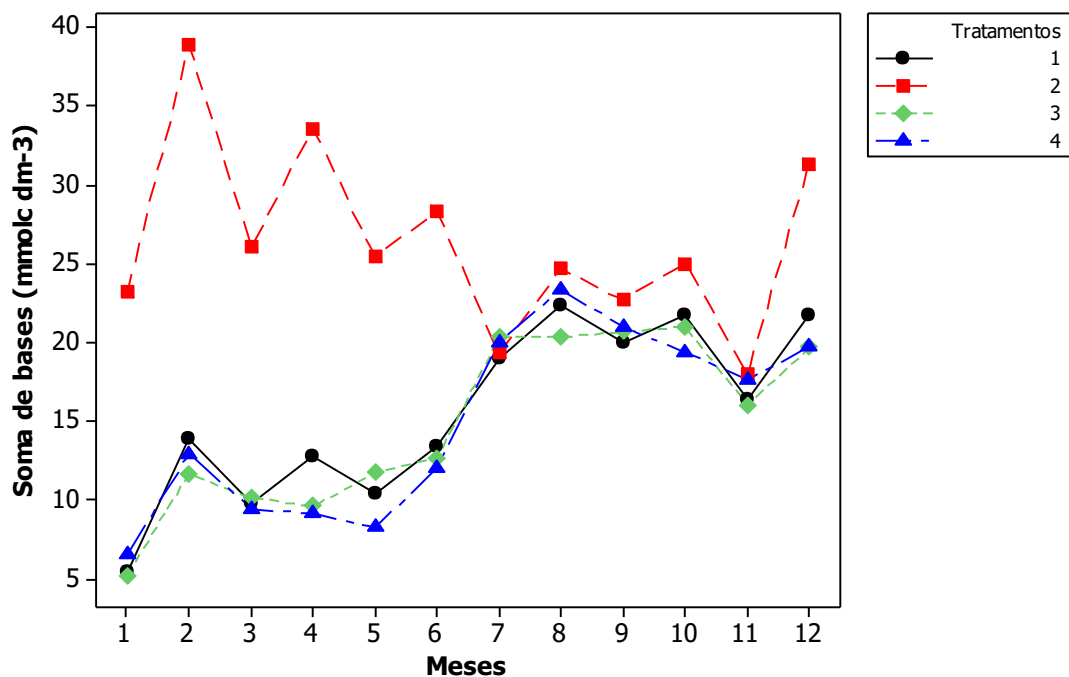
Figura 31. Interação entre tratamentos e meses para o cálcio presente na base constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado.

A soma de bases descreve um comportamento tanto em relação aos tratamentos (Tabela 21), como também em relação às épocas de amostragem, semelhante aos teores de Ca. Isto ocorre devido a grande contribuição desse nutriente na soma de bases (chegou a representar 74% das bases no mês 12).

Tabela 21. Resumo da análise de variância da soma de bases constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses. (n=3).

Tratamento	Soma de bases											
	Jul 1	Ago 2	Set 3	Out 4	Nov 5	Dez 6	Jan 7	Fev 8	Mar 9	Abr 10	Mai 11	Jun 12
	mmolc dm <sup>-3</sup>											
T1	5	14	10	13	10	13	19	22	20	22	16	22
T2	23	39	26	33	25	28	19	25	23	25	18	31
T3	5	12	10	10	12	13	20	20	21	21	16	20
T4	6	13	9	9	8	12	20	23	21	19	18	20
						-----p-----						
Meses (M)							0,0001					
Tratamentos (T)							0,0001					
M x T							0,0001					
C.V (%)							5,39					

T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).  
Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.



T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).

Figura 32. Gráfico da interação entre tratamentos e meses para a soma de bases constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado.

Os valores de CTC também foram significativos para a interação tratamentos e épocas de avaliação, avariadas mensalmente. A CTC apresentou valores coerentes dentro do que se esperava para as misturas realizadas ou não com a areia. Valores mais baixos de CTC foram observados no tratamento 1, onde apenas a areia foi aplicada, seguida do tratamento com areia + 10% de solo argiloso (T3), areia + 30% de solo arenoso (T4) e areia + 20% de turfa (T2).

