

PATRICK LUAN FERREIRA DOS SANTOS

**MANEJO DA IRRIGAÇÃO E DOSES DE NITROGÊNIO NO DESENVOLVIMENTO,
QUALIDADE ESTÉTICA E JOGABILIDADE EM GRAMADO DE 'TIFTON 419'**

Botucatu

2022

PATRICK LUAN FERREIRA DOS SANTOS

**MANEJO DA IRRIGAÇÃO E DOSES DE NITROGÊNIO NO DESENVOLVIMENTO,
QUALIDADE ESTÉTICA E JOGABILIDADE EM GRAMADO DE 'TIFTON 419'**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Horticultura)

Orientador(a): Roberto Lyra Villas Bôas
Coorientador(a): Leandro José Grava de Godoy

Botucatu

2022

S237m

Santos, Patrick Luan Ferreira dos

Manejo da irrigação e doses de nitrogênio no desenvolvimento, qualidade estética e jogabilidade em gramado de 'Tifton 419' / Patrick Luan Ferreira dos Santos. -- Botucatu, 2022

113 f. : tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu

Orientador: Roberto Lyra Villas Boas

Coorientador: Leandro José Grava de Godoy

1. Agronomia. 2. Horticultura. 3. Ciência do solo. 4. Adubação. 5. Irrigação. I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: MANEJO DA IRRIGAÇÃO E DOSES DE NITROGÊNIO NO DESENVOLVIMENTO, QUALIDADE ESTÉTICA E JOBABILIDADE EM GRAMADO DE 'TIFTON 419'

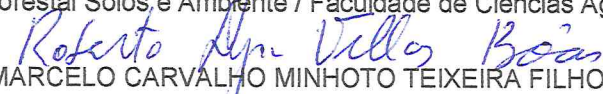
AUTOR: PATRICK LUAN FERREIRA DOS SANTOS

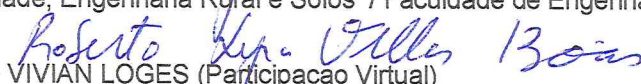
ORIENTADOR: ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS


COORDENADOR: LEANDRO JOSE GRAVA DE GODOY

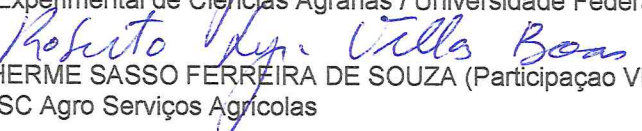
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA (HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS (Participação Virtual)
Ciência Florestal Solos e Ambiente / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu UNESP


Prof. Dr. MARCELO CARVALHO MINHOTO TEIXEIRA FILHO (Participação Virtual)
Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP


Prof.ª Dr.ª VIVIAN LOGES (Participação Virtual)
Agronomia / Universidade Federal Rural de Pernambuco


Prof. Dr. MAXIMILIANO KAWAHATA PAGLIARINI (Participação Virtual)
Fazenda Experimental de Ciências Agrárias / Universidade Federal da Grande Dourados


Dr. GUILHERME SASSO FERREIRA DE SOUZA (Participação Virtual)
Direção / SC Agro Serviços Agrícolas

Botucatu, 29 de julho de 2022

*À toda minha família,
Aos meus orientadores
Aos meus amigos,
dedico*

AGRADECIMENTOS

À Deus, dedico o meu agradecimento maior, porque têm sido tudo em minha vida.

À toda minha família, que sempre esteve ao meu lado nessa jornada, em especial a minha mãe Célia, que eu amo com todas as forças.

À UNESP (de Ilha Solteira e Botucatu), pela excelência em qualidade de ensino que me foi passada todos esses anos, e as grandes oportunidades oferecidas pela instituição para aumentar minha formação acadêmica.

Aos meus grandes amigos de infância Maria Luana, Aline, Philippe e Thays que desde crianças acompanharam os grandes acontecimentos da minha vida.

A turma 3oitão (XXXVIII) de Agronomia de Ilha Solteira, que sempre esteve unida e proporcionou excelentes momentos de risadas, em especial a Raquel, Nayara, Yane, Jéssica e Juliana me aguentaram nos momentos mais importunos.

Aos amigos que só Botucatu pode me proporcionar e fizeram parte dessa incrível jornada, em especial a Raquel, Matheus, João Victor, Alessandro, Marcela, Sara, Half, Amanda, Douglas, Sayuri, Adrielle, Eunice, Maria Clara, Jefferson, Caio, Estefânia, Isabelle, Emanuelle, Camila Nunnes, Leidiane, Thiago, Barbara, Rodrigo e Laís.

Aos profissionais da área de gramados que pude conhecer durante esse período e que sempre serão grandes referências para mim.

À Associação Nacional Grama Legal, em nome da Dr^a. Livia Sancinetti Carribeiro, por me ajudar sempre que precisei.

Aos grandes doutores e orientadores dessa jornada, com quem sempre pude contar: Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas, Prof. Dr. Leandro José Grava de Godoy, Prof^a Dr^a Regina Maria Monteiro de Castilho, Dr^a Caroline de Moura D'Andréa Mateus e Dr^a Raíssa Pereira Dinalli

À empresa Qually Grama, que acreditou no meu potencial e tem me proporcionado momentos incríveis de aprendizado e com um futuro excelente, principalmente o Eng. Agr. Carlos Michetti que me ingressou nesse desafio.

Ao Wilo por me acompanhar nesses últimos tempos e me fazer viver momentos incríveis ao redor do mundo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro, concedido por meia de bolsa de doutorado (Processo n° 2019/14670-4)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À cidade de Botucatu-SP, que se tornou uma casa e um lugar incrível para se viver durante todos esses anos.

A todos os professores com quem tive o prazer de ser aluno e aprender da melhor forma possível com eles.

À Turfgrass Team, que quando menos se esperava se tornou uma realidade.

À Safe Garden, que tem se tornado um sonho incrível a cada dia.

Aos amigos que Tatuí me proporcionou, Giovana, Matheus, Débora e Larissa.

Aos membros da banca por terem aceitado fazer parte dessa etapa da minha vida.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente estiveram presentes nessa trajetória.

“Os gramados se tornaram um elemento essencial na paisagem mundial, devido aos seus valores estéticos, ambientais e agrícolas, fazendo parte da vida das pessoas no Brasil e no Mundo.”

CASTILHO, R. M. M.; FREITAS, R. C.; SANTOS, P. L. F. The turfgrass in landscape and landscaping. **Ornamental Horticulture**, v.26, n.3, p.499-515, 2020.

RESUMO

A grama bermuda híbrida 'Tifton 419' é amplamente utilizada em campos esportivos, devido a sua resistência ao pisoteio, folhas finas que conferem maciez ao gramado e amortece o impacto dos jogadores e rápida recuperação de danos ocasionados pelo jogo. Contudo, áreas gramadas necessitam de manejos de adubação e irrigação adequados para seu o desenvolvimento e para propiciar uma boa prática do esporte. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o manejo da irrigação e doses de nitrogênio no desenvolvimento de 'Tifton 419'. O delineamento experimental foi em esquema fatorial (2x5), com dois manejos de irrigação (irrigação diária e irrigado a cada dois dias) e 5 doses de N (fonte Sulfato de amônia) (0; 281,25; 421,88; 703,13 e 843,75 kg N ha⁻¹ ano⁻¹), com 4 repetições. Cada parcela era de 25m² (5,0 x 5,0m), com 1,0m de bordadura. As doses de N, foram parceladas tendo como base a exigência da cultura (15% inverno, 25% primavera, 35% verão, 25% outono). As avaliações foram: desenvolvimento, qualidade estética e jogabilidade do gramado e ainda avaliações físicas e químicas do solo. Observou-se que uma irrigação a cada dois dias mantém a estética e jogabilidade sem interferir no desenvolvimento da grama. Ainda, doses muito baixas ou muito elevadas são prejudiciais para a qualidade do gramado. Assim, conclui-se que o uso da dose de 421,88 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ parcelada em 12 vezes respeitando a porcentagem para cada estação (15% inverno, 25% outono, 35% verão e 25% primavera) e utilizando como fonte sulfato de amônio, aliada a uma frequência de irrigação a cada dois dias é recomendada para o desenvolvimento da grama bermuda 'Tifton 419'.

Palavras-chave: *Cynodon* spp.; campos esportivos; adubação nitrogenada; frequência de irrigação.

ABSTRACT

'Tifton 419' hybrid bermuda grass is widely used in sports fields, due to its resistance to trampling, thin leaves that give smoothness to the turf and cushion the impact of players and fast recovery from damage caused by the game. However, turfgrasses areas need proper fertilization and irrigation management for their development and to provide a good practice of the sport. Thus, the objective of this work was to evaluate the management of irrigation and nitrogen doses in the development of 'Tifton 419'. The experimental design was in a factorial scheme (2x5), with two irrigation managements (daily irrigation and irrigated every two days) and five doses of N (source ammonium sulphate) (0; 281.25; 421.88; 703.13 and 843.75 kg N ha⁻¹ year⁻¹), with 4 repetitions. Each plot was 25m² (5.0 x 5.0m), with 1.0m of border. The doses of N were divided based on the requirement of the crop (15% winter, 25% spring, 35% summer, 25% autumn). The evaluations were: development, aesthetic quality and playability of the turfgrass, and physical and chemical evaluations of the soil. It was observed that irrigation every two days maintains the aesthetics and playability without interfering with the development of the grass. Also, doses that are too low or too high are detrimental to turf quality. Thus, it is concluded that the use of dose of 421.88 kg N ha⁻¹ year⁻¹ split in 12 times respecting the percentage for each season (15% winter, 25% autumn, 35% summer and 25 % spring) and using ammonium sulfate as a source, combined with a frequency of irrigation every two days is recommended for the development of 'Tifton 419' bermuda grass.

Keywords: *Cynodon* spp.; sports fields; nitrogen fertilization; irrigation frequency.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1	Gramas bermudas (<i>Cynodon spp.</i>)	19
2.2	Adubação nitrogenada em gramados.....	21
2.3	Manejo da irrigação em gramados.....	24
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1	Caracterização da área experimental.....	27
3.2	Execução do experimento.....	28
3.2.1	Dados meteorológicos, análise do solo e calagem.....	28
3.2.2	Tratamentos.....	30
3.2.3	Avaliações.....	33
3.2.3.1	<i>Determinações do solo em que o gramado está instalado.....</i>	<i>33</i>
3.2.3.2	<i>Determinações do desenvolvimento do gramado.....</i>	<i>34</i>
3.2.3.3	<i>Determinação da qualidade estética do gramado.....</i>	<i>38</i>
3.2.3.4	<i>Avaliação da jogabilidade do gramado.....</i>	<i>41</i>
3.3	Análise estatística.....	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4.1	Determinações do solo em que o gramado está instalado.....	45
4.2	Determinações do desenvolvimento do gramado.....	54
4.3	Determinação da qualidade estética do gramado.....	73
4.4	Avaliação da jogabilidade do gramado.....	94
5	CONCLUSÕES.....	101
	REFERÊNCIAS.....	103

1 INTRODUÇÃO

O mercado de esportivos, teve um grande salto econômico no Brasil na última década, devido a realização da Copa do Mundo de Futebol (2014) e das Olimpíadas de verão (2016), onde com isso, aumentaram as atualizações das tecnologias de produção, manutenção e desenvolvimento das áreas gramadas (KUNH, 2015).

Segundo Santos e Castilho (2018), as gramas bermudas (*Cynodon* spp.) tiveram grande destaque nesses eventos, pois elas são usualmente adotadas em campos esportivos, para prática de polo, futebol, golfe, etc. Esse gênero, são gramíneas de estação quente, e apresentam alta taxa de crescimento e excelente recuperação após o corte, sendo originárias do continente africano e naturalizadas nas Ilhas Bermudas (CHRISTIANS et al., 2016). Vários híbridos, provenientes do cruzamento de *C. dactylon* com *C. transvaalensis* foram introduzidos em campos de futebol brasileiros, tendo destaque o cultivar 'Tifway 419' (GODOY et al., 2012; SANTOS; CASTILHO, 2018). Esse híbrido, apresenta hábito de crescimento rizomatoso e estolonífero, o que confere maior resistência ao pisoteio, possui folhas estreitas de coloração verde intensa e de textura fina, proporcionando maior maciez ao gramado, facilitando o rolamento da bola e amortecendo o impacto dos jogadores (GODOY et al., 2012; CHRISTIANS et al., 2016; AMARAL et al., 2019).

Contudo, áreas gramadas necessitam de manejos de adubação e irrigação adequados para seu o desenvolvimento (CANDOGAN et al., 2015; ZHANG et al., 2018) e para propiciar a boa prática do esporte (MATEUS et al., 2020).

O nitrogênio é o nutriente requerido em maiores quantidades pelas gramas (GAZOLA et al., 2019; MATEUS et al., 2020) sendo essencial para a manutenção da qualidade estética (verde intenso) e a recuperação de injurias ocasionadas pelo jogo (SANTOS et al., 2019), e, portanto, faz-se necessário o manejo adequado da adubação nitrogenada (DINALLI et al., 2015; MATEUS et al., 2020). Entretanto, faltam informações referentes a esse tópico para gramados, no Brasil (GODOY et al., 2012; GAZOLA et. al., 2019; PRATES et al., 2020), principalmente em campos esportivos (MATEUS et al., 2020).

Aliado a adubação, o manejo da irrigação colabora com a manutenção da coloração verde e da qualidade do gramado (LEE, 2014; ZHANG et al., 2018). Um turno de irrigação mais frequente é interessante para manter a umidade na zona radicular, sem causar estresse hídrico e evitando a lixiviação (LEE, 2014). Já o turno

de irrigação menos frequente é interessante para estimular o crescimento das raízes em profundidade (PADRÓN et al., 2015), e isso, em longo prazo, pode resultar em um gramado de melhor qualidade, com menor tempo de recuperação e com maior capacidade de absorver água e nutrientes.

Silva (2016) estudando irrigação em um campo esportivo de grama bermuda, concluiu que as frequências de irrigação diária e a cada dois dias foram suficientes para manter o gramado verde e sem deficiência hídrica, no entanto, a frequência a cada dois dias permitiu aproveitamento dos nutrientes em maior profundidade. Já Andrade (2016) observou que quando realizada a irrigação 3 vezes por semana, a o campo esportivo obteve melhor desenvolvimento.

Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho obter recomendações técnicas para o manejo hídrico e para a adubação nitrogenada a fim de melhorar o desenvolvimento de campos esportivos brasileiros instalados com 'Tifton 419'.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Gramas bermudas (*Cynodon* spp.)

As gramas bermudas são espécies de clima quente, sendo adaptadas à uma ampla variedade de solos, apresentam alta capacidade de recuperação após danos, resistência ao estresse hídrico, à salinidade e ao desgaste. Seu hábito de crescimento e aparência tornam-na ideal em muitos ambientes (GURGEL, 2003; GODOY et al., 2012; SANTOS; CASTILHO, 2018). São oriundas do continente africano, e acredita-se que ela chegou à América do Norte pelas Ilhas Bermudas, devido a isto, recebem esse nome (GODOY et al., 2012).

. Das oito espécies do gênero (*Cynodon* spp.), apenas duas apresentam características ideais para utilização em gramados esportivos e ornamentais, sendo elas: *C. dactylon* (L.) Pers. (bermuda comum) e *C. transvaalensis* Burt-Davy (bermuda africana) e ainda existem os híbridos interespecíficos de *C. dactylon* x *C. transvaalensis*, como por exemplo, 'Tiftway 419', 'Tifdwarf', 'TifSport' e os lançamentos mais recentes no Brasil como 'Sunday' e 'Latitude 36' (GURGEL, 2003; KOJOROSKI-SILVA et al., 2011; SANTOS, 2018; VILLAS BÔAS et al., 2020).

Ocupando a terceira colocação no ranking, as gramas bermudas correspondiam à 1,2% de todas as gramas produzidas no Brasil em 2010, com o crescimento estipulado em 39%, consequência de eventos esportivos que foram realizados no país (ZANON; PIRES, 2010; SANTOS, 2018). Porém, devido à crise econômica no país, em 2017 houve uma grande redução em 40% na comercialização de gramados (GLOBO RURAL, 2017).

Seu hábito de crescimento é denominado estolonífero-rizomatoso, e o crescimento vegetativo se localiza tanto na região do estolão (superfície), quanto do rizoma (subsuperfície). Deste modo, forma um perfeito tapete quando cortada, e devido ao entrelaçamento perfeito dessas estruturas vegetativas, acaba se tornando resistente ao pisoteio, sendo um dos principais motivos da sua recomendação para gramados esportivos (GURGEL, 2003; GODOY et al., 2012; GODOY, 2020).

As variedades que vem sendo utilizadas possuem rápido crescimento e desenvolvimento, o que é essencial para uso em campos esportivos de alta performance como futebol e Golfe, pois se recuperam rapidamente após o dano ocasionado pelo jogo (MATEUS et al., 2017; MATEUS et al., 2020). Contudo sua

utilização acaba sendo inviável para o paisagismo, já que devido a essa característica, aumenta o custo para manutenção do corte do gramado (SANTOS; CASTILHO, 2018).

Dessa forma, por terem rápido desenvolvimento, acabam sendo plantas de alta demanda nutricional, exigindo manutenção intensa, o que gera alto custo para mantê-la em ótimas condições ideais para o jogo (MATEUS et al., 2020; SANTOS; CASTILHO, 2018).

Alguns híbridos de Bermudas introduzidos no Brasil, possuem características superiores aos parentais, como densidade e cor, além de melhor tolerância ao pisoteio, calor, tolerância a períodos secos e cortes intensos. Entretanto, possuem as desvantagens de aumento dos custos de implantação e maior necessidade de manutenção (GODOY et al., 2012; CASTILHO; FREITAS; SANTOS, 2020; VILLAS BÔAS et al., 2020).

Dentre esses híbridos do gênero *Cynodon*, um que apresenta grande destaque é o 'Tifton 419', também conhecido como 'Tifway', selecionado pelo trabalho cooperativo entre o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), a Estação Experimental das Planícies Costeiras da Georgia e Associações de Golfe dos Estados Unidos, no ano de 1960. Seu nome é a combinação do nome da cidade onde foi realizado o experimento de seleção (Tifton, no estado da Georgia) com 419, que é o número da parcela na qual foi selecionado o híbrido (ELSNER, 2010; KOJOROSKI-SILVA et al., 2011; UGA, 2013).

O híbrido é caracterizado pela textura fina, elevado número de folhas estreitas, com coloração verde intenso e afilhos de maior comprimento em relação a outras espécies de grama. Possui elevada resistência a doenças, e é um híbrido estéreo, ou seja, não produz sementes (KOJOROSKI-SILVA et al., 2011; UGA, 2013). Ainda, por apresentar folhas de textura finas e macias, confere maior maciez ao gramado, melhora a jogabilidade da partida e ainda amortece o impacto dos jogadores (GODOY et al., 2012; SANTOS; CASTILHO, 2018). Assim, essa variedade foi introduzida no Brasil nos anos 90, e é amplamente utilizada em campos esportivos (VILLAS BÔAS et al., 2020). Contudo, para seu excelente desenvolvimento, é essencial fazer o manejo correto de fertilização e irrigação (SILVA, 2016).