Quanto à capacidade da turfa de aumentar a CTC do solo, esta característica já é bastante conhecida e citada na literatura por vários autores. Segundo Lamim et al. (2001), pode-se afirmar que, depois da capacidade de absorver água, as duas principais propriedades da turfa são a capacidade de troca catiônica (CTC) e o poder tampão. Esse mesmo autor afirma que colóides orgânicos possuem áreas de exposição específicas duas a dez vezes maiores do que os colóides de solos minerais.

Os resultados da Tabela 20 indicam o aumento da CTC ocasionado pela adição de 20% de turfa à areia em mais de 3 vezes (de 33 para 111 mmolc dm<sup>-3</sup>). Este efeito promovido pela turfa permite a base (areia + turfa) apresentar elevada capacidade de

reter cátions e, com isso, diminuir lixiviação de cátions básicos como o cálcio, magnésio, potássio e reter outros cátions como o amônio.

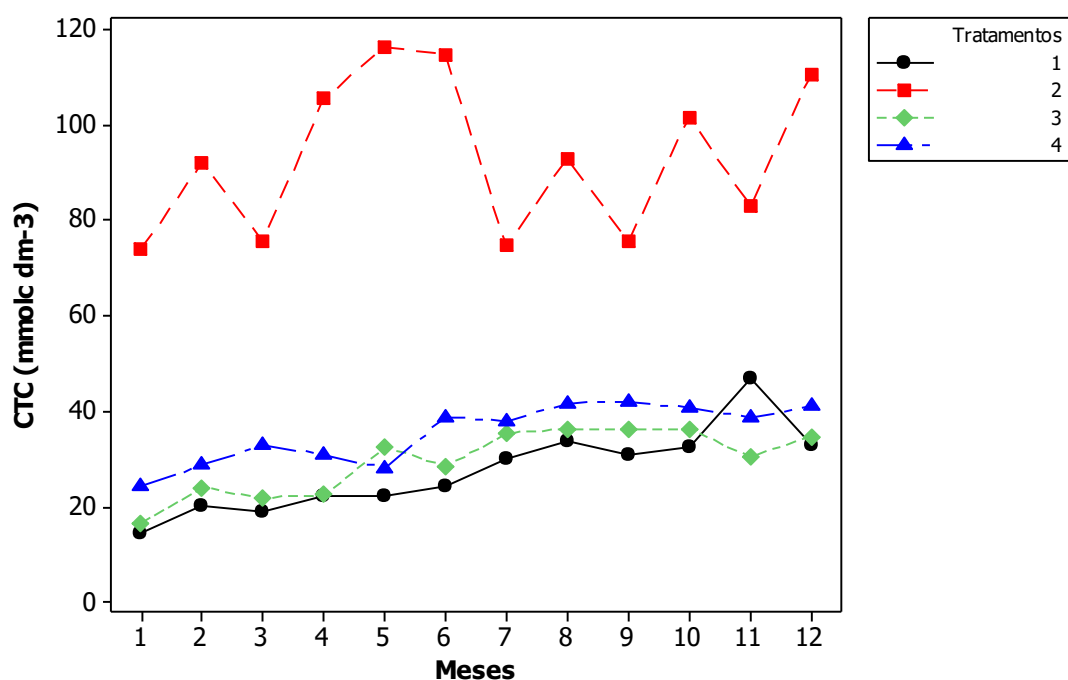
Tabela 22. Resumo da análise de variância da capacidade de troca catiônica das bases constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses. (n=3).

Tratamento	Capacidade de troca catiônica da base											
	Jul 1	Ago 2	Set 3	Out 4	Nov 5	Dez 6	Jan 7	Fev 8	Mar 9	Abr 10	Mai 11	Jun 12
	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>											
T1	14	20	19	22	22	24	30	34	31	33	47	33
T2	74	92	76	106	116	115	75	93	76	102	83	111
T3	17	24	22	22	32	28	35	36	36	36	30	35
T4	21	29	33	31	28	39	38	42	42	41	39	41

	p
Meses (M)	0,0001
Tratamentos (T)	0,0001
M x T	0,0001
C.V (%)	5,33

T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).  
Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.



T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).

Figura 33. Interação entre tratamentos e meses para a CTC presente nas bases constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado.

Apesar do cálculo da calagem ter por objetivo elevar a saturação por bases a 65%, nota-se pela Tabela 22 que houve variação dos resultados em função dos

tratamentos e também dos meses amostrados. Quanto aos tratamentos, o valor de saturação desejada foi atingido somente com o tratamento areia para os meses (2, 7, 8, 9, 10 e 12), sendo que nos demais os valores foram mais baixos. Esta questão deve estar relacionada aos fatos da mistura entre o calcário e a base não ter sido homogênea e, portanto, algumas amostragens refletiram este aspecto. Deve-se considerar também que parte do adubo nitrogenado fornecido pelo Forth Jardim<sup>®</sup> é de origem nítrica e, portanto, a planta ao absorver o nitrato gera hidroxila. De certa forma, por essa base apresentar baixo tampão, o pouco fornecimento de hidroxila mantém uma saturação e um pH mais elevados.

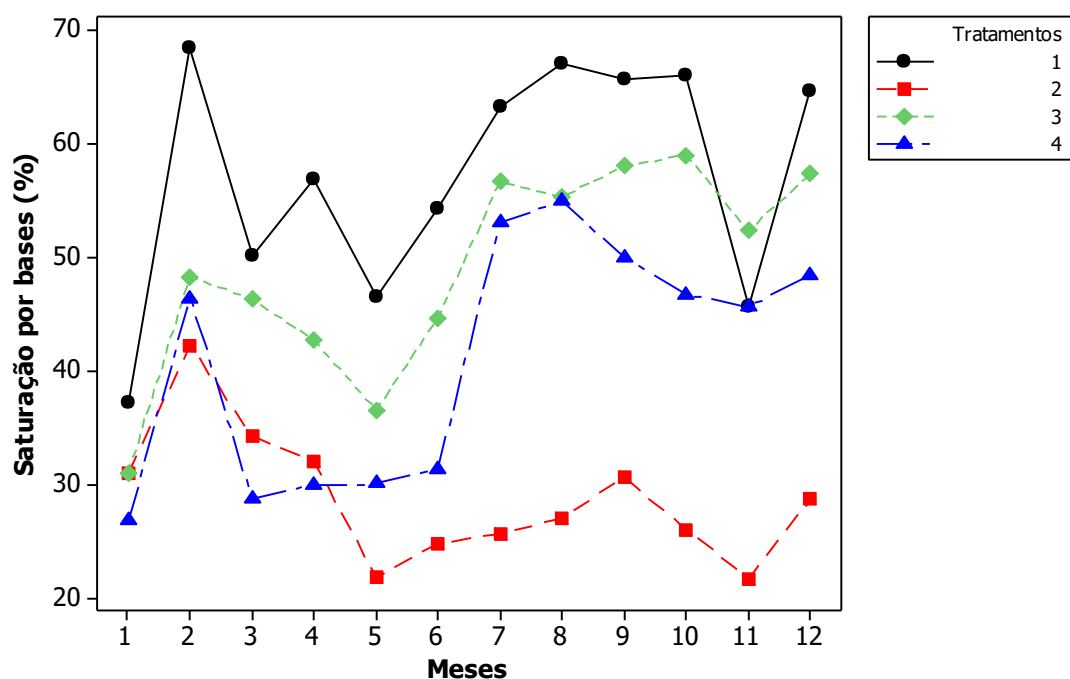
Com a introdução do solo argiloso (10%) e arenoso (30%) houve uma aumento da CTC e, conseqüentemente tanto a calagem como a adição do Forth Jardim<sup>®</sup> não conseguiram manter a saturação dentro da faixa desejada.

Na adição da turfa na areia (T2), apesar de ter sido aplicado um valor de dose de calcário 3 vezes superior em relação ao tratamento somente com areia (T1), a saturação por bases ficou bem abaixo do valor previsto. Este efeito já é conhecido, uma vez que solos com matéria orgânica apresentam cargas variáveis ou dependentes de pH, ocorrendo dissociação e protonação dos grupos funcionais presentes na superfície como o carboxil (-COOH), fenólicos (-OH) e aminas (-NH<sub>2</sub>) provenientes da matéria orgânica e o hidroxil. A alternativa para se atingir a saturação desejada neste caso seria fazer uma curva de neutralização da mistura areia + turfa o que não realizado.

Tabela 23. Resumo da análise de variância da saturação por bases constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses. (n=3).