2.2 Adubação nitrogenada em gramados

A exigência nutricional das gramas, pode variar conforme a espécie e as cultivares, e necessita de todos os macro e micronutrientes, em quantidades corretas para propiciarem sua qualidade estética (verde intenso e boa densidade), sendo todos essenciais para o seu desenvolvimento (GODOY et al., 2012; GAZOLA et al., 2019).

O N é o nutriente exigido em maiores quantidades pelas gramas e influencia várias características relevantes no manejo de gramados. Por ser nutriente estrutural, fazendo parte de várias biomoléculas nas plantas como proteínas, ácidos nucleicos e hormônios, está presente em altas concentrações, variando de 20 a 50 g kg⁻¹ (2 a 5%) nas folhas das gramas (GODOY et al., 2012; ABREU et al., 2015). É responsável pela cor, vigor e adequado desenvolvimento dos gramados (GAZOLA, 2019; SANTOS; CASTILHO, 2018). Neste sentido, o manejo da adubação nitrogenada de modo correto propicia um gramado de qualidade (GODOY et al., 2012), com sistema radicular profundo e vigoroso, mais eficiente na absorção de água e nutrientes (SILVA, 2016), sendo as aplicações regulares de fertilizantes nitrogenados necessárias, pois a quantidade de N disponível na maioria dos solos é insuficiente para atender à exigência da planta (GODOY et al., 2012).

Baixas doses de N prejudicam a taxa de cobertura do solo pela grama, ou seja, há limitação no crescimento (redução no desenvolvimento da parte aérea), além da perda da cor verde da grama (amarelecimento geral) (LATORRE et al., 2015; GAZOLA et al., 2019). Em excesso, o N pode tornar a grama mais susceptível ao ataque de patógenos, principalmente, doenças fúngicas (como a rhizoctonia) e pragas (como a cochonilha), além da lixiviação do nitrato para camadas mais profundas do solo, podendo chegar ao lençol freático, causando a contaminação da água (ABREU et al., 2015; LATORRE et al., 2015). Somado a isso, apesar de proporcionarem coloração verde mais intensa, o que é desejável no aspecto estético, doses elevadas de N resultam em crescimento vegetativo mais rápido (GODOY et al., 2012), aumentando o número de cortes e, assim, a extração (exportação) de nutrientes e o custo de manutenção do gramado (GODOY et al., 2012; ABREU et al., 2015).

O fertilizante a ser utilizado deve ser estabelecido em função do objetivo de cada gramado, e assim, para gramados esportivos será aquela que mantém a grama verde e com alta densidade, mantendo a jogabilidade, a rápida recuperação do dano após o jogo e que não propicie aparecimento de doenças e pragas (GODOY et al.,

2012; SANTOS; CASTILHO, 2018; MATEUS et al., 2020). Dessa forma, doses de N devem ser ajustadas de acordo com o seu uso, necessidade de recuperação, espécie, qualidade esperada, frequência de irrigação, tipo de solo e clima.

Contudo, no Estado de São Paulo, até 2021 não existiam boletins oficiais com recomendações de adubação para implantação e manutenção de gramados, sendo a versão mais recente do boletim 100 de 2022, lançada com atualizações na recomendação da cultura (GODOY et al., 2022), mostrando a importância de trabalhos para corroborar com os dados atuais e melhorar as informações. Ainda, destaca-se que a maior parte dos trabalhos publicados pelos pesquisadores brasileiros volta-se para a produção de gramas (GAZOLA, 2017) ou gramados ornamentais (VILLAS BÔAS et al., 2020; CASTILHO; FREITAS; SANTOS, 2020; SANTOS et al., 2020) sendo poucas as pesquisas em gramados esportivos implantados. Aliado a isso, no Brasil, os profissionais ligados às áreas das ciências agrárias, não dispõem, em sua formação (cursos de graduação em agronomia ou especializações) de disciplinas que enfoquem o manejo e os tratos culturais específicos para gramados, dificultando a recomendação e, conseqüentemente, o manejo correto dos fertilizantes.

Dentre as fontes mais utilizadas pode-se citar a ureia, sulfato de amônio, nitrato de cálcio e o nitrato de amônio. A ureia difere das demais fontes, por ser absorvida pelas plantas somente após ser hidrolisada no solo, já as formas nítricas (nitrato de potássio, nitrato de cálcio), nítrica-amoniacal (nitrato de amônio) e o sal de sulfato de amônio apresentam efeitos diferentes na reação do solo, pH e na condutividade elétrica (RAUSCHKOLB; HORNSBY, 1994; SCAIFE; BAR-YOSEF, 1995; SILVA, 2019).

A eficiência do aproveitamento do N pelas plantas também pode ser diferente entre as fontes utilizadas (PRIMAVESI et al., 2006), uma vez que os fertilizantes nitrogenados são apresentados, em geral, contendo três formas básicas de nitrogênio: amida, amônio e nitrato e uma forma combina nítrica-amoniacal (MARTINS, 2016).

A amida é forma básica do fertilizante nitrogenado mais utilizado na agricultura: a ureia. Este é um adubo mineral sintetizado industrialmente, cuja fórmula química é $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. As plantas não absorvem a ureia diretamente do solo, esta deve ser transformada em NH_4^+ (amônio) ou NO_3^- (nitrato). Ao se aplicar a ureia no solo, ela é rapidamente hidrolisada pela ação da urease, enzima liberada por microrganismos, formando NH_4^+ , além da liberação de OH^- , o que eleva o pH em torno do grânulo de ureia aplicado. Além disso, pode ocorrer a rápida transformação do

NH_4^+ em NH_3 (g), que é um gás e se perde para a atmosfera, fenômeno denominado como volatilização. Quanto mais alcalino o solo, maior a formação de NH_3 (g) (ERNANI, 1999).

As perdas de nitrogênio por volatilização quando se aplica a ureia em cobertura, estão compreendidas entre 25-30%, podendo chegar a 70% dependendo do solo e da forma de aplicação (CANTARRELLA et al., 2008). Contudo, devido a sua elevada concentração de N, a ureia é, o fertilizante que apresenta o menor custo por Kg nitrogênio do mercado (MARTINS, 2016).

Vários experimentos com adubação nitrogenada tendo como fonte ureia são realizados em gramados, Godoy (2005) encontrou excelentes respostas na produção de gramas esmeralda e Santo agostinho (*Stenotaphrum secundatum*) nas doses de 350 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Dinalli et al. (2015) verificaram que doses de 10 a 20 g m⁻² de N, utilizando como fonte a ureia, parceladas em cinco aplicações, proporcionaram concentração de N suficiente para a manutenção da grama esmeralda. Gazola (2017) concluíram que a adubação com 15 g m⁻² de N, parcelada em cinco vezes ao ano, propiciou boa qualidade visual (verde intenso) e concentração de nutrientes suficiente para a manutenção da grama esmeralda. Lima et al. (2015) observaram que com a aplicação das doses de N obteve-se aumentos lineares da extração de todos os nutrientes pelas aparas da grama bermuda 'Celebration'. E Mello et al. (2019) trabalhando com doses de ureia, recomendaram 30 g de m⁻² para desenvolvimento da grama bermuda Discovery™ durante o inverno.

Com relação ao nitrato, este grupo de fertilizantes dificilmente perde nitrogênio por volatilização da amônia, nem acidifica o solo, pois já é o produto final da transformação do nitrogênio (ureia → amônio NH_4^+ → nitrato NO_3^-). Contudo, as fontes com nitrato podem perder nitrogênio através da desnitrificação, que ocorre em condições de falta de oxigênio no solo, como exemplo em áreas do terreno onde ocorram saturações hídricas temporárias, seja por efeito de chuvas ou irrigação. Na desnitrificação, o nitrato é reduzido por meio da ação de microrganismos à N_2O ou N_2 , que são gases perdidos para a atmosfera, sendo o primeiro considerado um dos gases responsáveis pelo efeito estufa (ALCARDE et al., 1998).

Contudo, a maior fonte de perdas de nitrato (NO_3^-) é mesmo o processo de lixiviação. A maioria dos solos brasileiros apresenta apresentam mais cargas negativas do que cargas positivas. A principal forma de retenção do NO_3^- nos solos é

a ligação eletrostática (carga positiva atrai carga negativa, ou vice-versa). Assim, se o balanço de cargas é negativo, há poucas cargas positivas para que o NO_3^- se ligue, transformando-o numa das formas de nutrientes mais perdidas por lixiviação. Ademais, solos com balanço de cargas positivo, onde o NO_3^- ficaria mais retido, são pouco adequados à agricultura (MARTINS, 2016). Silva (2016) recomendou a dose de $562,5 \text{ Kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ na manutenção de grama bermuda 'Tifway 419' durante o outono/inverno, usando como fonte nitrato de amônio. O mesmo foi recomendado por Andrade (2016) para a mesma espécie, onde o autor verificou que doses acima de $562,5 \text{ Kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ não tinham influência no desenvolvimento da grama.

Com relação ao amônio, essa é a forma básica de nitrogênio de diversos fertilizantes, sendo o mais utilizado o sulfato de amônio. Esse fertilizante perde pouco N por volatilização, especialmente se não for aplicado sobre resíduos culturais, uma vez que, para ocorrer a transformação do NH_4^+ em NH_3 (g), há necessidade de elevada concentração de OH^- no meio. Ainda, o amônio pode ser retido nas cargas negativas ou sítios de troca do solo, o que reduz sua perda por lixiviação. Por outro lado, o sulfato de amônio acidifica o solo em grande quantidade, formando, após a reação de nitrificação, dois H^+ para cada NH_4^+ adicionado. Qualquer fertilizante nitrogenado que contenha amônio na sua composição terá a mesma dinâmica do sulfato de amônio, diferindo apenas em relação à concentração de NH_4^+ , o que poderá intensificar ou não as reações (MARTINS, 2016).

Contudo, pesquisas com sulfato de amônio em condições brasileiras ainda são escassas, principalmente quando usado em gramados. Outro ponto a se destacar nesse fertilizante, é que quando usado constantemente em gramados esportivos, ele pode ocasionar o estrato preto, denominado "black layer", onde o sulfato de amônio nessa situação reage criando o ácido sulfídrico (H_2S), que origina um cheiro característico de ovo podre (TAPIA, 2003).

2.3 Manejo da irrigação em gramados

A irrigação de gramados esportivos é uma prática indispensável pois garante a qualidade do gramado e contribui com o manejo adequado. No entanto, os custos e as dificuldades existentes de captação da água geram o interesse pela procura de estratégias para aumentar a eficiência da irrigação em gramados (GEROLINETO, 2008; SILVA, 2016).

Algumas pesquisas têm sido feitas com relação a necessidade hídrica de gramados, porém o foco principal geralmente é a quantidade de água a ser aplicada (ALMEIDA, 2019) ou déficit hídrico (COSTA, 2021; BEGUELINE, 2021). Aliado a isso, um grande problema que vem sendo observado em gramados esportivos é a concentração de raízes na região mais superficial do solo (ANDRADE, 2016). Durante a Copa do Mundo de 2014 os técnicos responsáveis pelos gramados relataram que o gramado não tinha resistência e muitas placas se soltavam durante o jogo. Em dias de jogo chegam a ser feitas 6 irrigações num mesmo dia para manter a performance do gramado e melhorar as condições de rolamento da bola e assim aumentar a velocidade do jogo (ANDRADE, 2016).

De acordo com Moreira (2001), a umidade do gramado altera as condições da superfície de jogo, também observado por Dickson et al. (2018) que defendem que o teor de água do solo influencia a consistência e o desempenho das superfícies dos campos esportivos. Uma irrigação antes da partida (pré-jogo) é recomendada pela a Confederação Sul-Americana de Futebol, pois permite que se obtenha uma melhor rolagem e deslizamento da bola (CONMEBOL, 2019). Entretanto, estudos como os de Souza et al. (2019) e de Portugal et al. (2019) demonstraram que o tempo de irrigação de até 5 minutos antes de uma partida, não influencia na jogabilidade em campos de futebol, desde que o gramado seja bem manejado.

A irrigação muito frequente pode ser tão prejudicial ao vigor e qualidade do gramado quanto uma irrigação insuficiente. Uma grande quantidade da água aplicada é perdida por evaporação quando a irrigação é feita com alta frequência e o gramado apresenta redução do teor de clorofila, redução da suculência, aumento na concentração de raízes superficiais e redução no crescimento de raízes em profundidade (SILVA, 2016; ANDRADE, 2016; ALMEIDA, 2019).

Saad et al. (2008) complementam afirmando que quando a umidade do solo se encontra na capacidade de campo, o alongamento celular e a fotossíntese ocorrem em taxa máxima. À medida que o teor de água no solo diminui, há um decréscimo quase linear no alongamento celular que pode refletir na redução do crescimento do gramado. Silva et al. (2007) concluíram que nos meses que apresentaram temperatura média do ar superior a 20°C, a produção de matéria seca da grama esmeralda aumentou com o incremento das lâminas de irrigação.

Segundo a Associação Nacional Grama Legal (2018), a maioria das espécies de grama demandam uma lâmina d'água de 25mm por semana, sendo suficientes para seu desenvolvimento. Porém, deve-se observar as características do solo e as condições climáticas para garantir que a água aplicada fique disponível para a planta, não havendo desperdícios.

Assim, a quantidade de água necessária para ser aplicada e haver um bom desempenho e desenvolvimento da planta, está diretamente ligada ao clima, sendo esse um dos principais fatores. A demanda hídrica pela planta em condições de campo, engloba a água que é perdida por evaporação dentro da atmosfera do solo e sua superfície e pela transpiração, funcionando como um dreno, sendo a água de fato utilizada pela planta. A coalizão desses fatores é conhecida por Evapotranspiração (ET) (Portal Agrometeorológico e Hidrológico do Estado de São Paulo, 2020). Sendo assim, seria uma alternativa para os campos esportivos se basearem para irrigação dos gramados, sendo uma medida prática, fácil e precisa.

Entretanto, o turno de rega ideal, deve ser estabelecido, segundo Lee (2014) um turno de irrigação mais frequente é interessante para manter a umidade na zona radicular, sem causar estresse hídrico e evitando a lixiviação, entretanto pode ocasionar um gramado com sistema radicular raso, que é mais suscetível a períodos de seca (SILVA, 2016). Já o turno de irrigação menos frequente é interessante para estimular o crescimento das raízes em profundidade (PADRÓN et al., 2015), e isso, em longo prazo, pode resultar em um gramado de melhor qualidade, com menor tempo de recuperação e com maior capacidade de absorver água e nutrientes.

Com isso, a frequência ideal de rega, é de suma importância para manter o crescimento vigoroso do gramado, auxiliando na recuperação de danos, além de manter a aparência estética e qualidade (SILVA, 2016; ALMEIDA, 2019). Silva (2016) estudando irrigação em um campo esportivo de grama bermuda baseado na evapotranspiração, concluiu que as frequências de irrigação diária e a cada dois dias foram suficientes para manter o gramado verde e sem deficiência hídrica, no entanto, a frequência a cada dois dias permitiu aproveitamento dos nutrientes em maior profundidade. Já Andrade (2016) observou que quando realizada a irrigação 3 vezes por semana, a o campo esportivo obteve melhor desenvolvimento que uma irrigação diária.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em área experimental no Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), município de Botucatu-SP, localizado nas coordenadas 22°51'03” de latitude Sul e 48°25'37” longitude Oeste. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa - clima temperado quente (mesotérmico) úmido e altitude média de 780 m (CUNHA; MARTINS, 2009)

A área em questão, tem 1.400 m² e é dividida em onze quadros de 121 m², cada um com irrigação independente, nela se encontra instalada desde janeiro de 2014 a grama-bermuda ‘Tifton 419’ (híbrido interespecífico de *C. dactylon* x *C. transvalensis*), que foi implantada em forma de “Sprigs” produzidos por uma fazenda da empresa Itogress® em Sampaio Correa-RJ.

Para instalação da área, foram retiradas das plantas daninhas existentes na área onde passou-se uma grade intermediária (Figura 1a), e em seguida foi realizado o nivelamento do terreno (Figura 1b) que apresentava declividade.

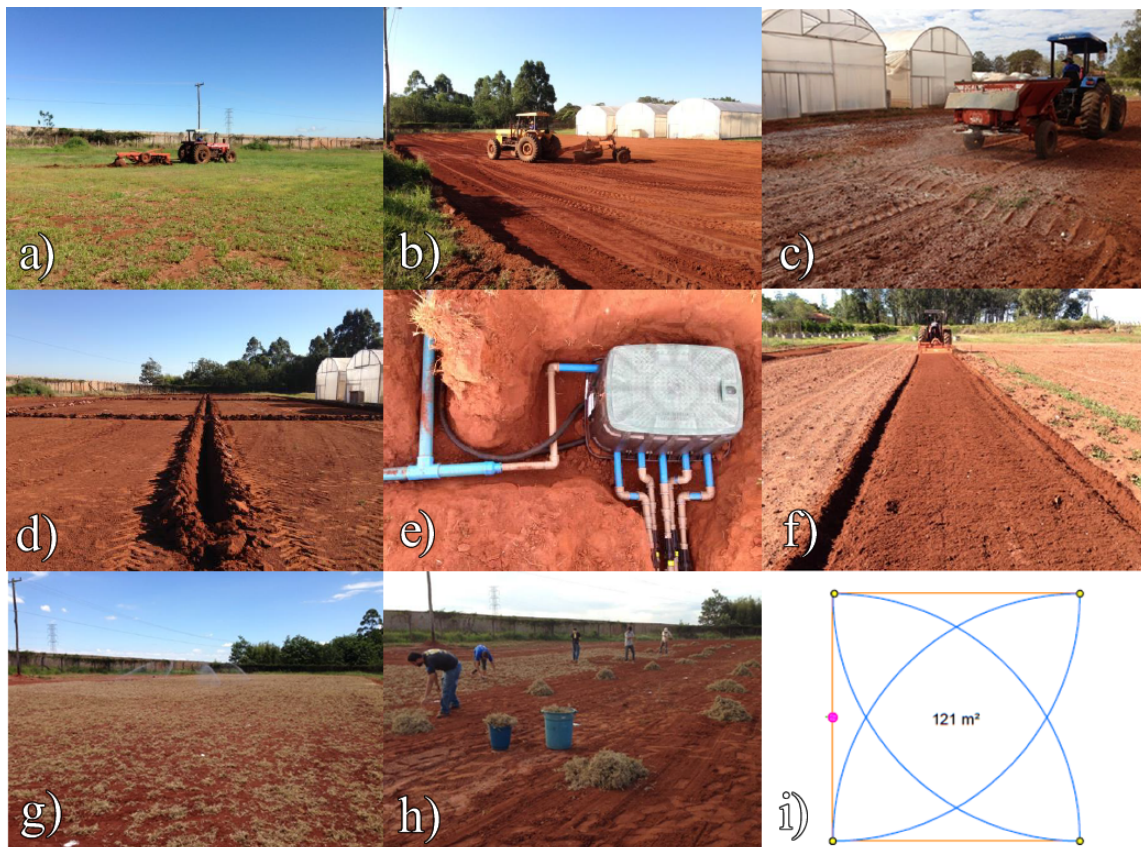
Após o nivelamento da área, sucedeu-se a instalação do sistema de irrigação por aspersão automatizado (Figura 1d, 1e). Os equipamentos de irrigação e automação foram fornecidos pela empresa Rain Bird® e o sistema foi setorizado, permitindo manejos de irrigação diferentes em cada quadro de 11 x 11 m, com 4 aspersores fazendo a irrigação setorialmente, em um ângulo de 90° (Figura 1i).

O solo foi calcarizado visando elevar a saturação por bases a 70% (Figura 1c), conforme recomendação de Godoy (2005), e com uma enxada rotativa procedeu-se a incorporação do calcário e destorroamento do solo (Figura 1f). A grama foi plantada por “sprigs” (Figura 1h), que são rizomas e estolões espalhados pelo solo. Esse processo permite velocidade de plantio e melhor qualidade final, por não haver “emendas” de grama (Figura 1g) como ocorre no plantio por tapetes, além de diminuir a chance de contaminação com plantas daninhas e patógenos de outra área.

Após o plantio foi realizada a manutenção pós-plantio, que foi necessária para que ocorresse o desenvolvimento da grama, as operações foram: controle de plantas daninhas, controle fitossanitário, cortes do gramado para estimular o crescimento lateral e para manter a altura ideal, passagem de rolo liso, controle da irrigação e

adubações iniciais para garantir o enraizamento do gramado. Outras atividades esporádicas também foram feitas como aeração e “top dressing” (cobertura do gramado com areia). Sendo que em setembro de 2014, ele já se encontrava totalmente estabelecido, e desde esse período, ele foi mantido para melhor desenvolvimento da espécie.

Figura 1 - Preparo do terreno e instalação do sistema de irrigação e plantio da grama bermuda ‘Tifton 419’ (Botucatu-SP 2014)



Fonte: Andrade (2016).

3.2 Execução do experimento

3.2.1 Dados meteorológicos, análise do solo e calagem

O experimento em campo teve duração de 1 ano, sendo as avaliações divididas nas 4 estações, tendo início no dia 21 de junho de 2019 até 23 de junho de 2020 (dados meteorológicos constam na Tabela 1). Onde, inicialmente foram coletadas amostras de solo para caracterização da área do experimento (em maio de 2019). Sendo realizada análises físicas, com determinação de macro, micro e porosidade total e densidade (Tabela 2) e granulométrica dos teores de areia, silte e argila (Tabela 3), segundo metodologia da EMBRAPA (1997). E também amostras para realização da análise química (Tabela 4) segundo metodologia de Raji et al. (2001).

Tabela 1 - Dados meteorológicos durante a execução do experimento. (Botucatu-SP 2019-2020)

Estação	Temperatura (°C)			Umidade relativa (%)			Precipitação acumulada (mm)	ETo média (mm)
	Méd	Max	Min	Méd	Max	Min		
Inverno 2019	19,5	25,5	14,2	64,4	85,2	42,1	117,8	2,9
Primavera 2019	22,2	28,6	17,2	72,1	91,2	47,6	356,2	3,7
Verão 2019/2020	22,7	28,5	18,8	78,5	93,8	54,9	823,3	3,6
Outono 2020	19,8	25,5	15,1	67,7	88,1	45,3	47,7	2,9
Total	21,0	27,0	16,3	70,7	89,6	47,5	1345,0	3,3

Dados coletados da estação meteorológica situada ao lado do experimento do departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente.

Tabela 2 - Análise física de porosidade e densidade da área experimental antes da instalação do experimento (Botucatu-SP 2019)

Camada	Porosidade Total	Macro Porosidade	Micro Porosidade	Densidade
	%			Kg dm ⁻³
0-10	40	16	24	1,49
10-20	41	18	23	1,34

Tabela 3 - Análise granulométrica da área experimental antes da instalação do experimento (Botucatu-SP 2019)

Camada	Areia			Argila	Silte	Textura
	Fina	Grossa	Total			
g kg ⁻¹						
0-20	348	441	789	164	47	Média

Tabela 4 - Resultado da análise química do solo (Botucatu-SP 2019)

Camada	pH	M.O.	P _{resina}	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
cm	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³					%	
0-10	5,1	19	80	19	3,2	16	5	24	43	56
10-20	5,1	10	32	17	3,1	13	3	19	35	53

Assim, com base nos dados da Tabela 4, o solo foi corrigido visando elevar a saturação por bases a 70% (GODOY et al., 2012), se baseando no V(%) da camada de 10-20 cm, utilizando calcário dolomítico de PRNT 72% (Tabela 5). Este foi espalhado uniformemente (Figura 2) em todo o gramado, 20 dias antes da instalação do ensaio (01 de junho de 2019), e o experimento iniciou-se partir de 21 de junho 2019. Onde para instalação do experimento, o gramado inicialmente foi cortado a altura de 15 mm para uniformizar a área.

Figura 2 - Calagem da área experimental de gramado 'Tifton 419', com as diferentes parcelas experimentais. (Botucatu-SP 2019-2020)



Tabela 5 - Análise laboratorial de calcário (Botucatu-SP 2019)

% Passante			Resultado em %					
Pen10	Pen20	Pen50	CaO	MgO	RE	PN	PRNT	Umidade
99,8	98,4	60,3	39,4	11,8	83,4	86	72	0,1

3.2.2 Tratamentos

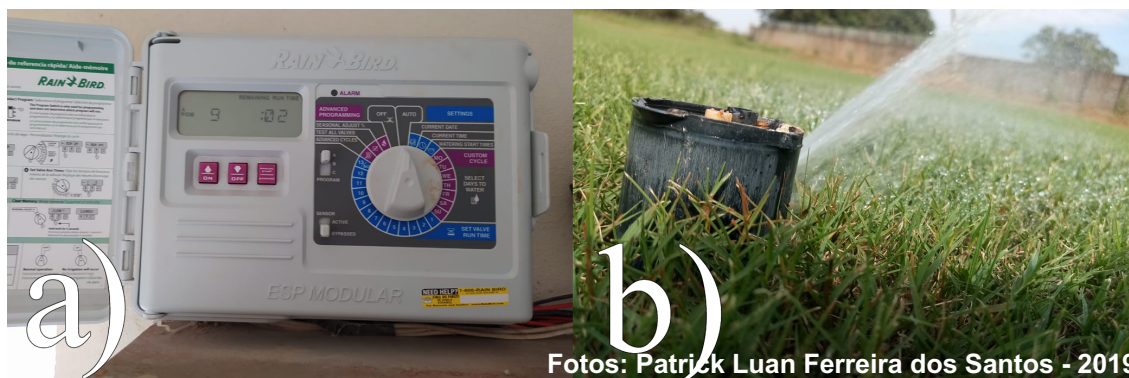
Foram dois fatores envolvidos: irrigação e adubação nitrogenada, onde o delineamento experimental adotado foi em esquema fatorial (2x5), com dois manejos de irrigação e cinco doses de nitrogênio, com 4 repetições, totalizando 40 parcelas experimentais. Cada parcela era um quadrado de 25 m² (5,0 x 5,0 m), com 1,0 m de bordadura. Os manejos da irrigação foram diferenciados pela frequência, sendo:

Frequência 1 (F1): Irrigação diária, repondo a lâmina evapotranspirada do dia anterior;

Frequência 2 (F2): Irrigado a cada dois dias, repondo a soma da lâmina evapotranspirada dos dois dias anteriores.

A lâmina de cada irrigação foi calculada utilizando dados obtidos na estação meteorológica do Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente situada ao lado da área experimental. Os aspersores instalados são do tipo rotores escamoteáveis modelo 5000 Plus da empresa Rain Bird®, ligados a um controlador eletrônico (Figura 4) e dispostos setorialmente, permitindo manejos distintos em cada parcela. Este controlador foi monitorado por um relógio eletrônico, com calendário com os dias da semana, hora e minutos, controlando assim, a operação do sistema de irrigação por aspersão. O sistema possui também um sensor de chuva próximo à área irrigada, permitindo uma melhor eficiência da irrigação.

Figura 4 - a) Controladora do sistema de irrigação. b) Aspersor irrigando a área experimental. (Botucatu-SP 2019-2020)



Nos horários programados, o controlador enviava sinais elétricos ao conjunto moto bomba e às válvulas solenoides comandavam sequencialmente a abertura e fechamento dos aspersores de cada setor.

Para as doses de N, foi utilizado como fonte, o sulfato de amônio (21% N e 24% S), e sendo definida uma dose de referência de acordo com as recomendações de Silva (2016) e Andrade (2016) de $562,5 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, assim os tratamentos foram:

N1: 0% da dose recomendada ($0 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) - Testemunha;

N2: 50% da dose recomendada ($281,25 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$);

N3: 75% da dose recomendada ($421,88 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$);

N4: 125% da dose recomendada ($703,13 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$);

N5: 150% da dose recomendada ($843,75 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$);

As adubações foram então realizadas mensalmente (Tabela 6), aplicadas a lanço e parceladas, levando em consideração os períodos de exigência da cultura, de

acordo com as estações do ano: 15% no Inverno; 25% na Primavera; 35% no Verão e 25% no Outono (MATEUS, 2011; SILVA, 2016; ANDRADE, 2016). Sendo que o fertilizante era misturado com areia média lavada para melhorar a eficiência de aplicação e distribuição nas parcelas experimentais, conforme ocorre em campos esportivos (ALDAHIR 2015; MATEUS et al., 2020). A areia utilizada para aplicação junto ao fertilizante foi comprada no comércio local, e a análise granulométrica se encontra na Tabela 7.

O controle de plantas daninhas era realizado sempre que necessário de forma manual, ou química uma vez que a infestação de ciperáceas, espécies de folha estreita e larga ocorriam com frequência durante a primavera/verão. Assim, era utilizado uma calda de 200L ha⁻¹ como medida de manejo químico (Tabela 8).

Tabela 6 - Cronograma de adubação nitrogenada durante a execução do experimento. (Botucatu-SP 2019-2020)

Cronograma de adubação nitrogenada	
Estação do ano	Datas das adubações
Inverno (15%)	23/06/2019; 23/07/2019 e 23/08/2019
Primavera (25%)	23/09/2019; 21/10/2019 e 22/11/2019
Verão (35%)	20/12/2019; 21/01/2020 e 23/02/2020
Outono (25%)	21/03/2020; 20/04/2020 e 21/05/2020

Tabela 7 - Análise física da areia aplicada no experimento (Botucatu-SP 2019)

Amostra	Diâmetro das peneiras (mm)						
	2,00	1,00	0,50	0,25	0,15	0,106	0,053
Areia	% de areia que passa pela peneira						
	100	99,5	92,5	49,4	14,5	4,2	0,6
	Areia			Argila		Silte	
	Grossa	Fina	Total				
	(g Kg⁻¹)						
	499	484	983	14		3	

Tabela 8 - Calda de herbicida utilizada para controle de planta daninhas (Botucatu 2019-2020)

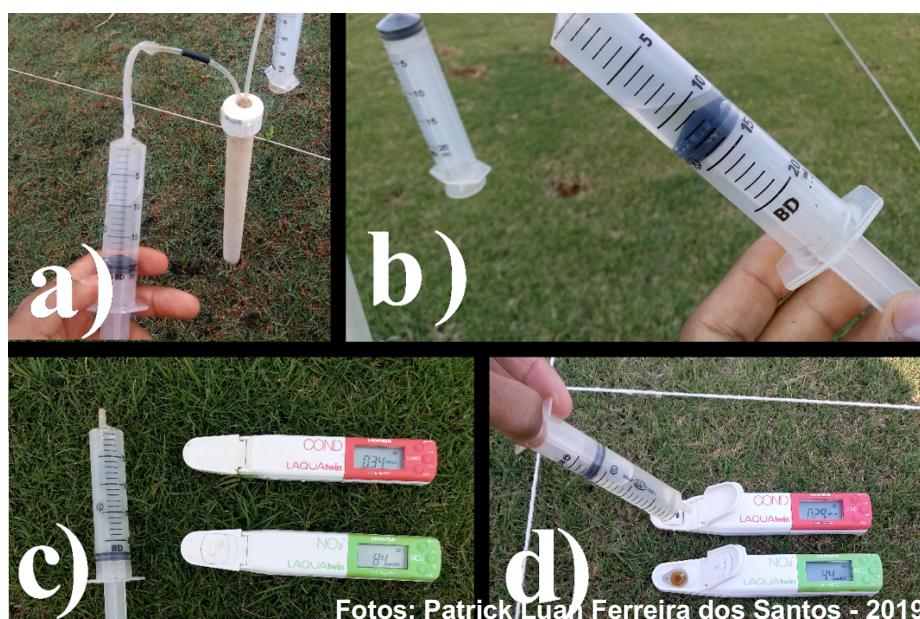
Para cada 100 L de calda	
Herbicida de controle de folha larga (Volcane TM - MSMA)	1000 ml
Herbicida de controle de ciperáceas (Sempra TM)	50 g
Herbicida de controle de folha larga (Norton TM - 2.4-D)	500 ml
Herbicida de controle de folhas estreitas (Facet TM - Quincloraque)	350 g
Espalhante adesivo (Iharaguen TM)	100 ml

3.2.3 Avaliações

3.2.3.1 Determinações do solo em que o gramado está instalado

- Análises físicas, com determinação de macro, micro e porosidade total e densidade, segundo metodologia da EMBRAPA (1997), ao final do experimento (22 de junho de 2020).
- Análise química do solo segundo Raij et al. (2001), sendo as amostras coletadas na camada de 0-20 cm, com auxílio de um trado manual de rosca ao final do experimento, no dia 22 de junho de 2020.
- Análise da solução do solo, realizada através de extratores de 30 cm de comprimento. Para realização dessa análise, os extratores foram instalados a 10 cm de profundidade do solo (Figura 5a), sendo que a capsula porosa ficou totalmente enterrada, e com auxílio de uma seringa de 20 ml, era aplicado vácuo, para retirada do ar de dentro do extrator, 24 h antes da coleta do material. Após esse período, com o auxílio de outra seringa, foi extraída a solução (Figura 5b) e essa submetida a análises de condutividade elétrica (CE) e teor de nitrato (NO_3^-) (Figura 5c e 5d) com a utilização de kits de leitura rápida que permitem o conhecimento imediato, no próprio campo. As amostras foram coletadas a cada 7 dias, e posteriormente foi realizado a média dos resultados para cada estação do ano.

Figura 5 - Extração da solução do solo e análise com o kit de leitura rápida de condutividade elétrica e nitrato. (Botucatu-SP 2019-2020)



3.2.3.2 Determinações do desenvolvimento do gramado:

- Altura média do gramado, através do aparelho “Grass Height Prism Gauge” (Figura 6). Onde para tal, o gramado era sempre cortado a altura de 15 mm, e as medições eram realizadas antes do próximo corte, sendo ao final realizada a média de quanto o gramado cresceu em cada uma das quatro estações do ano.

Figura 6 - Avaliação da altura do gramado através (Botucatu-SP 2019-2020)



- Massa acumulada de matéria seca das aparas, após as avaliações de cada parcela experimental, era realizado o corte do gramado, mantendo a altura de 15 mm, utilizando-se da máquina GreenMaster 1000 Toro® (Figura 7), em uma área determinada, e as aparas eram alocadas em estufa, a 60°C por 72h, e pesadas posteriormente. A matéria seca então era somada ao final de cada estação e verificado o quanto foi acumulado em cada tratamento em kg ha⁻¹.

Figura 7 - Máquina de corte de grama Toro® (Botucatu-SP 2019-2020)



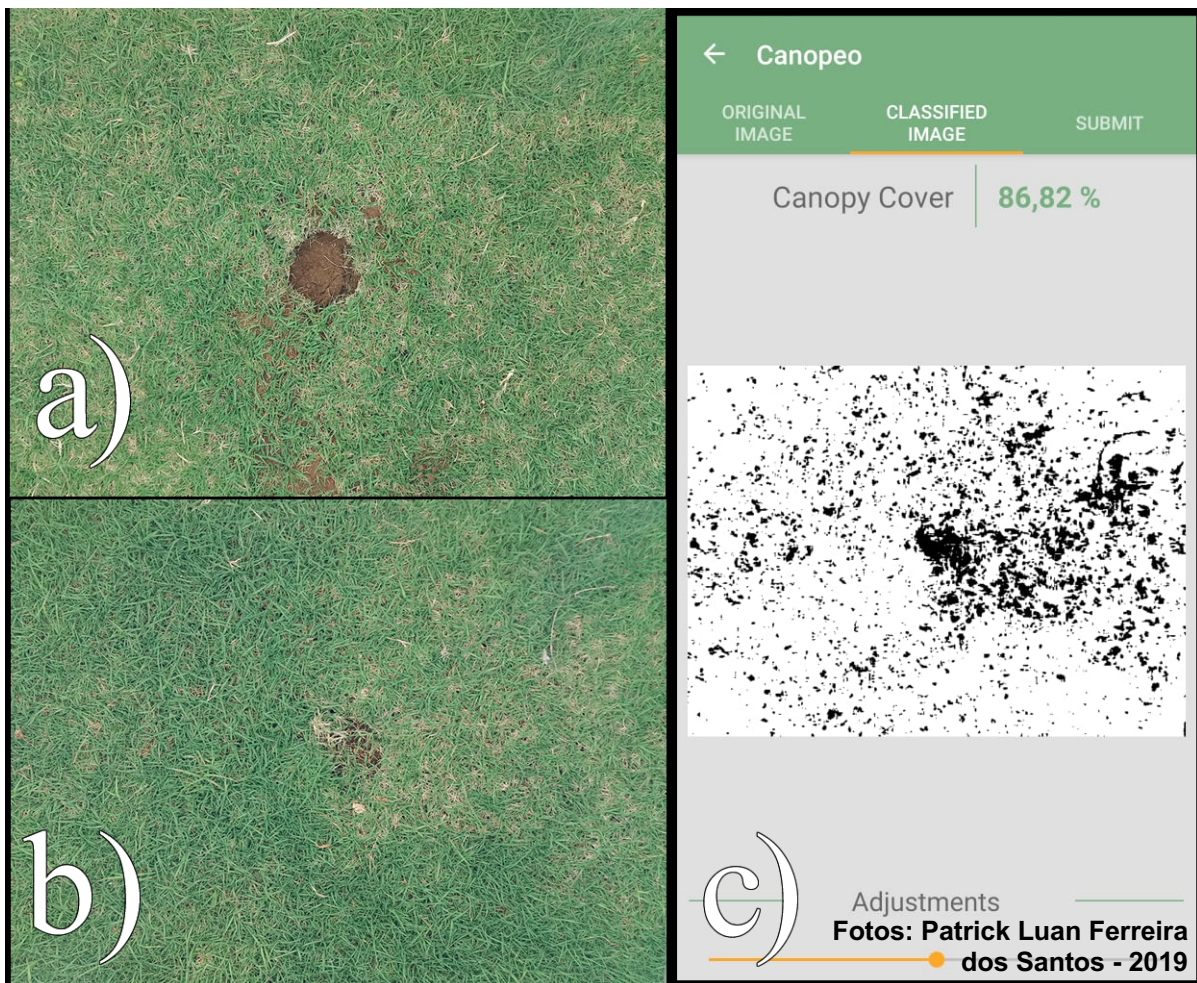
- Análise química foliar das aparas: Para essa variável, as aparas coletadas, foram moídas, e posteriormente determinados os teores de macro e micronutrientes de acordo com a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).
- Comprimento das raízes e massa seca das estruturas vegetativas (raízes+rizomas+estolões): a coleta era realizada ao final de cada estação, com um auxílio de um trado de 6 cm de diâmetro e 20 cm de profundidade (Figura 8a). Onde, após a coleta, era retirado o solo com água corrente e com uma régua graduada, medido o comprimento da raiz (Figura 8b) e posteriormente a amostra foi colocada em estufa a 60° C por 72h, e pesada para determinação da massa seca.