Tratamento	Saturação por bases											
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	%											
<b>T1</b>	37	68	50	57	47	54	63	67	66	66	46	65
<b>T2</b>	31	42	34	32	22	25	26	27	31	26	22	29
<b>T3</b>	31	48	46	43	37	45	57	55	58	59	52	57
<b>T4</b>	27	47	29	30	30	31	53	55	50	47	46	48
	-----p-----											
Meses (M)	0,0001											
Tratamentos (T)	0,0001											
M x T	0,0001											
C.V (%)	6,95											

T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).  
Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.



T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).

Figura 34. Interação entre tratamentos e meses para a saturação por bases constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado.

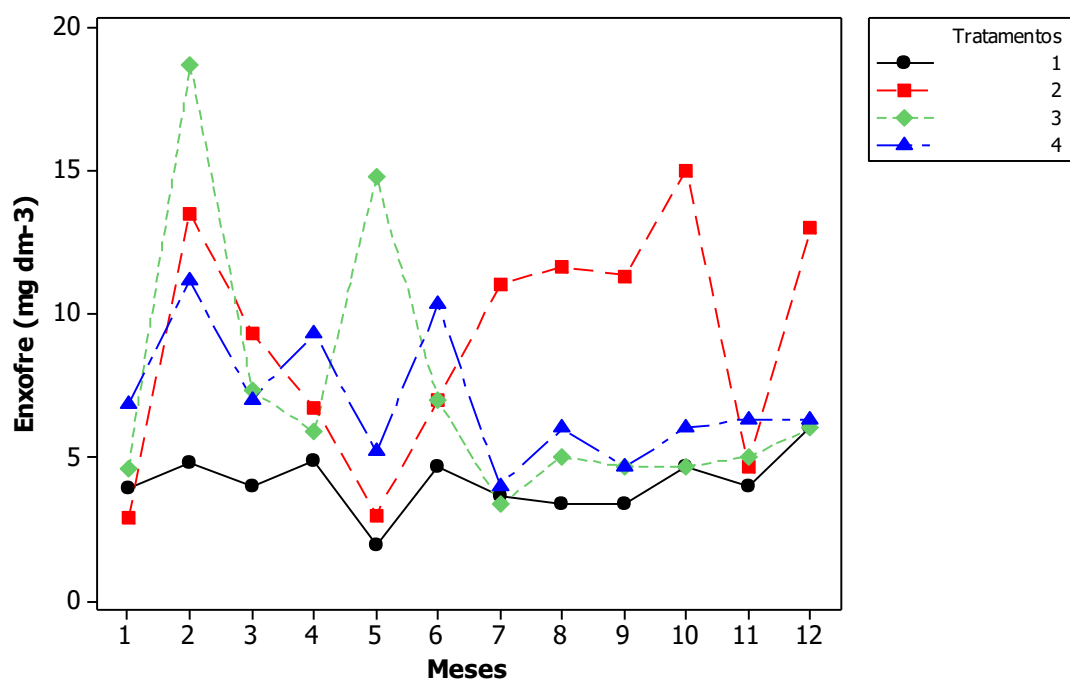
Na tabela 23, foi observada a interação entre os tratamentos e as épocas de avaliação para o teor de S. Pode-se considerar de forma geral que os teores se mantiveram semelhantes entre os tratamentos 1, 3 e 4, tendo algumas elevações e decréscimos na concentração do nutriente, sem porém ter uma explicação clara para o ocorrido, exceto aos 30 dias onde valores maiores são observados e que podem ser atribuídos a adição do superfosfato simples, que contém 12% de S.

Tabela 24. Resumo da análise de variância do enxofre das bases constituinte dos tratamentos estudados para implantação do gramado ao longo de 12 meses. (n=3).

Tratamento	Enxofre											
	Jul 1	Ago 2	Set 3	Out 4	Nov 5	Dez 6	Jan 7	Fev 8	Mar 9	Abr 10	Mai 11	Jun 12
	mg dm <sup>-3</sup>											
T1	4	5	4	5	2	5	4	3	3	5	4	6
T2	3	13	9	7	3	7	11	12	11	15	5	13
T3	5	19	7	6	15	7	3	5	5	5	5	6
T4	7	11	7	9	5	10	4	6	5	6	6	6
	-----p-----											
Meses (M)	0,001											
Tratamentos (T)	0,0001											
M x T	0,001											
C.V (%)	1,91											

T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%). Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Também para este nutriente a turfa gerou resultados superiores, elevando os teores de S, sendo que na maioria das épocas os valores estavam acima de 10 mg de  $S-SO_4^{-2} \cdot dm^{-3}$ , teor este considerado alto. Para os demais tratamentos foi observado teor médio para  $S-SO_4^{-2}$ .



T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).

Figura 35. Gráfico da interação entre tratamentos e meses para o enxofre presente nas bases constituente dos tratamentos estudados para implantação do gramado.

#### 4.7 Massa seca das aparas de grama bermuda

Os resultados da Tabela 24 indicam que houve diferença significativa entre os tratamentos e as épocas de amostragem. Em relação aos tratamentos a maior produção de massa seca ocorreu no tratamento onde a turfa foi aplicada (T2), diferindo significativamente em relação aos demais tratamentos. A resposta diferenciada em massa pode estar relacionada à maior capacidade de retenção de água desse tratamento em relação aos demais fatores (disponibilidade de nutrientes, pH, etc.). Quando correlacionado a média de umidade para tratamentos com a massa seca de aparas produzidas nas 12 avaliações obteve-se um  $r = 0,59$ , indicando que há outros fatores que podem estar afetando esta característica.

A massa seca de aparas coletadas em cada parcela, foi crescente até o mês 8 tendo apenas 2 meses que fogem desta tendência: mês 4 e 5. Isto ocorreu devido a problemas de manutenção da irrigação devido à falta de água nos reservatórios do “pomar” da faculdade, o que pode ser observado nas medidas de umidade realizadas nestes meses.

Tabela 25. Médias e resumo da análise de variância da massa seca das aparas da grama ao longo de 12 meses após a implantação do gramado. (n=3).

Tratamento	Massa seca das aparas da grama												Média
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	g												
<b>T1</b>	3,1	55,7	222,5	115,4	39,3	974,8	1035,5	1336,7	1332,2	1210,5	1077,8	1072,7	706,3B
<b>T2</b>	6,0	53,7	532,7	249,2	40,7	1172,6	1749,2	1927,9	1901,6	1887,4	1695,0	1957,6	1097,8A
<b>T3</b>	4,4	40,3	471,3	231,7	41,3	1027,2	1110,1	1440,8	1133,1	1544,3	1374,1	1250,6	805,8B
<b>T4</b>	2,6	42,3	390,7	178,1	40,7	1442,1	922,3	1072,0	1092,3	1237,7	1098,4	889,9	700,8B
<b>Média</b>	4,0c	48,0bc	404,3b	193,6bc	40,5bc	1154,2a	1204,2a	1444,4a	1364,8a	1470,0a	1311,3a	1292,7a	
-----p-----													
Meses (M)													0,0001
Tratamentos (T)													0,0001
M x T													0,073
C.V (%)													2,85

T1: Areia (100%); T2: Areia (20%) + Turfa (80%); T3: Areia (90%) + Solo argiloso (10%); T4: Areia (70%) + Solo arenoso (30%).  
Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.



## **5. CONCLUSÕES**

Com base nos resultados, conclui-se que o uso exclusivo de areia na composição da base não diferiu em relação as misturas de areia com turfa e solo para os parâmetros: resistência mecânica da base à penetração, tração superficial dos gramados, pH, matéria orgânica, fósforo e magnésio

A mistura da areia com a turfa diminuiu a velocidade de infiltração de água na base e aumentou a umidade da base.

## 6. REFERÊNCIAS

ANTONIOLLI, D. Produção, regularização e conquistas do mercado de gramas cultivadas no Brasil. In: MATEUS, C. M. D.; VILLAS BÔAS, R. L.; ANDRADE, T. F.; OLIVEIRA, M.R.; BACKES, C.; SANTOS, A. J.M.; GODOY, L.J. G. **Tópicos atuais em gramados IV**, Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 2015. p. 9-22.

AZEREDO NETO, P. A. Implantação e manejo de gramados esportivos. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1., 2003, Botucatu. Produção, implantação e manutenção. **Anais...** Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2003. CD-ROM.

BAKER, K.D.; PAULSEN, M.R.; ZWEDEN, J. van; Hybrid and drying rate effects on seed corn viability. **American Society of Agricultural Engineers**, v.34, n.2, p.499-506, 1991.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Natureza e propriedade dos solos**. 7 ed. Rio de Janeiro, 1989.