Figura 8 - Avaliação do sistema radicular do gramado (Botucatu-SP 2019-2020)



- Taxa de recuperação do gramado: Nos esportes uma situação frequente é o dano do gramado pela chuteira, assim, a rápida recuperação da área danificada é de extrema importância para manter a qualidade e permitir novos jogos em pouco tempo. A avaliação foi de acordo com a metodologia de Karcher et al. (2005). Para simular o efeito do jogo foi retirado, com um trado, um “plug” (6 cm de diâmetro e 5 cm de comprimento) de cada parcela (Figura 9a). Após 15 dias, foram retiradas fotos do local (Figura 9b), usando uma estrutura denominada “light box” (Figura 14a e 14b) (PETERSON et al.; 2011). As fotos foram processadas pelo software Canopeo® para calcular a taxa de cobertura após a recuperação do dano (Figura 9c) em cada estação.

Figura 9 - a) Simulação de dano no gramado. b) Foto da recuperação da grama.
c) Taxa de cobertura verde pelo Canopeo® (Botucatu-SP 2019-2020)



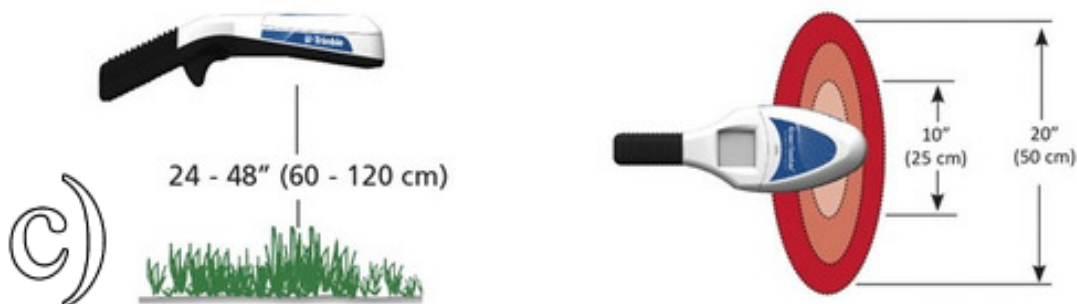
- Resistência mecânica do solo à penetração: Através do Penetrômetro Eletrônico (Solo Track PLG 5300 da Falker) (Figura 10), que tem velocidade constante de 10 m.s^{-1} e permite medições a cada centímetro, sendo que os valores apresentados são a média dos 20 cm superficiais. As medições foram obtidas a partir de uma haste cone de 30° realizadas em 5 pontos por parcela, mensalmente, e verificado o efeito em cada estação do ano.

Figura 10 - Avaliação da resistência mecânica a penetração do solo (Botucatu-SP 2019-2020)



- Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI): Através do aparelho GreenSeeker Handheld portátil (Trimble®) (Figura 11b), posicionado a cerca de 70 cm do gramado (Figura 11a), onde ao ser puxado o gatilho, o sensor é ligado, emite breves rajadas de luz vermelha e de infravermelho, medindo em seguida a quantidade de cada tipo de luz que foi refletida de volta no sensor (Figura 11c). A intensidade da luz detectada é um indicador direto do vigor da planta. O sensor exibe o valor medido em termos de uma leitura NDVI em sua tela de LCD. As leituras NDVI podem variar de 0,00 a 0,99; medindo assim o vigor e densidade da planta.

Figura 11 - a) avaliação do NDVI como aparelho GreenSeeker. b) Detalhe do valor encontrado no aparelho GreenSeeker após avaliação. c) Princípio do funcionamento do aparelho GreenSeeker.



Fonte: c) Abit e Arnall (2017)

3.2.3.3 Determinação da qualidade estética do gramado:

- Índice de cor verde (ICV): Para a determinação da intensidade da coloração verde da folha (ICV) foi utilizado o equipamento Field Scout CM-1000 (Figura 12b), realizando leituras em cada parcela, obtidas paralelamente à superfície do gramado, na altura aproxima de 70 cm (Figura 12a). O aparelho tem o princípio de funcionamento baseado na refletância de luz e, portanto, a leitura é realizada através de um feixe de luz solar, sem que haja o contato da folha com o aparelho, não havendo assim a necessidade de se destacar a folha da grama, podendo ser utilizado independentemente do tamanho da folha. Sendo realizadas análises mensalmente, em cinco postos por parcela, e calculado o valor médio por estação.

Figura 12 - a) Avaliação do índice de cor verde. b) Detalhe do aparelho Field Scout CM1000 (Botucatu-SP 2019-2020)



- ICV do medidor de refletância da luz: Com auxílio do aparelho Field Scout TCM 500 Turf Color Meter (Figura 13b e 13c), que mede o reflexo da luz pela grama no espectro vermelho, verde e azul. O aparelho foi colocado em contato com a grama e pressionado para que não haja a penetração de luz (Figura 13a), o que gera um índice de gramado (0 a 9,9) e valores de RGB (Verde, Azul e Vermelho respectivamente) (0 a 99). Esses valores foram multiplicados pelo índice de 2,57, para chegarem aos resultados reais dos componentes RGB que variam de 0 a 255. Com isso, os valores de RGB foram convertidos em HSB, ou seja Matiz (H), saturação (S) e brilho (B) através do MS Excel, e posteriormente obtido dados de Índice de Cor Verde-Escuro (ICVE) (KARCHER; RICHARDSON, 2003). Sendo realizadas análises mensalmente, em cinco postos por parcela, e calculado o valor médio por estação.

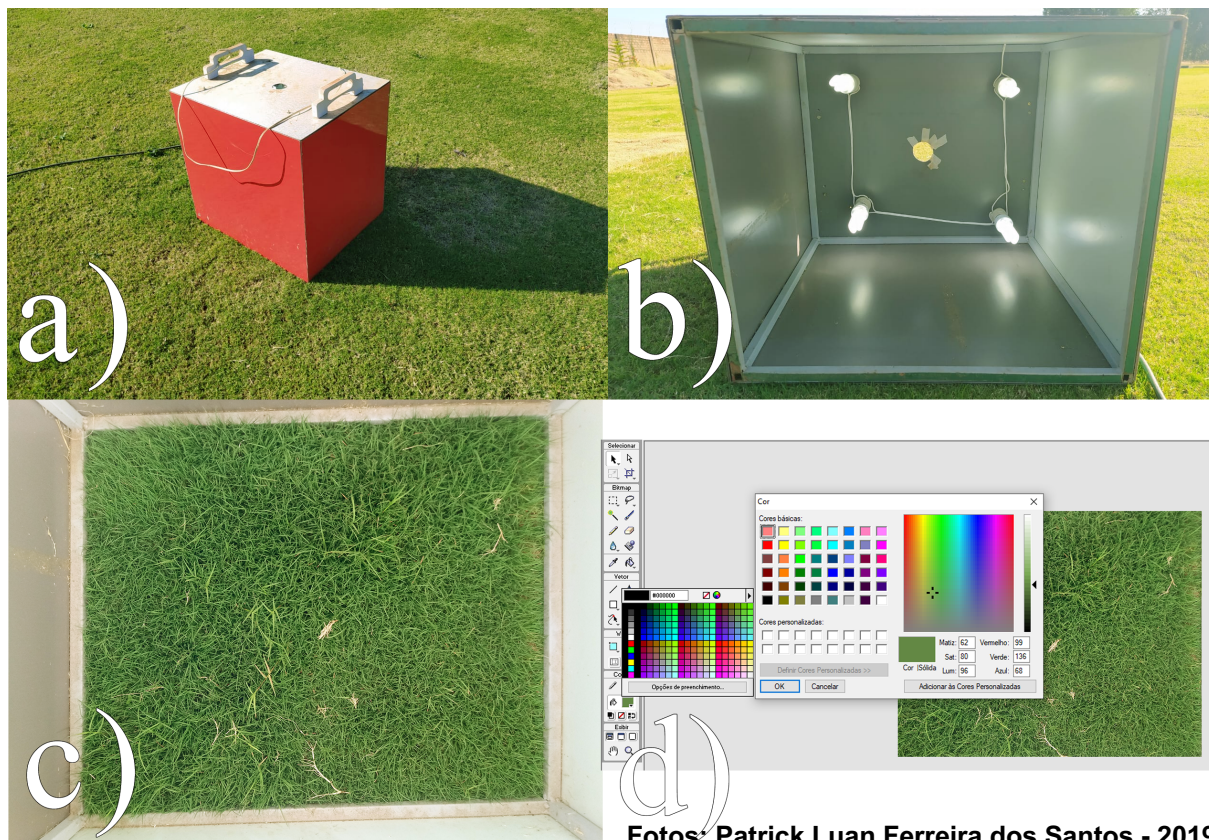
Figura 13 - a) Avaliação do gramado com Field Scout TCM 200. b) Detalhe do aparelho. c) Detalhe do leitor de contato com a grama para realização da leitura. (Botucatu-SP 2019-2020)



Fotos: Patrick Luan Ferreira dos Santos - 2019

- A análise por imagem digital: Através da metodologia descrita por Godoy et al. (2012), onde foi realizada através de fotografias com câmera de 12 Mp, com auxílio de uma estrutura denominada “light box” (PETERSON et al., 2011). A estrutura se trata de uma caixa totalmente vedada (Figura 14a) e com lâmpadas conectadas a energia (Figura 14b), com o objetivo de uniformizar a luminosidade e a área fotografada. As imagens captadas (Figura 14c) foram transferidas para um computador, e com auxílio do programa Adobe Fireworks[®], foi constatado o valor de RGB (Azul, Verde e Vermelho) de cada Imagem (Figura 14d). Como somente o componente verde (G) não define a cor verde, dependendo também dos componentes vermelho (R) e azul (B), os resultados em RGB foram compilados para uma planilha eletrônica no MS Excel e convertidos para valores HSB (matiz, saturação e brilho), e com esses, foi calculado o Índice de Cor Verde-Escuro (ICVE) que varia de 0 – 1 (KARCHER; RICHARDSON, 2003). Sendo realizadas análises mensalmente, em cinco postos por parcela, e calculado o valor médio por estação, e apresentado os valores de G, matiz, saturação, brilho e ICVE.

Figura 14. a) Estrutura da light box. b) Detalhe das lâmpadas para uniformizar a área. c) Foto do gramado utilizando a light box. d) Avaliação dos índices de cor no programa computacional (Botucatu-SP 2019-2020)



Fotos: Patrick Luan Ferreira dos Santos - 2019

3.2.3.4 Avaliação da jogabilidade do gramado:

Todas as avaliações de jogabilidade eram realizadas mensalmente a cada estação do ano, sempre após o corte, para simular as condições de um jogo real.

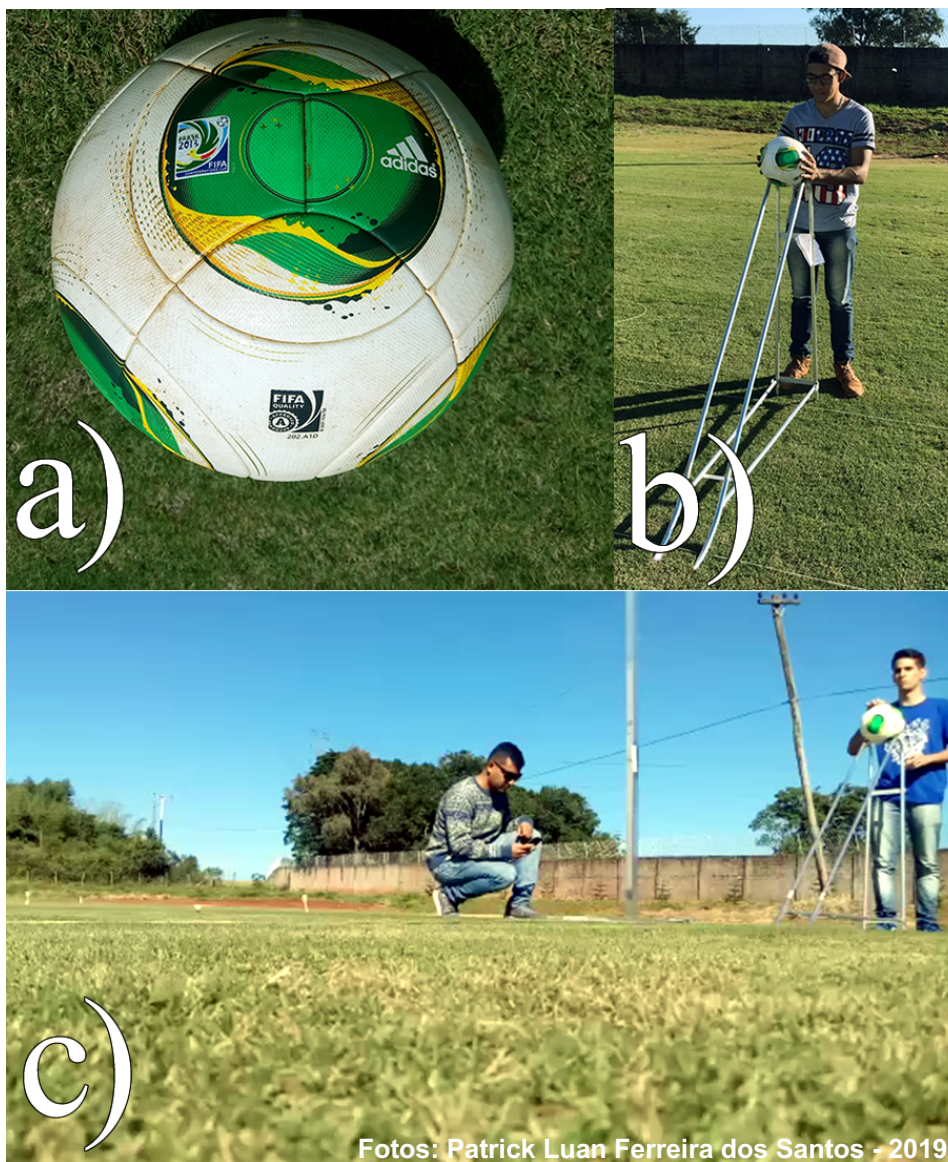
- Resistência do gramado a tração: Através do aparelho específico, medidor de torque (Nm), denominado “Rotational Resistance Tester” - Deltec Metaal® (Figura 15). O objetivo da avaliação foi verificar a interação entre a sola da chuteira e o gramado, relacionada com a habilidade do jogador de mudar de direção quando está correndo. Se a resistência for insuficiente o jogador ficará com o pé solto aumentando as chances de escorregar, e se a resistência for muito forte pode causar estresse nos músculos, ligamento e articulações e ocasionar danos físicos aos jogadores. Eram realizadas 5 medições dentro de cada parcela experimental, em diferentes pontos.

Figura 15 - a) Avaliação da resistência do gramado a tração. b) Detalhe do aparelho Rotational Resistance Tester. c) Cravo que “rasga” o gramado para realização da avaliação. (Botucatu-SP 2019-2020)



- Velocidade do rolamento da bola no campo: sendo realizada de acordo com a metodologia da FIFA (2015), utilizando a bola oficial CAFUSA (Adidas®) (Figura 16a), mantendo-a calibrada na pressão de e 13 psi. A bola era colocada em uma rampa, com ângulo de inclinação de 45° em relação ao gramado, e com 1,0 m de altura (Figura 16b). A bola era então solta na rampa, sem impulso, para rolar suavemente entre as barras paralelas lisas arredondadas (Figura 16c). Após o contato da bola com o gramado até o momento em que ela andasse 5m (dentro da parcela), era feita a medição da velocidade percorrida a partir da base de saída da rampa até o final da parcela. Eram realizadas 4 medições em cada parcela experimental, em 4 diferentes ângulos (0 , 90 , 180 e 270°), e realizada a média da velocidade de rolamento de cada parcela.

Figura 16 - a) Bola oficial da FIFA Cafusa (Adidas®). b) Rampa para avaliação do teste de jogabilidade c) Distância do percurso que a bola deve correr para avaliação. (Botucatu-SP 2019-2020)



- Tempo do quique da bola (rebote): a bola oficial CAFUSA (Adidas®) era mantida a pressão de 13 psi (Figura 18) e posicionada a 2,0 m de altura, e permanecia em cima de uma estrutura metálica específica para essa avaliação (Figura 17a). Ela era então solta naturalmente (Figura 17b), e assim avaliava-se o tempo de rebote que a bola levava ao bater no gramado, subir e voltar a cair novamente no campo, de acordo com metodologia adaptada da FIFA (2015). Eram realizadas 16 medições em cada parcela experimental, posicionadas em 4 diferentes ângulos (0, 90, 180 e 270°) e realizado a média das avaliações.

Figura 17 - Avaliação do quique da bola (rebote). (Botucatu-SP 2019-2020)



Figura 18 - Calibração da bola oficial da FIFA (Cafusa-Adidas®) para mantê-la a pressão de 13 psi. (Botucatu-SP 2019-2020)



3.3 Análise estatística

Os resultados foram avaliados por análise de variância e a teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para comparação de médias, e regressão para as doses quando significativo, utilizando-se do programa estatístico “Statistix 10” para análise dos dados e “Sigma Plot” para confecção dos gráficos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Determinações do solo em que o gramado está instalado

4.1.1. Análises físicas do solo

Os resultados para as análises físicas do solo (Tabela 9), não demonstraram diferença estatística entre os tratamentos, evidenciando que independente da dose de nitrogênio aplicada, ou da irrigação ser realizadas diariamente ou a cada dois dias, as condições físicas do solo permaneceram sem alterações. Em comparação as análises físicas realizadas antes da instalação do experimento (Tabela 2). Observe-se que houve um pequeno aumento nos microporos e diminuição dos macroporos, possivelmente isso ocorreu devido a ação das raízes que foram crescendo e se desenvolvendo ao longo do perfil do solo, e transformando macro em microporos.

Tabela 9 - Análise física de porosidade e densidade da área experimental ao final do experimento (Botucatu-SP 2010)

Frequência de Irrigação	Porosidade Total	Macro Porosidade	Micro Porosidade	Densidade
	----- % -----			Kg dm ⁻³
Diária	45,95 a	14,20 a	31,75 a	1,29 a
A cada 2 dias	45,05 a	13,65 a	31,40 a	1,30 a
DMS	1,36	1,17	0,93	0,01
F Dose	0,807 ns	1,373 ns	0,675 ns	2,120 ns
F frequência	1,834 ns	0,928 ns	0,586 ns	2,052 ns
F(Dose x fre)	1,310 ns	2,463 ns	0,974 ns	4,491 ns
C.V.	4,62	12,96	4,58	1,27

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Os resultados do presente estudo permaneceram acima do que coloca Bigelow et al. (2013), que valores inferiores a 10% de macroporos no solo são prejudiciais ao crescimento radicular de gramados. Entretanto, a USGA (2018) recomenda valores de 15-30% de macroporosidade para gramados esportivos, não estando nenhum dos tratamentos, dentro do recomendado.

Santos, Barcelos e Castilho (2016) trabalhando com compactação de substratos antes da instalação de grama esmeralda, encontraram valores de macroporos variando de 8,68 a 23,09%, estando os valores dentro do recomendado. Contudo, Arrieta, Busey e Daroub (2009) em um campo de golfe composto por grama

bermuda, observaram macroporosidade de 9,11 e 10,10% nas diferentes áreas. Ainda, Santos (2018) avaliando a caracterização física de substratos para desenvolvimento de grama bermuda Tifway 419, observou resultados variando entre 6,83 a 16,07, podendo assim, os valores do presente trabalho estarem normais após 1 ano de desenvolvimento da grama bermuda.