BORGES, F. A.; NISHIYAMA, L. Avaliação temporal da capacidade de infiltração da água no solo por meio ensaios in situ na bacia do alto curso do rio Uberabinha - MG. **Horizonte Científico**, v. 1, n. 1, p.6-20, 2008.

BURITI, M. S. L. Variáveis que influenciam o comportamento agressivo do adolescente nos esportes. In BURITI, M. A. **Psicologia do esporte**. Campinas: Editora Alinea, 2.ed 2012. 212 p.

CÂMARA, F.; AMARAL, A. Utilização da grama “ryegrass” na Arena Corinthians. In: MATEUS, C. M. D.; VILLAS BÔAS, R. L.; ANDRADE, T. F.; OLIVEIRA, M.R.; BACKES, C.; SANTOS, A. J.M.; GODOY, L.J. G. **Tópicos atuais em gramados IV**, Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 2015. p. 35-62.

CAMPANELLI, M. V. J. Principais máquinas e implementos usados na manutenção de gramados. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1., 2003, Botucatu. Produção, implantação e manutenção. **Anais...** Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2003. CD-ROM.

CAMPBELL, C.R.; PLANK, C.O. Sample preparation. In: PLANK, C.O. **Plant analysis reference procedures for the southern region of the United States**. Southern Cooperative Series Bulletin 368, 1992, p.1-11. Disponível em: <<http://www.cropsoil.uga.edu/~oplank/sera368.pdf>>. Acesso em: 04 set 2012.

CARRIBEIRO, L.S. **Potencial de água no solo e níveis de compactação para o cultivo de grama esmeralda**. 2010. 94f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 2010.

COELHO, M.R.; VIDAL TORRADO, P.; PEREZ, X.L.O.; MARTINS, V.M.; VÁSQUEZ, F.M. Fracionamento do alumínio por técnicas de dissoluções seletivas em espodossolos da Planície Costeira do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.1081-1092, 2010.

COMITÊ ORGANIZADOR BRASILEIRO COPA 2014. 2009. Disponível em: <<http://infograma.com.br/wp-content/uploads/2015/10/recomendacaotecnica.pdf>> Acesso em: 28 fev. 2016.

COSTA, F. P. M.; NISHIYAMA, L. Utilização do permeâmetro Guelph e penetrômetro de impacto em estudos de uso e ocupação dos solos e bacias hidrográficas. **Caminhos de Geografia**. v. 8, n. 24, p.131-143, 2007.

DEMÉTRIO, V. A.; CHADDAD, J.; LIMA, A. M. L. P.; CHADDAD JR, J. **Composição paisagística em parques e jardins**. Piracicaba: FEALQ, 2000. 103 p

DUBLE, R. L. **Water management on turfgrasses**. 2006. Disponível em: <<http://plantanswers.tamu.edu/turf/publications/water.html>> Acesso em: 28 fev. 2016.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 1999. 412 p.

FARIAS, W. C. OLIVEIRA, L. L. P.; OLIVEIRA, T. A.; DANTAS, L. L. G. R.; SILVA, T. A. G. Caracterização física de substratos alternativos para produção de mudas. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos, v. 8, p. 01- 06, 2012.

FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE FOOTBALL ASSOCIATION (FIFA). Football stadiums: technical recommendations and requirements – 4th edition. Disponível em: <[http://www.fifa.com/mm/document/tournament/competition/51/54/02/football\\_stadiums\\_technical\\_recommendations\\_and\\_requirements\\_en\\_8211.pdf](http://www.fifa.com/mm/document/tournament/competition/51/54/02/football_stadiums_technical_recommendations_and_requirements_en_8211.pdf)>. Acesso em: 03 nov. 2010.

FERRAZ, M. V.; CENTURION, J. F., BEUTLER, A. N. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. **Acta Scientiarum Biological Sciences**. v. 27, p. 209 - 214, 2005.

FUCHSMAN, R. S. **Potencial of peat for fuel**. University of Minnesota. 1974. 29 p.

GALLEGO, J.L.R.; ORTIZ, J.E.; SIERRA, C.; TORRES, T.; LLAMAS, J.F. Multivariate study of trace element distribution in the geological record of Roñanzas Peat Bog (Asturias, N. Spain). Paleoenvironmental evolution and human activities over the last 8000 cal yr BP. **Science of the Total Environment**, v.454, p.16 29, 2013.