Ainda, ao avaliar os valores de microporosidade, esses ficaram próximos dos recomendados para campos esportivos de grama bermuda por Arrieta, Busey e Daroub (2009) (40,52 e 40,75%), do observado por Santos (2018) para o tratamento de apenas solo argiloso no cultivo de Tifway 419 (44,0%), e dos níveis considerados ótimos para cultivos de plantas (45 a 55%) sugerido por Lopes et al. (2008).

A soma dos macro com microporos resulta na porosidade total, onde, para campos esportivos a base ideal de desenvolvimento do gramado, é aquela que apresenta maior porosidade, porque além de ocorrer melhor infiltração de água, facilita o crescimento radicular, se tornando o meio no qual as raízes se desenvolvem (MATEUS et al., 2017). Assim, gramados esportivos de alta performance são instalados em uma base com alta porcentagem de areia (MATEUS et al., 2020). Entretanto, para o presente trabalho, os valores são considerados ideais, pois após 1 ano de experimento, os resultados permaneceram dentro do recomendado pela USGA (2018) (35-55%), evidenciando que mesmo sendo em solo, não houve limitações para o desenvolvimento da grama, e que o mesmo pode ter se desenvolvido sem problemas devido as características físicas do solo.

Os resultados ainda ficaram próximos dos de Lewis et al. (2010) (44%), Santos (2018) (41,73 a 50,83%) e Nascimento (2020) (45,8 a 50,47%) para trabalhos com grama bermuda.

Para a densidade dos tratamentos, os resultados da Tabela 9, também permaneceram dentro das recomendações da USGA (2018), onde para o intervalo adequado de porosidade total citado anteriormente, é esperado densidade de 1,19 a 1,72 kg dm⁻³, o que no presente estudo foi observado. Dhanalakshmi, Bhaksar e Subbaramma (2018) trabalhando com grama bermuda, constataram densidade de 1,35 kg dm⁻³ no solo e Santos (2018), valores variando de 1,20 a 1,54 kg dm⁻³ também trabalhando com grama bermuda. Resultados esses muito próximos do presente trabalho. Contudo, fora dos observados por Nascimento et al. (2020) (1,98 a 2,18 kg dm⁻³) em trabalho com compactação para o desenvolvimento de grama bermuda.

Entretanto, vale destacar que as gramas conseguem se desenvolver muito bem em locais com extrema compactação, uma vez que fazendas de produção o tráfego de máquinas e implementos é intenso, o que pode ocasionar compactação excessiva do solo. Além disso, essas áreas são utilizadas por vários anos, sem que se mobilize o solo de maneira efetiva, e a passagem do rolo compactador antes da colheita maximiza a compactação do solo (GODOY et al., 2012; NASCIMENTO, 2021). Sendo assim, no presente estudo, mesmo que o solo não estivesse permanecido dentro do estabelecido para desenvolvimento da grama bermuda em campos esportivos, o gramado poderia se desenvolver, contudo, com algumas limitações.

4.1.2 Análise química do solo

Os resultados observados na Tabela 10, evidenciaram que não houve interação entre os fatores, e independente da irrigação ser diária ou a cada dois dias, o comportamento da análise química do solo será a mesma, não havendo diferença estatística entre os resultados. Entretanto, nota-se que para o fator dose, todos os resultados exceto M.O. e P, foram estatisticamente diferentes, isso é dizer, que dependendo da dose de sulfato de amônio que for utilizada, haverá diferença nas características químicas do solo, após um ano de cultivo da grama bermuda.

Tabela 10 - Resultado da análise química do solo da área experimental ao final de 1 ano do experimento (Botucatu-SP 2020)

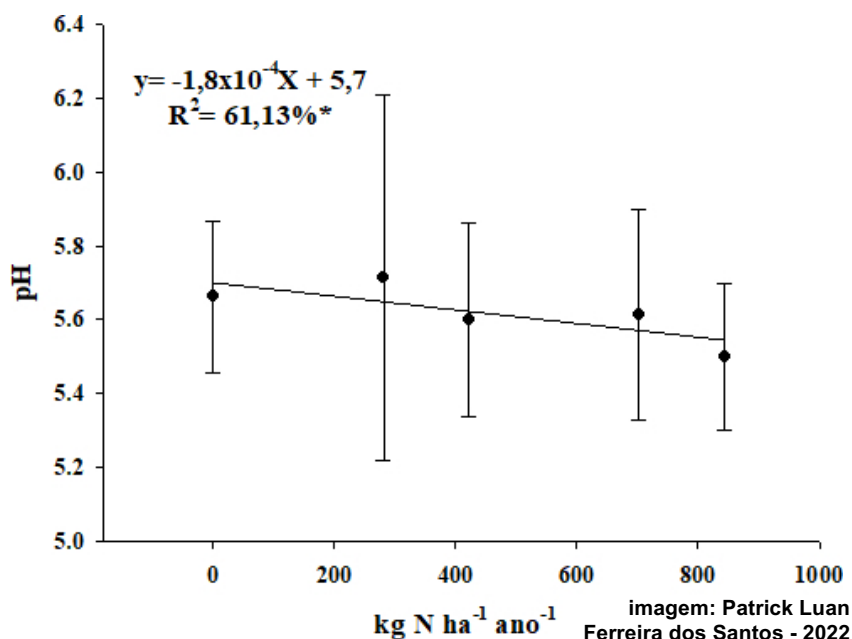
Freq.	pH	M.O.	P _{resina}	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
Irrigação	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----			mmol _c dm ⁻³	-----		%
Diária	4,9 a	12 a	39 a	23 a	2,3 a	11 a	4 a	17 a	40 a	42 a
A cada 2 dias	5,1 a	14 a	36 a	21 a	2,5 a	12 a	5 a	19 a	41 a	46 a
DMS	0,22	2,2	9,2	1,8	0,21	6	1,3	6	6	5
F Dose	0,523*	0,141 ^{ns}	0,856 ^{ns}	0,916**	1,213*	0,693**	1,077*	0,454*	0,573*	0,083*
F frequência	0,439 ^{ns}	1,979 ^{ns}	2,525 ^{ns}	0,570 ^{ns}	1,376 ^{ns}	0,087 ^{ns}	3,819 ^{ns}	0,347 ^{ns}	0,631 ^{ns}	0,041 ^{ns}
F (Dose x fre)	1,108 ^{ns}	0,656 ^{ns}	0,684 ^{ns}	0,646 ^{ns}	0,867 ^{ns}	0,140 ^{ns}	0,350 ^{ns}	0,147 ^{ns}	0,082 ^{ns}	0,478 ^{ns}
C.V.	5,52	19,33	44,71	18,06	19,05	42,64	22,64	32,15	20,67	12,0

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

De acordo com Singh et. al. (2013), o pH ideal para desenvolvimento de grama bermuda, está situado entre 6,0-8,0, estando os resultados do presente estudo fora do recomendado. Já Baldwin et al. (2005) afirmaram que a grama bermuda é tolerante às condições de alta acidez do solo, e observaram a redução no crescimento da parte aérea desta espécie com o aumento do teor de Al no solo, contudo ao reduzirem o pH de 6,5 para 4,0, sem a presença de Al, não houve alteração no crescimento da grama. O mesmo foi observado por Santos (2018) que constatou bom desenvolvimento do gramado em pH abaixo de 6,0 sem a presença de alumínio. No entanto, Godoy et al. (2012) citaram que podem ocorrer variações da tolerância à acidez do solo, em diferentes híbridos de grama bermuda.

Ao comparar os resultados do pH antes do início do experimento (Tabela 4) com os resultados do final do projeto (Tabela 10), não foi observado reduções drásticas, uma vez que ele se encontra com o valor de 5,1. Contudo, levando em consideração que foi realizada a calagem antes do início da aplicação dos tratamentos, visando elevar o V% a 70%, a redução observada ao final do projeto, pode ser considerada alta, ainda mais quando observamos os resultados da saturação por bases encontradas (42 e 46% respectivamente F1 e F2). Isso, ocorreu, pois de acordo com Martins (2016) o sulfato de amônio acidifica o solo em grande quantidade, formando, após a reação de nitrificação, dois H^+ para cada NH_4^+ adicionado. Fato esse fica mais evidente ao observar o gráfico de regressão de pH (Figura 19) com regressão linear de primeira ordem, evidenciando que com o aumento das doses, menor será o pH do solo após 1 ano de cultivo do gramado. Assim, para cada ano após o uso desse fertilizante, deve-se realizar o monitoramento da química do solo e realizar a aplicação do calcário a fim de maximizar as condições do solo para o desenvolvimento do gramado.

Figura 19 - pH do solo do gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio (kg N ha⁻¹ ano⁻¹) após 1 ano de cultivo.



*- significância de 5% da regressão.

Para a matéria orgânica, Rajj (2011) considera que o solo, para fins práticos, deva conter em média 342 g dm⁻³, contudo, Santos (2018) em experimento com grama bermuda, observaram valores variando de 6 a 48 g dm⁻³, estando esses dentro do presente estudo.

Com relação aos valores de P, Godoy e Villas Bôas (2003) afirmaram que teores acima de 15 mg dm⁻³ podem ser considerados adequados para gramados. Todavia, Christian (1998) foi mais restrito, e mencionou que teores acima de 20 mg dm⁻³ são altos no desenvolvimento das gramas, evidenciando assim, que os resultados do presente estudo estão de acordo com o recomendado. Entretanto, a nova atualização do boletim 100, coloca que para grama bermuda em campos de futebol que contenha no solo 16-40 mg dm⁻³ é recomendado a aplicação de P₂O₅ suplementar (40 kg ha⁻²) (GODOY et al., 2022), dessa forma, para o próximo ano de manutenção do gramado seria essencial a suplementação com P.

Com relação as bases trocáveis observadas na Tabela 10, nota-se que o K, permaneceu com resultados considerados baixos por Godoy e Villas Bôas (2003) (4,5 mmol_c dm⁻³), contudo, acima do observado por Santos (2018) em solo argiloso (0,3 mmol_c dm⁻³) em trabalho com grama bermuda. De acordo com Godoy et al. (2022), valores entre 1,6 a 3,0 mmol_c dm⁻³, devem receber uma adubação suplementar de 40

40 kg ha⁻² para campos de futebol, estando os valores do presente estudo, dentro dessa faixa. Já sobre o Ca e o Mg, Raij (2011) citou que teores médios de Ca e Mg estão situados entre 4-7 e 0-4 mmol_c dm⁻³, onde esses teores estão abaixo do observado no presente trabalho para o Ca e próximos dos de Mg, enquanto Santos (2018) observou resultado de 12 e 8 mmol_c dm⁻³ para Ca e Mg respectivamente, em análise de solo argiloso no cultivo de grama bermuda, estando próximo dos resultados encontrados para Ca, e abaixo dos de Mg.

4.1.1 Análise da solução do solo

Os resultados para a análise da solução do solo demonstraram que houve interação entre os fatores (frequência de irrigação e doses de nitrogênio) apenas durante a primavera e outono, tanto para condutividade elétrica quanto para o NO₃⁻ (Tabela 11 e 12). Observa-se ainda que a frequência de irrigação não foi significativa apenas durante o verão, possivelmente pelo fato dessa época do ano o volume de chuvas ter sido bem maior (823,3 mm) (Tabela 1) que as demais estações, o que ocasionou um efeito diluição dos nutrientes, e conseqüentemente da CE. Independente disso, para o inverno, primavera e outono, a CE e o nitrato da solução foram superiores quando o gramado era irrigado a cada dois, do que quando irrigado diariamente. Com relação as doses de N, essas demonstraram regressões crescentes e positivas com o aumento do nutriente, independente da estação do ano. Para as duas variáveis analisadas (CE e NO₃⁻) as doses de N apresentaram significância dos resultados a 1% de probabilidade (Figura 20).

Destaca-se ainda que as duas variáveis analisadas, podem ser consideradas proporcionais, uma vez que o aumento das doses de N, aumentaram a disponibilidade de nitrato no solo, e conseqüentemente a condutividade elétrica, devido a maior disponibilidade do nutriente na solução do solo.

Tabela 11 - Condutividade elétrica (CE) da solução do solo do gramado ‘Tifton 419’ em função da frequência de irrigação nas estações do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020)

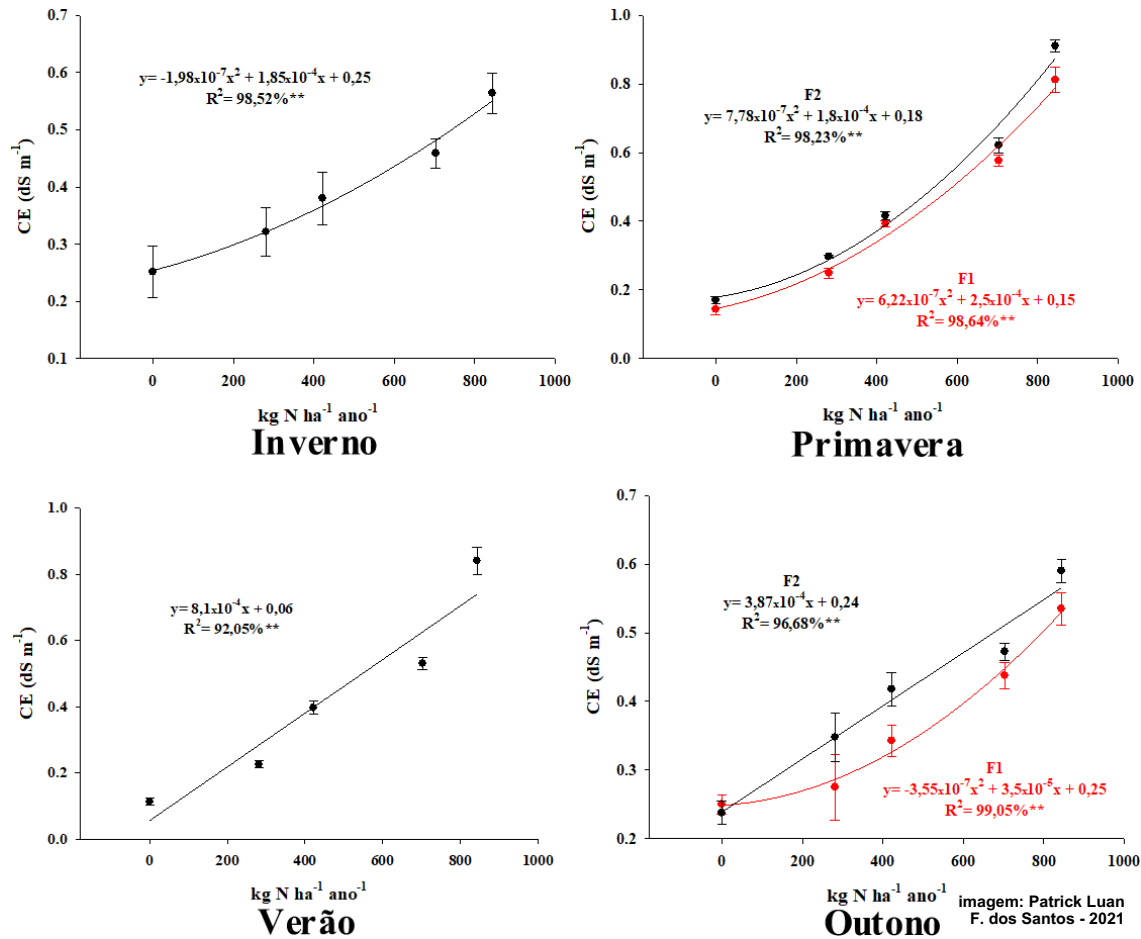
Frequência de irrigação	----- CE (dS m ⁻¹) -----			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	0,36 b	0,43 b	0,42 a	0,37 b
A cada 2 dias	0,42 a	0,48 a	0,42 a	0,41 a
DMS	0,02	0,12	0,01	0,16
F dose	142,138 **	1883,472 **	1111,336 **	188,307 **
F frequência	33,911 **	69,467 **	0,622 ns	30,916 **
F (Dose x freq.)	0,516 ns	5,359 **	0,169 ns	3,941 *
C.V.	7,29	3,98	5,72	6,55

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Andrade (2016) trabalhando com ‘Tifway 419’ também encontrou diferença entre frequências de irrigação para a CE durante a primavera, entretanto no verão foi observado significância entre os resultados, corroborando com os dados do presente estudo.

Maiores doses de nitrogênio, apresentaram maiores teores de CE tanto para primavera, quanto para o verão (Figura 1), o que evidenciou regressões de segunda ordem e positiva na primavera e primeira ordem e positiva no verão. Os dados do presente estudo corroboram com o citado por Schlotter et al. (2012), que dizem que o aumento da CE na solução do solo indica a maior presença de íons no solo, e também foi observado por Silva et al. (2020) em grama bermuda Discovery™ em função da aplicação de doses de lodo de esgoto. Entretanto, não existe um valor ideal de referência para a espécie, todavia, Andrade (2016) encontrou um intervalo variando de 0,5 a 1 dS m⁻¹ em experimento com ‘Tifway 419’ em função de doses de nitrogênio, e os resultados do presente estudo estão próximos do mencionado (Figura 20).

Figura 20 - Análise de regressão da condutividade elétrica (CE) da solução do solo do gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio (kg N ha⁻¹ ano⁻¹) nas diferentes estações do ano



F1- Frequência de irrigação diária. F2- Frequência de irrigação a cada dois dias. *- significância de 5% da regressão. **- significância de 1% da regressão.

Da mesma forma como o comportamento da CE, o nitrato extraído da solução do solo apresentou apenas interação entre os fatores, na primavera e no outono, enquanto o verão e inverno, apenas as doses foram estatisticamente diferentes (Tabela 12). Mostrando assim, que essas duas variáveis são correlacionadas, e o gramado irrigado a cada dois dias na primavera e no outono mantém mais íons de NO₃⁻ que uma irrigação diária. Já no verão devido ao intenso volume de chuvas, esses íons acabam sendo lixiviados com maior intensidade, e as respostas com relação ao turno de irrigação ideal, acabam sendo iguais. Entretanto, Andrade (2016) observou diferença no nitrato da solução, entre os turnos de irrigação (diários e 3 vezes por semana) durante o verão, enquanto a primavera, os valores de NO₃⁻ foram estatisticamente iguais. O mesmo foi observado por Silva (2016) em grama bermuda

Tifway 419 durante o outono/inverno, que não observaram diferença em NO_3^- entre as doses de N aplicadas. Não corroborando assim com os dados do presente estudo.