GIACÓIA NETO, J. Sistemas de irrigação para gramados. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1., 2003, Botucatu. Produção, implantação e manutenção. **Anais...** Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2003. CD-ROM.

GODOY, L. J. G. **Adubação nitrogenada para produção de tapetes da grama Santo Agostinho e Esmeralda**. 2005. Tese (Doutorado em Agronomia / Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 2005.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. V. Nutrição e adubação para gramados. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1., 2003, Botucatu. Produção, implantação e manutenção.

**Anais...** Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2003. CD-ROM.

GAUSSOIN, R.; SHEARMAN, R. C.; WIT, L.; MCCLELLAN, T.; LEWIS, J. Physical and Chemical Soil Characteristics of Aging Golf Greens. **USGA Green Section Record**, 2006.

GURGEL, R. G. A. Principais espécies e variedades de grama. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1., 2003, Botucatu. Produção, implantação e manutenção. **Anais...** Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2003. CD-ROM.

HOLMES, G.; BELL, M. J. A pilot study of the playing quality of football pitches. The journal of the sports turf research institute. v. 62, p. 74-91, 1986.

KÄMPF, A.N. **Análise física de substratos para plantas**. In: Boletim Informativo. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n.1, p.5 - 7, 2001.

KUHN, M.; HAYDEN, R. Campos de futebol para a Copa do Mundo de 2014. In: BACKES, C.; GODOY, L.J. G.; MATEUS, C. M. D.; SANTOS, A. J.M.; VILLAS BÔAS, R. L.; OLIVEIRA, M.R. **Tópicos atuais em gramados III**, Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 2012. p. 91-99.

KUHN, M. Projeto gramados esportivos Copa do Mundo FIFA 2014. In: MATEUS, C. M. D.; VILLAS BÔAS, R. L.; ANDRADE, T. F.; OLIVEIRA, M.R.; BACKES, C.; SANTOS, A. J.M.; GODOY, L.J. G. **Tópicos atuais em gramados IV**, Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 2015. p. 23-34.

IMHOFF, S.; SILVA, A. P.; TORMENA, C. A. Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1493-1500, 2000.

JIMÉNEZ, R.J.M. **Céspedes ornamentales y desportivos**. Junta de Andalucia, 2008. 527 p.

JONES, W. F.; WATSON, V. H. Applied phosphorus and potassium effects on yield of dallisgrass- bermudagrass pastures. **Journal of plant nutrition**. v. 14, p. 585-597, 1991

LAMIM, A. P. B.; JORDÃO, C. P.; PEREIRA, J. L.; BELLATO, C. R. Caracterização química e física de turfa litorânea e avaliação da adsorção competitiva por cobre e zinco. **Química Nova**, v. 24 n.1, São Paulo, 2001.

MAGNI, S.; VOLTERRANI, M.; MIELE, S. Soccer pitches performances as affected by construction method, sand type and turfgrass mixture. **Acta Horticulturae Journal**. v. 661, p. 281-285, 2004.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 317 p.

MATEUS, C. M. D. **Exportação de nutrientes pela grama bermuda Tifdwarf utilizada em greens de campo de golfe.** 2011. Tese (Doutorado em Agronomia / Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu, 2011.

MCCARTY, L. B.; RODRIGUEZ, I. A.; TODD BUNNELL, B.; CLINT WALTZ, F. **Fundamentals of turfgrass and agricultural chemistry.** New York, 2003. 376 p.

MC NITT, A.S.; MIDDOUR, R.O.; WADDINGTON, D. V. Development and evaluation of a method to measure traction on turf grass surfaces. **Journal of Testing and Evaluation.** v. 25, n.1, p. 99–107, 1997.

MINITAB M. **Minitab Reference Manual** (release 13.0), Minitab Inc. State Coll. P.A., 2000, USA.

MORAES, M. H.; CORA, J. E.; ALMEIDA, A. B. Compactação em gramados: como avaliar e propostas para minimizar o problema. In: VILLAS BÔAS, R. L.; GODOY, L.J. G.; LIMA, C. P.; BACKES, C. **Tópicos atuais em gramados**, Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, 2008. p. 46-56.

PLANK, C. O.; CARROW, R. N. Plant analysis: an important tool in turf production. University of Georgia, College of Agriculture and Environmental Sciences, 2003. Disponível em: <<http://www.cropsoil.uga.edu/~oplank/plantanalysisiturf/index.html> > Acesso em: 27 set 2012.