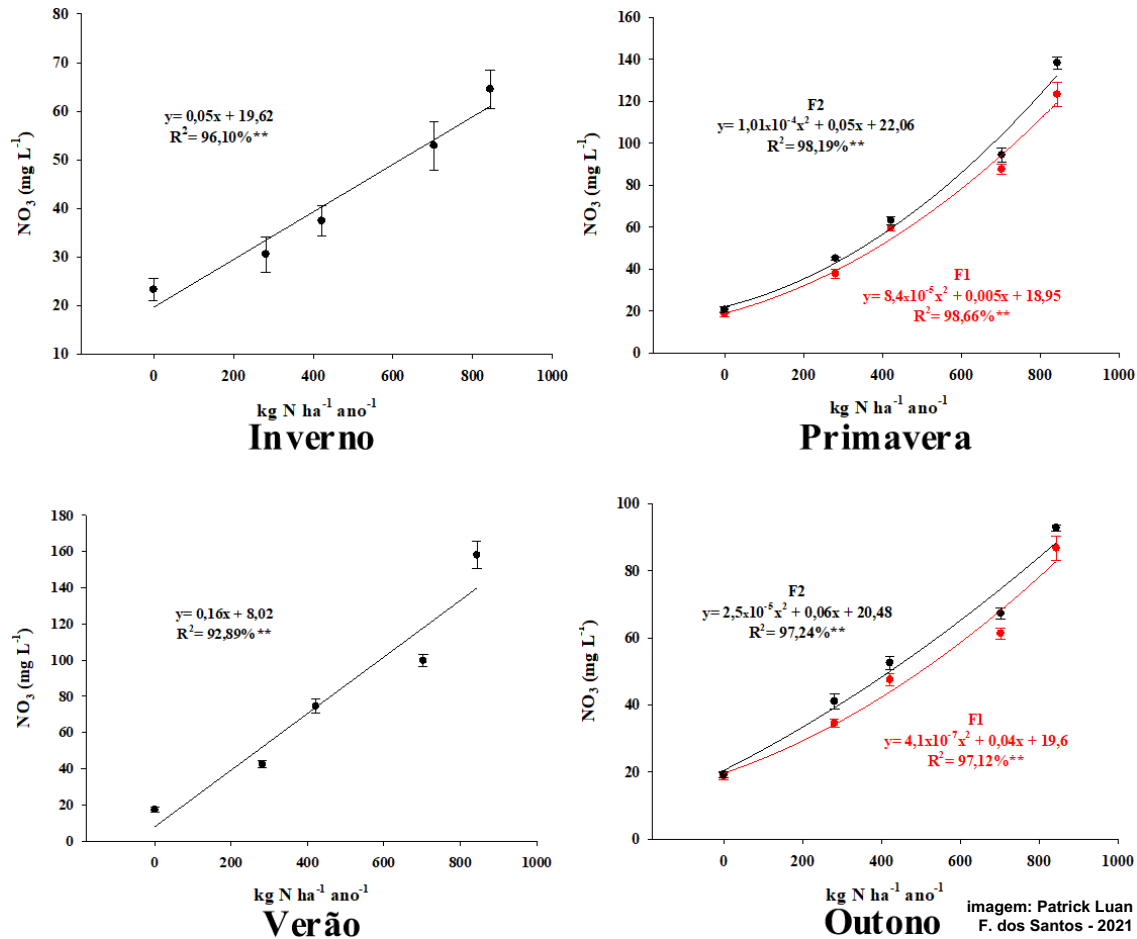
Tabela 12 - Nitrato (NO_3^-) da solução do solo do gramado 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação nas estações do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020).

Frequência de irrigação	----- NO_3^- (mg L ⁻¹) -----			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	40 b	65 b	78 a	50 b
A cada 2 dias	44 a	75 a	79 a	54 a
DMS	1,71	1,73	2,89	1,21
F dose	319,604 **	2130,907 **	1186,282 **	1632,839 **
F frequência	35,377 **	67,056 **	0,552 ns	65,517 **
F (Dose x freq.)	0,787 ns	7,136 **	0,133 ns	3,455 *
C.V.	6,37	3,88	5,71	3,6

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

O aumento das doses de nitrogênio, resultaram em gráficos de regressão de segundo grau para a primavera e outono, e de primeiro grau no verão inverno (Figura 21). Assim, a aplicação de sulfato de amônio como fonte de N, conseguiu aumentar os valores de nitrato presentes na solução do solo. Andrade (2016) também encontrou gráficos de regressão de NO_3^- na solução do solo, em função do aumento das doses de N, com intervalos variando de 25 a 158 mg L⁻¹, estando esses próximos aos do presente estudo. O mesmo foi observado por Silva et al. (2020) em experimento avaliando doses crescentes de adubação em orgânica em grama bermuda Discovery™ durante o outo/inverno, onde o aumento dos fertilizantes, proporcionou incrementos na solução do solo de NO_3^- .

Figura 21 - Análise de regressão do nitrato (NO_3) da solução do solo do gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio ($\text{kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) nas diferentes estações do ano



F1- Frequência de irrigação diária. F2- Frequência de irrigação a cada dois dias. *- significância de 5% da regressão. ** - significância de 1% da regressão.

4.2 Desenvolvimento do gramado

4.2.1 Altura

A altura das folhas evidenciou que as doses de N influenciaram nos resultados encontrados (Tabela 13), onde com o aumento das mesmas houve maior crescimento da parte aérea (Figura 22). Contudo, a frequência de irrigação a cada dois dias, acabou interferindo no crescimento, evidenciando menor altura nas estações de inverno, primavera e verão. Fato esse é essencial para campos esportivos, uma vez que o gasto com cortes da parte aérea encarece o custo de manutenção da área gramada (SANTOS; CASTILHO, 2018). Destaca-se ainda, que é nítido que o gramado apresenta maior crescimento durante a primavera/verão, do que no outono/inverno, possivelmente pelo fato de que nessas épocas, a disponibilidade de chuvas e temperatura foram maiores. O verão, foi a única estação a não apresentar diferença

entre os resultados para o manejo de irrigação adotado, apenas as doses de N influenciaram nos resultados.

Andrade (2016) também encontrou apenas diferença estática para a altura durante a primavera em experimento com 'Tifway 419' em função de dois turnos de irrigação, sendo que no verão os resultados foram estaticamente iguais, corroborando com os dados do presente estudo.

Tabela 13 - Altura do gramado 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação nas estações do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020).

Frequência de irrigação	----- Altura (mm) -----			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	23 a	36 a	39 a	27 a
A cada 2 dias	22 b	35 b	39 a	25 b
DMS	0,9	1,1	1,5	0,7
F dose	53,299 **	183,857 **	230,786 **	197,389 **
F frequência	12,736 **	11,440 **	0,173 ns	34,286 **
F (Dose x freq.)	4,564 *	5,486 **	0,113 ns	9,482 **
C.V.	6,03	4,86	5,83	4,11

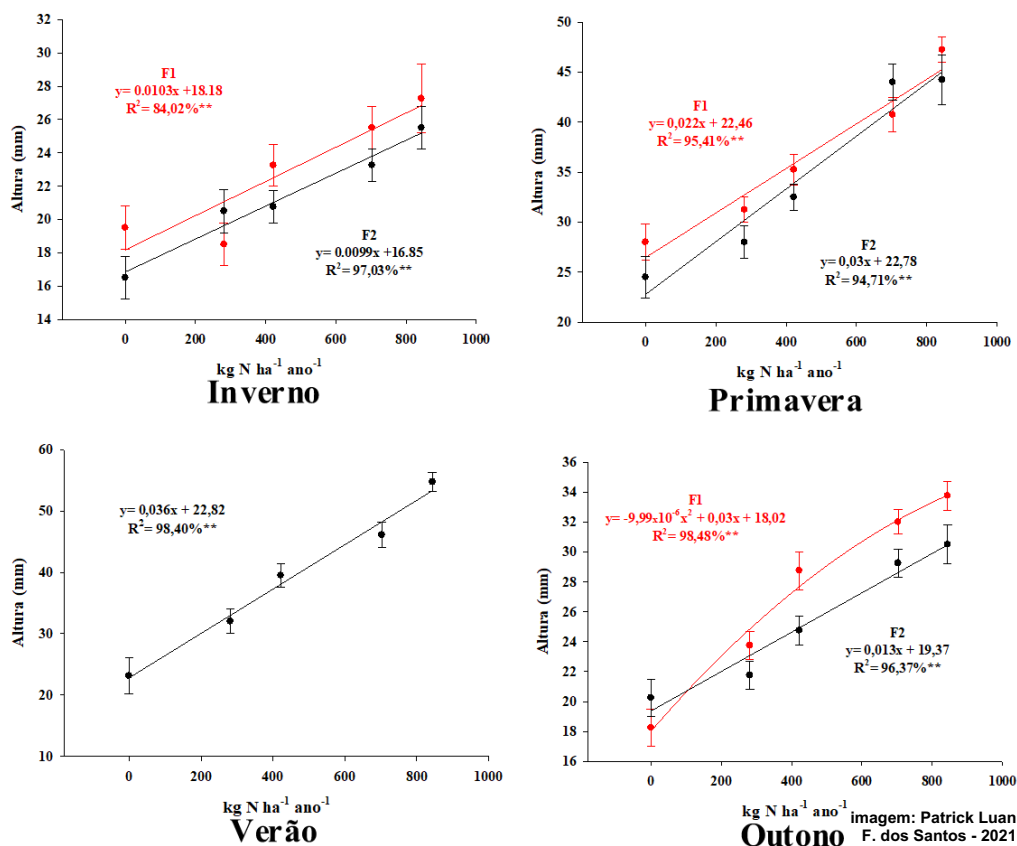
Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Os gráficos de regressão encontrados no presente estudo, apresentaram equações de 1 ordem crescentes e positivas para as estações de inverno, primavera e verão, e de segunda ordem no outono, sendo todas com significância de 1% (Figura 22). Com o aumento das doses, houve incremento na altura do gramado, sendo que a dose maior, proporcionou mais crescimento. Isso se deve, pois conforme as doses de N proporcionaram maiores resultados de CE e NO₃- (Figura 20 e 21), houve maior concentração de clorofila foliar e a grama respondeu em crescimento (PRATES et al., 2020). Andrade (2016) e Silva (2016) em trabalho com 'Tifway 419' também constataram maior crescimento em altura do gramado em função do aumento das doses de N. O mesmo se confirma em experimentos com outras bermudas, como os

de Silvério et al. (2020) e Prates et al. (2020), em trabalhos com adubação em Discovery™, Lima et al. (2015) em `Celebration` e Mateus et al. (2020) com `Tifdwarf`.

Contudo, segundo Godoy et al. (2012) doses elevadas resultam em crescimento vegetativo mais rápido, aumentando a altura do gramado, e consequentemente o número de cortes e, assim, o custo de manutenção (SANTOS; CASTILHO, 2018; SILVA et al., 2020). Ainda, para campos esportivos, maior crescimento em altura das folhas, resulta em menor desenvolvimento radicular, e o gramado se torna mais susceptível a doenças e pragas, e menos resistente, diminuindo sua jogabilidade (CIRERA, 2019). Dessa forma, é essencial encontrar a dose que possa ao mesmo tempo proporcionar excelente estética da grama, sem crescimento excessivo e que possa proporcionar condições ideais para o jogo. Estando talvez, as doses entre 421,88 e 703,13 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ como resultados promissores.

Figura 22 - Análise de regressão da altura do gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio (kg N ha⁻¹ ano⁻¹) nas diferentes estações do ano



F1- Frequência de irrigação diária. F2- Frequência de irrigação a cada dois dias. *- significância de 5% da regressão. **- significância de 1% da regressão.

4.2.2 Massa seca acumulada das aparas

A massa seca acumulada das aparas apresentou resultados semelhantes da altura do gramado, onde uma frequência de irrigação a cada dois dias fez com que o grama apresentasse menor acúmulo de biomassa vegetal (Tabela 10), o que conseqüentemente diminui a necessidade de cortes para manutenção da estética da grama, e descarte de aparas (AMARAL et al., 2019). Houve interação entre os fatores para as estações de inverno, primavera e outono, enquanto no verão apenas as doses de nitrogênio influenciaram nos resultados. Os gráficos encontrados (Figura 23) foram para o inverno de 2° ordem em F1 e 1° ordem para F2, já na primavera as duas frequências constataram regressão linear, e o mesmo se repete no verão, para a análise do fator isolado. No outono a equação da reta foi de 2° ordem para F1 e 1° ordem para F2. Independentemente dos resultados observados para as diferentes estações, o aumento da adubação com doses de nitrogênio apresentou maior acúmulo de biomassa vegetal, sendo esse mais acentuado durante a primavera/verão, do que nos meses de outono/inverno. A maior disponibilidade de chuvas e temperatura fez com que ocorresse maior acúmulo nessas estações.

Tabela 14 Massa seca acumulada das aparas do gramado ‘Tifton 419’ em função da frequência de irrigação nas estações do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020)

Frequência de irrigação	----- Massa seca (kg ha ⁻¹) -----			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	410,50 a	695,23 a	763,51 a	473,95 a
A cada 2 dias	364,20 b	677,00 b	752,74 a	451,96 b
DMS	18,54	12,11	18,54	8,31
F dose	110,782 **	1022,615 **	570,248 **	302,322**
F frequência	26,01 **	9,438 **	1,408 ns	29,256 **
F (Dose x freq.)	2,398 *	3,481 *	0,9346 ns	4,356 **
C.V.	7,41	2,73	3,79	2,78

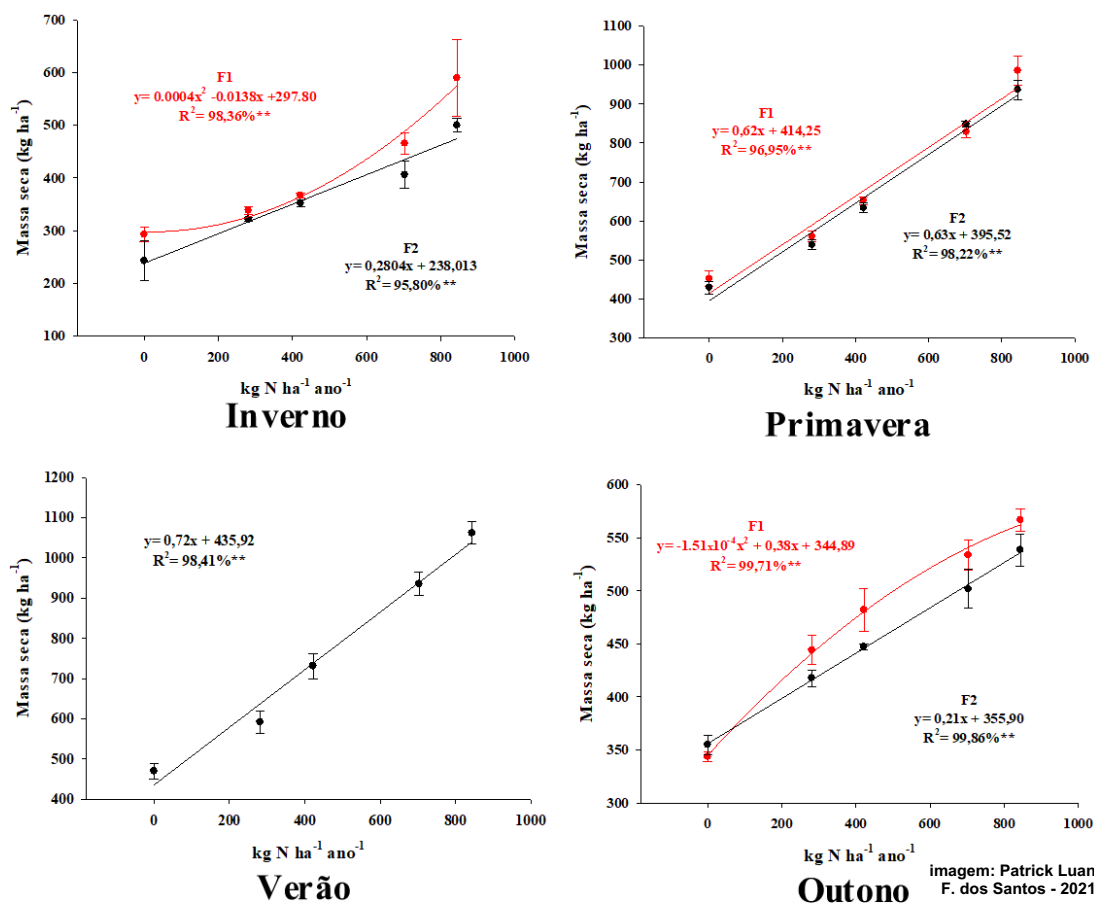
Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Andrade (2016) não encontrou diferença no acúmulo de massa na primavera, apenas durante o verão em experimento com frequência de irrigação em 'Tifway 419', não corroborando com os dados do presente estudo. Já Mateus et al. (2020) também observaram maior acúmulo de massa seca em grama bermuda 'Tifdwarf' durante o verão do que nas demais estações do ano, em avaliação em dois campos de golfe, o mesmo que aconteceu no presente trabalho (Tabela 14).

Os gráficos encontrados para massa seca, constataram regressões lineares e quadráticas para as estações (Figura 23), e conforme descrito anteriormente, o N proporcionou maior crescimento em altura (Figura 22), e conseqüentemente ele apresentou maior produção de massa seca (Figura 23), mostrando assim que o volume de massa produzida se correlaciona com a altura do gramado.

Entretanto, maior produção de massa, implica em maior gasto para manutenção do corte do gramado (GAZOLA et al., 2015; SANTOS; CASTILHO, 2018; AMARAL et al., 2019). Trabalhos com adubação em gramas bermudas corroboram com o encontrado no presente estudo, onde maiores doses de N, houve incremento na produção de massa seca, como em Discovery™ (PRATES et al.; 2020; SILVÉRIO et al. 2020), 'Tifway 419' (ANDRADE, 2016; SILVA, 2016) e 'Celebration' (LIMA et al., 2015).

Figura 23 - Análise de regressão da massa seca acumulada das aparas do gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio ($\text{kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) nas diferentes estações do ano



F1- Frequência de irrigação diária. F2- Frequência de irrigação a cada dois dias. *- significância de 5% da regressão. **- significância de 1% da regressão.

4.2.3 Comprimento da raiz

De forma contrária a altura e massa seca acumulada, uma frequência de irrigação a cada dois dias, fez com que o comprimento de raiz fosse maior (Tabela 15). Fato esse é essencial para campos esportivos, uma vez que um sistema radicular mais profundo, faz com que o gramado se torne mais resistente. Assim, para todas as estações, houve diferença entre o fator “frequência de irrigação”, contudo, apenas no verão, não houve interação entre os fatores. Independente disso, o aumento das doses fez com que ocorresse diminuição do comprimento da raiz (Figura 24), possivelmente pelo fato de que a grama cresceu mais verticalmente e apresentou poucas reservas para estimular a produção de raiz. Também, com maior disponibilidade de N, o gramado não foi “buscar” o nutriente em profundidade.

Entretanto, como é observado nas estações de inverno, primavera e outono, a irrigação a cada dois dias, fez com que ocorresse um maior estímulo para o aumento da raiz, evidenciando, que o gramado, quando irrigado a cada dois dias, aumenta o sistema radicular, mesmo com altas doses de N.

Tabela 15 - Comprimento da raiz do gramado 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação nas estações do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020)

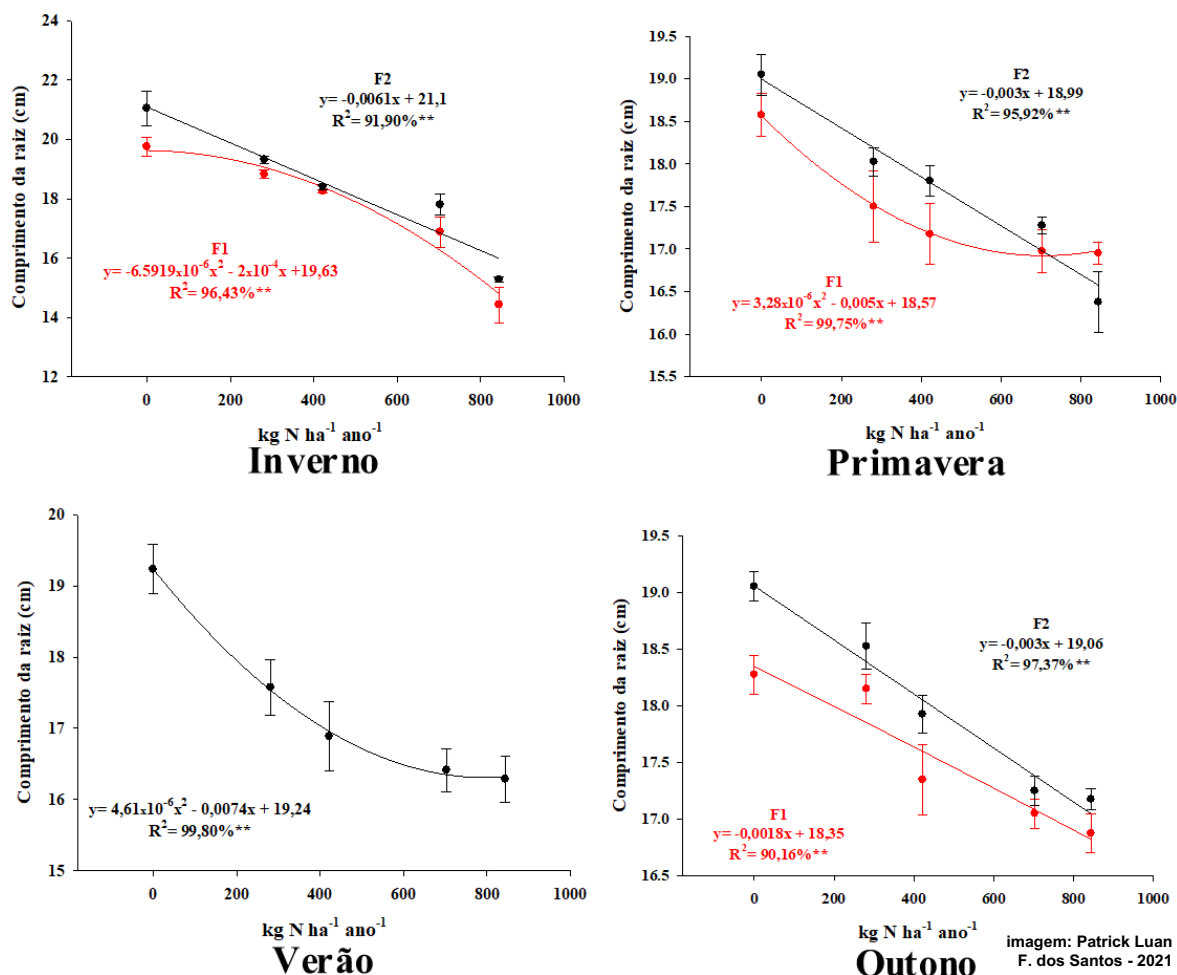
Frequência de irrigação	----- Comprimento da raiz (cm) -----			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	17,6 b	17,4 b	17,1 b	17,5 b
A cada 2 dias	18,3 a	17,7 a	17,4 a	18,0 a
DMS	0,2	0,2	0,2	0,1
F dose	279,801 **	74,373 **	93,466 **	137,211 **
F frequência	44,67 **	10,390 **	8,236 **	65,463 **
F (Dose x freq.)	3,08 *	6,755 **	0,535 ns	3,500 *
C.V.	1,96	1,51	2,04	0,98

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Esses resultados observados corroboram com o citado por Saad et al. (2008) que colocam que a medida que o teor de água no solo diminui, há um decréscimo quase linear no alongamento celular que pode refletir na redução do crescimento do gramado, contudo ocorre o estímulo para o crescimento das raízes em profundidade (PADRÓN et al., 2015) para buscar reservas hídricas, e isso, em longo prazo, pode resultar em um gramado de melhor qualidade, com menor tempo de recuperação e com maior capacidade de absorver água e nutrientes.

Entretanto, Silva (2016) não observou influência da frequência de irrigação no comprimento do sistema radicular em Tifway 419, o mesmo foi constatado por Begueline (2021) trabalhando com déficit hídrico em grama esmeralda.

Figura 24 - Análise de regressão do comprimento da raiz do gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio ($\text{kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) nas diferentes estações do ano



F1- Frequência de irrigação diária. F2- Frequência de irrigação a cada dois dias. *- significância de 5% da regressão. **- significância de 1% da regressão.

4.2.3 Massa seca de raiz, rizoma e estolão

A massa seca da raiz, rizomas e estolão apresentou resultados semelhantes ao comprimento radicular, onde a frequência de irrigação influenciou nos resultados, evidenciando que um turno de rega a cada dois dias, proporcionou maior biomassa vegetal para essa variável (Tabela 16). Contudo, houve interação entre os fatores apenas para as estações da primavera e outono, a 1% de significância. Dentre as 4 estações avaliadas, a maior densidade da biomassa vegetal foi encontrada no inverno e outono respectivamente, enquanto a menor, foi no verão. Ainda os dados evidenciaram para todas as estações, regressões quadráticas de segunda ordem (Figura 25), mostrando que com o aumento das doses de nitrogênio, ocorre

diminuição da massa seca de raiz, rizoma e estolão. Contudo, para primavera e verão, onde houve interação entre os fatores, é nítido que a frequência de irrigação a cada dois dias conseguiu aumentar a densidade de massa seca dessas estruturas.

Ao observar os dados de massa seca das aparas (Tabela 14) com o volume de raiz (Tabela 16), é nítido que essas variáveis são inversamente proporcionais. Inferindo assim, que quando o gramado tem maior crescimento vertical, as estruturas vegetativas e a raiz acabam tendo seu desenvolvimento prejudicado, sendo então, essencial equilibrar a dose correta de nitrogênio que possa possibilitar o melhor desenvolvimento de ambas as estruturas. Podendo assim, ser uma excelente opção as doses entre 421,88 e 703,13 kg N ha⁻¹ ano⁻¹.

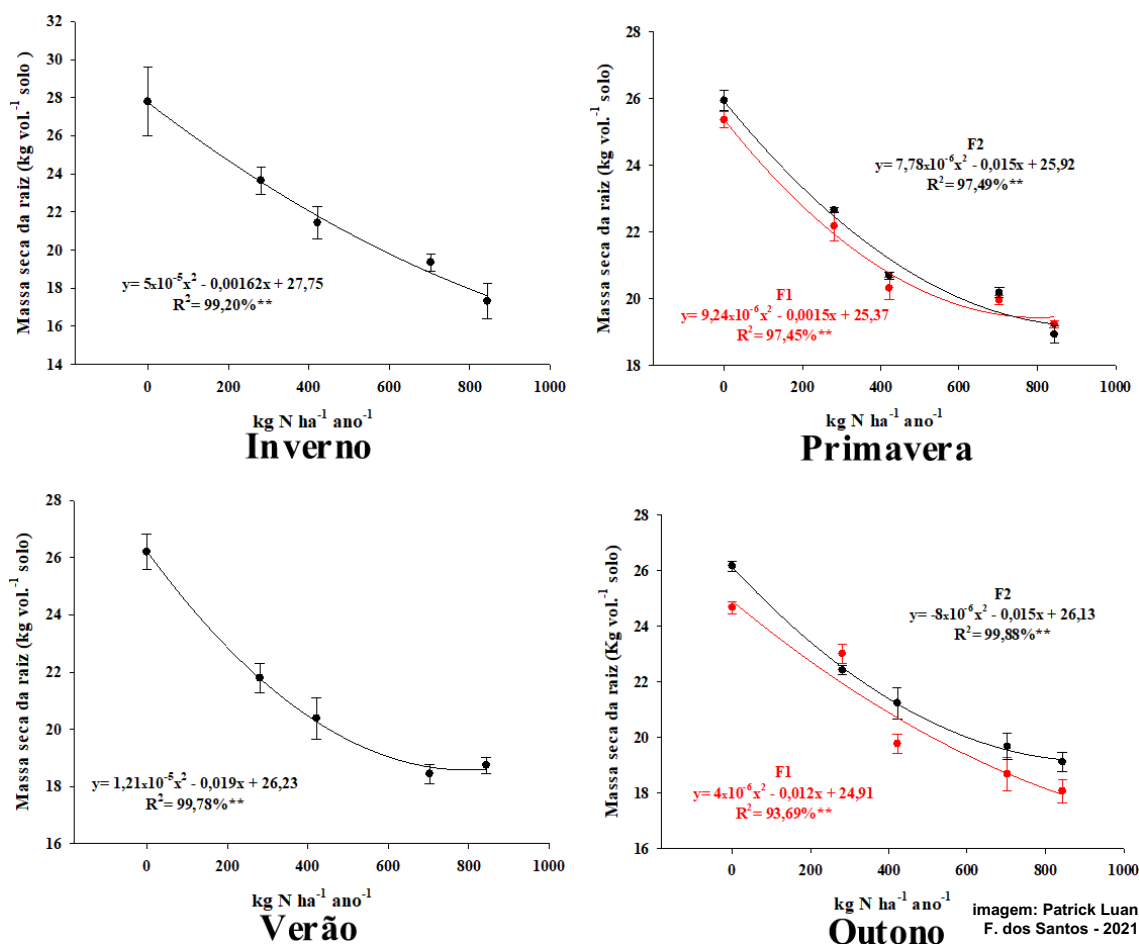
Dessa forma, se o gramado mantém maior volume de estruturas vegetativas (raiz, rizomas e estolões) e menor produção de massa, esse campo, pode resultar em um gramado de melhor qualidade, com menor tempo de recuperação de um dano ocasionado pelo jogo, e maior capacidade de absorver água e nutrientes (ALDAHIR, 2012; SILVA, 2016). Silva et al. (2020) encontraram influência das doses de N na avaliação de volume de raiz+rizoma+estolões em grama bermuda, enquanto Costa (2021) observaram maior volume dessas estruturas vegetativas quando ocasionado um déficit hídrico em grama Zeon (*Zoysia matrella*) após 90 dias da instalação do experimento, corroborando com o presente estudo.

Tabela 16 - Massa seca da raiz, rizoma e estolão do gramado 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação nas estações do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020)

Frequência de irrigação	----- Massa seca da raiz, rizoma e estolão (kg vol. ⁻¹ Solo) ----			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	21,28 b	21,41 b	20,91 b	20,84 b
A cada 2 dias	22,54 a	21,68 a	21,30 a	21,72 a
DMS	0,53	0,16	0,32	0,25
F dose	194,329 **	910,925 *	321,025 **	409,142 **
F frequência	22,866 **	12,113 **	6,136 *	50,341 **
F (Dose x freq.)	1,095 ns	4,111 **	0,670 ns	9,491 **
C.V.	3,75	1,13	2,36	1,84

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Figura 25 - Análise de regressão da massa seca da raiz do gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio ($\text{kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) nas diferentes estações do ano.



F1- Frequência de irrigação diária. F2- Frequência de irrigação a cada dois dias. *- significância de 5% da regressão. **- significância de 1% da regressão.

4.2.4 Taxa de recuperação do gramado

A taxa de recuperação do gramado mostrou que somente as doses de N influenciaram na porcentagem de fechamento para as estações de inverno, primavera e verão, enquanto no outono, houve diferença entre as frequências de irrigação (Tabela 17). Para as interações entre os fatores, apenas para na primavera foi significativo. Contudo, para todas as épocas avaliadas, o menor resultado foi observado pela testemunha (sem adubação). Isso indica que a falta de nitrogênio no solo dificulta e torna mais lento o fechamento do gramado após este ser danificado, porém doses muito elevadas podem ser desperdício de fertilizante na recuperação, uma vez que todas as regressões encontradas foram de segunda ordem (Figura 26), onde ao derivá-las é encontrada a dose ideal para cada estação.

Andrade (2016) também não encontrou diferença entre um turno de irrigação diária e irrigado 3 vezes por semana no manejo de 'Tifway 419' para avaliação de taxa de recuperação do dano ocasionado para a primavera e verão.

Tabela 17 - Taxa de recuperação do gramado (TRG) 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação nas estações do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020).

Frequência de irrigação	----- TRG (%) -----			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	82,10 a	88,99 a	88,62 a	84,67 a
A cada 2 dias	81,88 a	88,49 a	88,86 a	82,93 b
DMS	1,31	0,78	1,27	0,62
F dose	36,622 **	310,176 **	106,794 **	201,015 **
F frequência	0,113 ns	1,750 ns	0,172 ns	33,103 *
F (Dose x freq.)	1,631 ns	2,969 *	0,682 ns	1,202 ns
C.V.	2,48	1,36	2,21	1,14

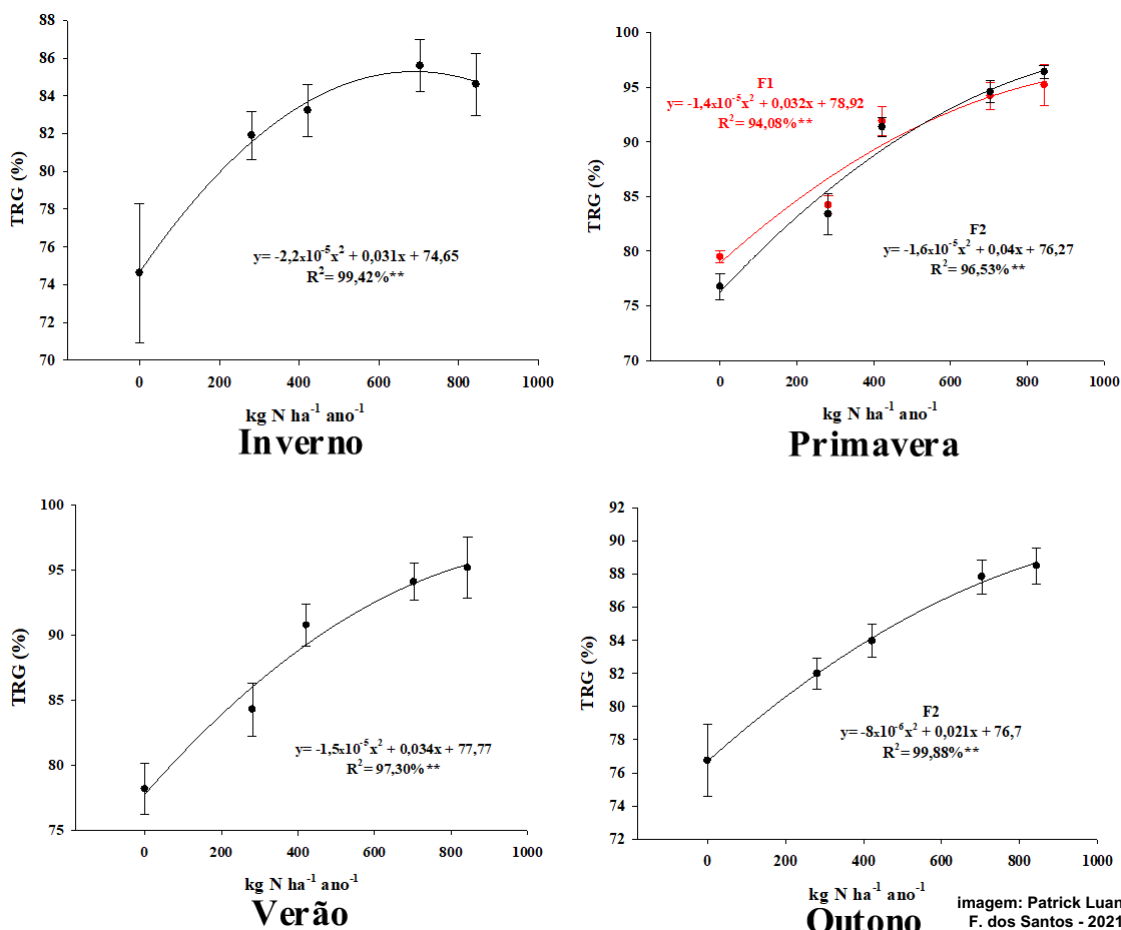
Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. * - significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

As regressões encontradas no presente estudo para as quatro estações avaliadas, apresentaram equações de segunda ordem, com significância de 1% (Figura 26). Para todos os gráficos, os menores resultados foram observados pela testemunha (sem adubação – 0 kg ha⁻¹), e os maiores valores, foram evidenciados pela maior dose de N utilizada no presente estudo. Isso indica que a falta de nitrogênio no solo dificulta e torna mais lento o fechamento do gramado após este ser danificado, porém doses muito elevadas podem ser desperdício de fertilizante na recuperação, uma vez que a regressão tende a se estabilizar, e a diferença entre as maiores doses serem muito baixas. Assim, doses acima de 421,88 kg ha⁻¹ já apresentaram bons resultados e seriam suficientes para uma excelente porcentagem de fechamento da grama após sofrer o dano, uma vez que essa já apresentou valores acima de 80% (Figura 26).

Destaca-se que não existe um padrão de referência de taxa de fechamento do gramado para campos esportivos, entretanto, quando maior o valor, melhor o indicativo de que o gramado tem se desenvolvido bem. Isso evidencia a importância

de pesquisas no setor para melhorar as informações referentes a índices ideais para avaliações de gramados em áreas esportivas.

Figura 26 - Análise de regressão da taxa de recuperação do gramado (TRG) 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio ($\text{kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) nas diferentes estações do ano



F1- Frequência de irrigação diária. F2- Frequência de irrigação a cada dois dias. *- significância de 5% da regressão. **- significância de 1% da regressão.

4.2.5 Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI)

O NDVI descreve indiretamente o vigor do gramado através da biomassa vegetal, sendo indicador de qualidade da superfície gramada, e para os resultados encontrados, foi evidenciado que somente no outono houve significância das frequências de irrigação (Tabela 18). Já nas demais estações, os resultados dos dois manejos de rega adotados foram bem próximos. Contudo, para nenhuma época avaliada, houve interação entre os fatores. Os dados ainda demonstraram que para a primavera/verão, os valores do índice são bem maiores que as demais estações,

inferindo assim, que a biomassa vegetal está mais densa durante essas épocas. Fato esse pode ser explicado, pois no outono/inverno, mesmo ocorrendo adubações e disponibilidade hídrica, as temperaturas da época são baixas, o que faz com que o gramado tenha seu desenvolvimento mais lento, e a densidade verde, acaba sendo prejudicada. Esse índice, reflete indiretamente o vigor da planta, e pode ser utilizado para definir déficit hídrico (KERR et al., 2019; STRAW et al., 2020) o que no presente estudo foi observado diferença entre as irrigações, apenas no outono (Tabela 18).

Para o inverno, primavera e verão, as regressões encontradas foram quadráticas e positivas, onde com o aumento das doses de N, foi observado acréscimo do valor de NDVI. Já no outono, foi encontrada uma regressão linear e positiva (Figura 27).

Tabela 18 - Índice de vegetação de Diferença Normalizada (NDVI) do gramado 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação nas estações do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020).