PLANK, C.O. Plant Analysis Handbook for Georgia. Atenas: Cooperative Extension Service Pub., Univ. of Georgia, 1989, 63p. Disponível em: <<http://aesl.ces.uga.edu/docbase/publications/plant/plant.html>>. Acesso em: 04 set 2012.

PIMENTA, C. H. Produção de gramas. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1., 2003, Botucatu. Produção, implantação e manutenção. **Anais...** Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, 2003. CD-ROM.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análises químicas para avaliação da fertilidade de solos tropicais.** Campinas: Instituto Agrônomico, 2001. 285p.

SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, J.; GARCÍA-UNANUE, J.; JIMÉNEZ-REYES, P.; GALLARDO, A.; BURILLO, P.; FELIPE, J.L.; GALLARDO, L. Influence of the mechanical properties of third-generation artificial turf systems on soccer players' physiological and physical performance and their perceptions. **PLoS One.**, n. 9, v.10, 2014.

SANTOS, A. J. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; MORAES, M. H.; GAMERO, C. A.; OLIVEIRA, M. R. Equipamentos para descompactação superficial do solo: estudo de caso. In: GODOY, L.J. G.; MATEUS, C. M. D.; BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R. L. **Tópicos atuais em gramados II**, Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, 2010. p. 159 - 165.

SANTOS, F. R. P.; CASTILHO, R. M. M.; DUARTE, E. F. Caracterização físico-química de sete componentes de substratos recomendados para uso em floricultura. **Cultura Agrônômica**, v. 11, p. 81-92, 2002.

SILVA, C. B.; PIVETTA, K. F. L.; OLIVEIRA, C. A. V. M.; RODRIGUES, M. A.; VIEIRA, R. D. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de grama-bermuda. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 32, n. 2, p. 102-107, 2010

SILVA, V.E.; SILVA, A.C.; PEREIRA, R.C.; CAMARGOS, P.B. de; SILVA, B.P.C.; BARRAL, U.M.; MENDONÇA FILHO, C.V. Composição lignocelulósica e isotópica da vegetação e da matéria orgânica do solo de uma turfeira tropical. I – composição florística, fitomassa e acúmulo de carbono. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.121-133, 2012.

SOCCER GRASS. Testes em gramados sintéticos. Disponível em: <<http://www.soccergrass.com.br/testes.html>>. Acesso em: 10 dez. 2013.

TAPIA, D. Como avaliar a qualidade de um campo de golfe. In: GODOY, L.J. G.; MATEUS, C. M. D.; BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R. L. **Tópicos atuais em gramados II**, Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 2010. p. 176 - 185.

TAPIA, D. Implantação e manejo de gramados esportivos. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1., 2003, Botucatu. Produção, implantação e manutenção. **Anais...** Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2003. CD-ROM.

TEIXEIRA, W.G.; SCHROTH, G.; MARQUES, J.D.; HUWE, B. Sampling and TDR probe insertion in the determination of the volumetric soil water content. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v. 27, p. 575-582, 2003.

USGA – Recommendations for a Method of Putting Green Construction. Disponível em: <http://gsrpdf.lib.msu.edu/ticpdf.py?file=/1990s/1993/930301.pdf> . Acesso em: 12 nov. 2011.

USGA – United States Golf Association. Course construction. Disponível em: <[http://www.usga.org/course\\_care/articles/construction/Course-Construction/](http://www.usga.org/course_care/articles/construction/Course-Construction/)>. Acesso em: 12 fev.2012.

VILLAS BÔAS, R. L.; GODOY, L. J. G. A produção de grama no Brasil e as pesquisas sobre nutrição e adubação de gramados na Faculdade de Ciências Agrônômicas. **Jornal FCA**, Botucatu: FCA, 2006.

VILLWOCK, R.; TAVARES, M.H.F.; VILAS BOAS, M.A. Calibração de um equipamento TDR em condições de campo. **Irrigação**. v. 9, p. 82-88, 2004.

WATSON, M.E. Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. Athens: Micro-Macro, 1991. 213 p.

ZANON, M.E. O mercado de gramas no Brasil, cadeia produtiva, situação e perspectivas. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1., 2003, Botucatu. Produção, implantação e manutenção.

**Anais...** Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 2003. CD-ROM.