Frequência de irrigação	----- NDVI -----			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	0,59 a	0,72 a	0,78 a	0,65 a
A cada 2 dias	0,59 a	0,71 a	0,77 a	0,61 b
DMS	0,02	0,014	0,02	0,01
F dose	93,976 **	389,079 **	227,548 **	340,492 **
F frequência	0,219 ns	0,542 ns	0,908 ns	23,516 **
F (Dose x freq.)	1,036 ns	0,623 ns	0,452 ns	0,696 ns
C.V.	5,17	2,99	8,65	3,36

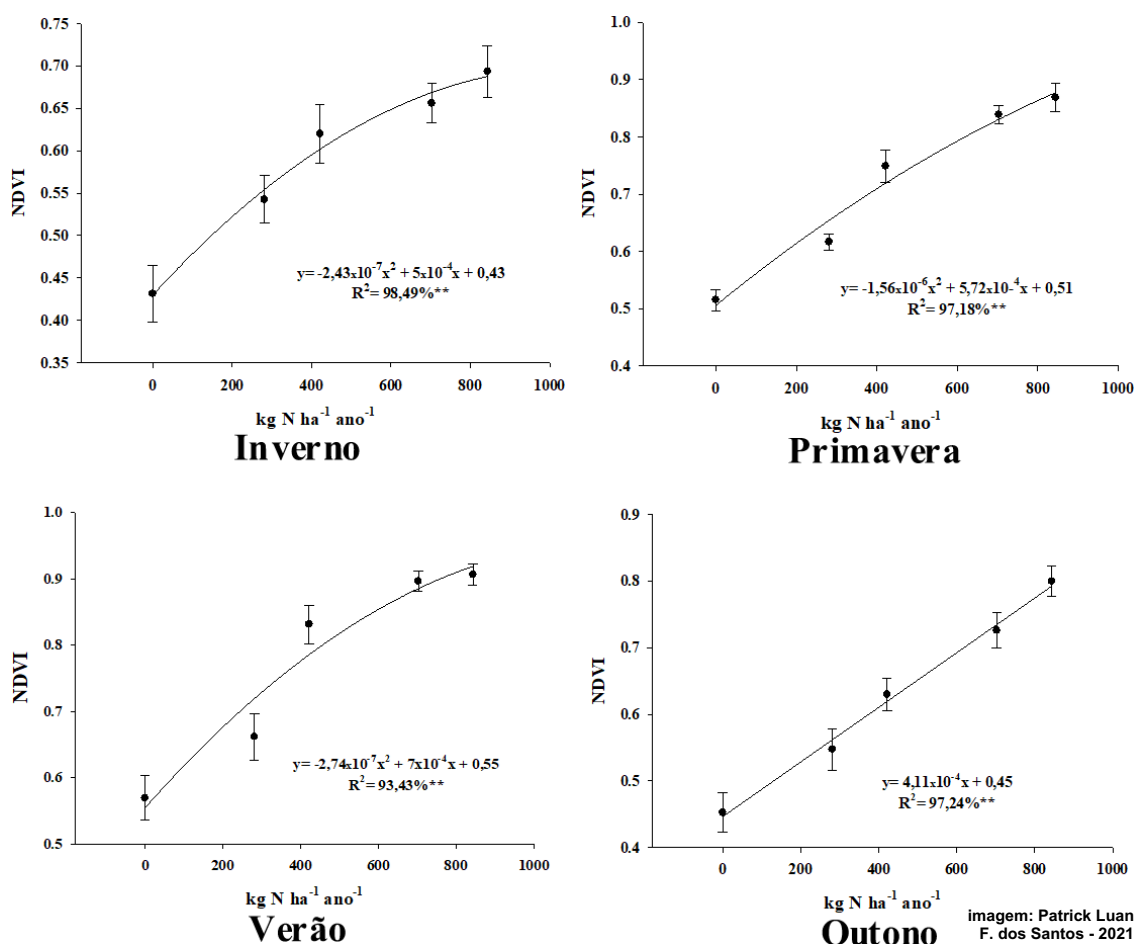
Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Segundo Latorre et al. (2015), o NDVI se correlaciona fortemente com a taxa de cobertura da grama, o mesmo se confirma por Nascimento et al. (2020), o que corrobora com o presente estudo, posto os valores da Taxa de recuperação do gramado (Tabela 17 e Figura 26) e de NDVI (Tabela 18 e Figura 27). Ainda, Índices de NDVI mais altos podem ser obtidos de acordo com o aumento da cobertura de grama, densidade e biomassa acima do solo, que pode variar dependendo da espécie de grama (Bremer et al., 2011). E Caturegli et al. (2015) e Fotia et al. (2016) sugerem

unidades entre 0,82 e 0,96 como indicativo de gramado de boa qualidade, o que somente é observado quando aplicada as doses mais altas de N (Figura 27).

Silva et al. (2020) observaram incrementos no valor de NDVI em função das doses de N no desenvolvimento de grama bermuda. Fato semelhante se confirma por Ferraz (2022) que encontrou gráficos de regressão para o NDVI em função das doses de N aplicadas em área de produção de grama esmeralda.

Figura 27 - Análise de regressão do Índice de vegetação de Diferença Normalizada (NDVI) do gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio (kg N ha⁻¹ ano⁻¹) nas diferentes estações do ano



F1- Frequência de irrigação diária. F2- Frequência de irrigação a cada dois dias. *- significância de 5% da regressão. **- significância de 1% da regressão.

4.2.6. Análise química foliar (tecido vegetal)

Os resultados são apresentados nas Tabelas 19, 20, 21 e 22 para cada uma das estações respectivamente inverno, primavera, verão e outono. Os resultados encontrados demonstraram que apenas as doses apresentaram diferença significativa

estatística entre os tratamentos, ou seja, as frequências de irrigação não influenciaram para análise de tecido foliar.

De todos os nutrientes, segundo Santos (2018) o N é o principal elemento requerido pelas gramas bermudas. E com exceção apenas da estação do inverno, todas as demais apresentaram regressões lineares de 1 ordem com o aumento das doses de N (Figura 28). De acordo com Godoy e Villas Bôas (2003) as concentrações de clorofila estão relacionadas com a quantidade de N das folhas, sendo que a redução no valor da coloração verde pode ser um indicativo da necessidade da aplicação de N. Entretanto, todos os valores estão acima de 20 g kg^{-1} , que segundo Godoy e Villas Boas (2010), seria suficiente para o desenvolvimento do gramado. Esses resultados ainda estão dentro dos valores encontrado por Lima et. al. (2010), em trabalho com produção de grama bermuda ($22\text{-}41 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$), contudo fora do intervalo constatado por Nobili, Nunes e Neves (2014) para a mesma espécie de grama ($8,5 \text{ a } 11,6 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) e dos observados por Santos (2018) de $9,23 \text{ a } 11,06 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$.

Entretanto, esses resultados estão abaixo dos valores mais recentes recomendados para grama bermuda híbrida lançada no último boletim 100 de $40\text{-}45 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$ (GODOY et al., 2022). Vale destacar, que os valores variam de variedade para variedade, podendo os dados do presente estudo serem considerados ideais para campos esportivos com Tifway 419, e os recomendados pelo boletim 100 para o estado de São Paulo, estão baseados em *greens* de golfe.

Para os resultados dos gráficos de regressão (Figura 28) eles estão estritamente relacionados com o aumento da produção de massa observada (Figuras 13 e 14), devido ao incremento das doses de N. Isso se deve, pois o Nitrogênio faz parte da molécula de clorofila, e aumenta a capacidade fotossintética da grama com o aumento da disponibilidade de nitrogênio (SANTOS, 2018). Entretanto, de acordo com Silva (2019) existe um valor máximo que as plantas podem utilizar para realizar seus processos metabólicos, e toda absorção restante, é considerada absorção de luxo, onde a planta mantém o N armazenado e acaba crescendo em altura e produção de massa fresca e seca, ficando susceptível ao ataque de pragas e doenças. Assim, no presente estudo, doses entre $421,88 \text{ e } 703,13 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ podem ser excelente opções, uma vez que proporcionam bom desenvolvimento, mantendo os níveis de nitrogênio alequeados.

Para os teores de P e K estes ficaram próximo do observado por Santos (2018) para Tifway 419 (2,32 -3,45 g kg⁻¹ P e 11,57 a 14,37 g kg⁻¹ K) e da faixa ideal sugerida por McCarty (2005), de 2,5-3,5 g kg⁻¹ P e 10-25 g kg⁻¹ K, e dentro dos valores recomendados para grama bermuda Híbrida por Godoy et al. (2022) para P 2,5-3,5 g kg⁻¹ mas abaixo para o potássio 15-20 g kg⁻¹.

Os resultados de Ca e Mg ficaram próximos dos recomendados para gramados esportivos pelo Boletim 100 (GODOY et al., 2022) de 5-6 g kg⁻¹ Ca e 1,3-4,0 g kg⁻¹ Mg, possivelmente pela disponibilidade oferecida durante a calagem pelo calcário dolomítico. Já os micronutrientes não apresentaram diferença estatística entre eles, o que corrobora com o citado por Godoy et al. (2012) que colocam que para micro, as quantidades disponíveis no solo já são suficientes para o desenvolvimento dos gramados, onde com exceção do Fe, não são observados sintomas visuais na grama quando em deficiência. Todos os valores se encontram dentro do recomendado para bermuda híbrida pelo novo boletim 100 (GODOY et al., 2022).

Tabela 19 - Análise química foliar do gramado 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação ao final da estação do inverno, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020).

Inverno											
Freq.	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Irrigação	----- g kg					----- mg kg					
Diária	24 a	3,0 a	12 a	8 a	1,2 a	1,7 a	12 a	7 a	730 a	59 a	20 a
A cada 2 dias	25 a	3,1 a	12 a	7 a	1,2 a	1,8 a	12 a	7 a	747 a	61 a	21 a
DMS	2,25	0,11	1,0	1,1	0,04	0,2	2	1	155	15	2
F dose	1,979*	6,387 ^{ns}	1,826 ^{ns}	0,084 ^{ns}	2,350*	2,328 ^{ns}	0,401 ^{ns}	0,369 ^{ns}	0,182 ^{ns}	0,463 ^{ns}	1,682 ^{ns}
F frequência	2,406 ^{ns}	1,166 ^{ns}	1,292 ^{ns}	2,904 ^{ns}	0,214 ^{ns}	0,307 ^{ns}	0,737 ^{ns}	0,946 ^{ns}	0,044 ^{ns}	0,093 ^{ns}	0,363 ^{ns}
F(Dose x freq)	0,162 ^{ns}	0,976 ^{ns}	0,278 ^{ns}	0,324 ^{ns}	0,470 ^{ns}	0,286 ^{ns}	0,303 ^{ns}	0,600 ^{ns}	0,823 ^{ns}	0,164 ^{ns}	0,636 ^{ns}
C.V.	14,38	5,90	12,78	14,03	14,71	19,45	29,34	15,77	32,47	38,05	18,23

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Tabela 20 - Análise química foliar do gramado 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação ao final da estação da primavera, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020)

Primavera											
Freq.	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Irrigação	----- g kg -----						----- mg kg -----				
Diária	27 a	5,5 a	14 b	6 a	1,0 a	3,0 a	2 a	9 a	507 a	48 a	23 a
A cada 2 dias	30 a	5,6 a	15 a	6 a	1,1 a	3,1 a	2 a	9 a	539 a	51 a	24 a
DMS	3,1	0,3	0,8	0,4	0,06	0,3	1	0,6	135	12	2
F dose	10,745**	5,384**	11,993**	3,670*	1,577 ^{ns}	13,964**	0,258 ^{ns}	1,696 ^{ns}	2,814 ^{ns}	0,562 ^{ns}	3,177*
F frequência	8,618 ^{ns}	0,261 ^{ns}	4,771*	0,064 ^{ns}	0,088 ^{ns}	1,161 ^{ns}	1,289 ^{ns}	0,652 ^{ns}	0,236 ^{ns}	0,297 ^{ns}	1,759 ^{ns}
F(Dose x freq)	0,905 ^{ns}	0,138 ^{ns}	0,641 ^{ns}	0,543 ^{ns}	0,695 ^{ns}	0,357 ^{ns}	1,289 ^{ns}	1,174 ^{ns}	1,554 ^{ns}	0,346 ^{ns}	0,993 ^{ns}
C.V.	10,51	7,76	9,57	10,65	10,34	17,38	22,64	11,03	38,95	38,33	13,89

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Tabela 21 - Análise química foliar do gramado 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação ao final da estação do verão, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020)

Verão											
Freq.	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Irrigação	----- g kg -----						----- mg kg -----				
Diária	26 a	4,1 a	14 a	5 a	1,3 a	3,1 a	2 a	9 a	332 a	43 a	33 a
A cada 2 dias	28 a	4,3 a	13 a	5 a	1,2 a	2,9 b	3 a	9 a	405 a	54 a	31 a
DMS	3	0,3	1,1	0,6	0,07	0,4	1,1	1	93	12	5
F dose	6,031**	0,956 ^{ns}	2,400**	0,620 ^{ns}	1,446 ^{ns}	7,205**	0,982 ^{ns}	1,132 ^{ns}	0,254 ^{ns}	0,178 ^{ns}	2,285*
F frequência	1,555 ^{ns}	1,846 ^{ns}	5,123 ^{ns}	1,174 ^{ns}	1,157 ^{ns}	1,250 ^{ns}	1,458 ^{ns}	0,279 ^{ns}	2,508 ^{ns}	3,340 ^{ns}	0,624 ^{ns}
F(Dose x freq)	1,901 ^{ns}	0,280 ^{ns}	2,142 ^{ns}	1,500 ^{ns}	1,880 ^{ns}	0,937 ^{ns}	1,729 ^{ns}	0,307 ^{ns}	0,492 ^{ns}	0,405 ^{ns}	0,189 ^{ns}
C.V.	14,22	10,99	12,14	18,24	9,60	20,50	59,40	16,50	39,17	37,51	22,18

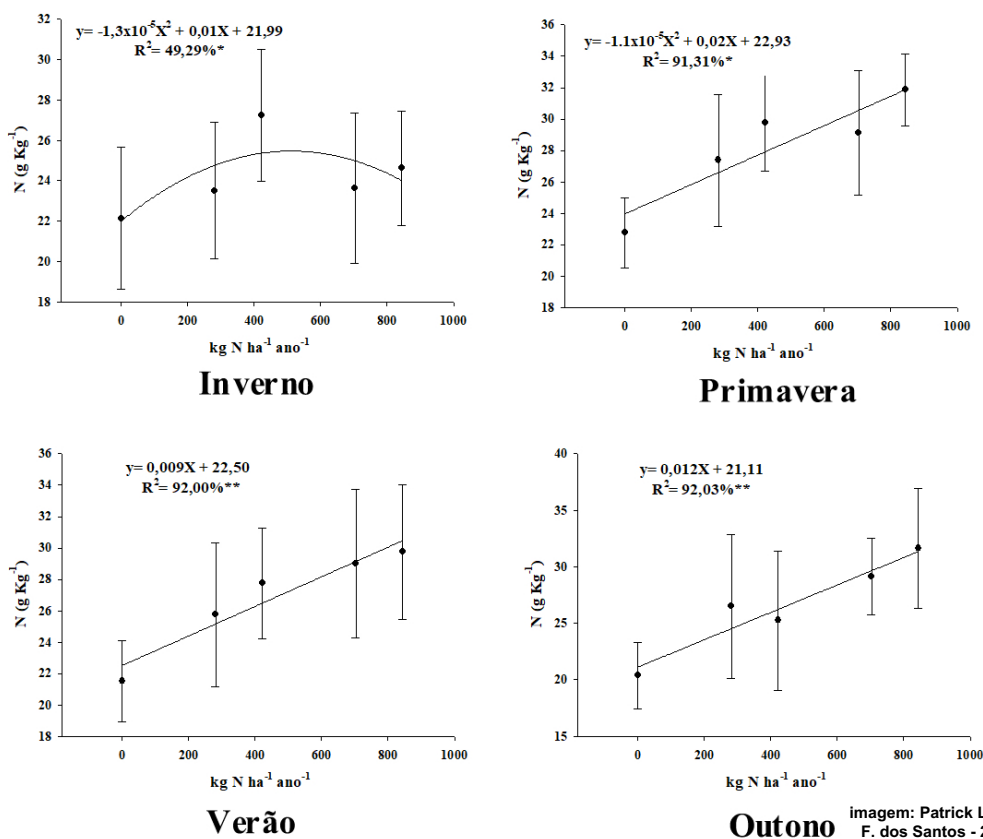
Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Tabela 22 - Análise química foliar do gramado 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação ao final da estação do outono, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020)

Outono											
Freq.	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Irrigação	g kg						mg kg				
Diária	25 a	4,1 a	14 a	4 a	1,4 a	3,1 a	8 a	9 a	722 a	56 a	35 a
A cada 2 dias	28 a	4,2 a	13 a	4 a	1,4 a	2,9 a	10 a	9 a	625 a	51 a	33 a
DMS	3,4	0,3	1,7	0,6	0,11	0,4	3	1	130	13	4
F dose	5,373**	2,617 ^{ns}	3,644*	0,983 ^{ns}	1,072*	7,662**	2,547 ^{ns}	1,000 ^{ns}	2,957*	1,820 ^{ns}	0,697 ^{ns}
F frequência	2,333 ^{ns}	0,921 ^{ns}	0,791 ^{ns}	0,034 ^{ns}	0,034 ^{ns}	1,451 ^{ns}	2,788 ^{ns}	0,074 ^{ns}	2,340 ^{ns}	0,484 ^{ns}	0,847 ^{ns}
F(Dose x freq)	0,185 ^{ns}	0,223 ^{ns}	0,158 ^{ns}	1,155 ^{ns}	0,945 ^{ns}	0,417 ^{ns}	0,731 ^{ns}	1,093 ^{ns}	0,799 ^{ns}	0,592 ^{ns}	1,618 ^{ns}
C.V.	19,51	10,67	20,16	24,16	12,45	19,71	45,81	12,84	29,87	36,65	20,39

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Figura 28 - Regressão do N foliar do gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio ($\text{kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) nas diferentes estações do ano



*- significância de 5% da regressão. **- significância de 1% da regressão.

4.2.7 Resistência mecânica do solo a penetração

Os resultados do presente estudo, evidenciaram que não houve diferença estatística significativa para nenhuma época do ano com relação a resistência mecânica do solo a penetração. Entretanto, em números absolutos é nítido que com o passar das estações ocorre um aumento nos valores de 26% para irrigações diárias e 24% para regas a cada dois dias (Tabela 23).

De acordo com Oliveira (2016), 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. Contudo, esse fato não foi observado no presente estudo, posto que houve aumento do sistema radicular (Tabela 16), e não ocorreu diferença estatística nos resultados de resistência a penetração (Tabela 23).

Holmes e Bell (1986) usaram penetrômetro para medir a resistência mecânica à penetração em campo de futebol, e observaram valores variando de 1,0 a 1,4 MPa dependendo do uso do campo, resultados esses abaixo do presente estudo. Contudo, Nascimento et al. (2021), observaram resultados de 1,4 a 2,7 Mpa em estudo de caso com campo de futebol, estando os valores da Tabela 23, dentro do mencionado, e Mateus et al. (2017) também obtiveram resultados variando de 0,87 a 2,97 Mpa.

Tabela 23 - Resistência mecânica a penetração do solo, em gramado 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação ao final de cada estação do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020)

Frequência de irrigação	Resistência Mecânica a Penetração (Mpa)			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	1,79 a	1,99 a	2,20 a	2,23 a
A cada 2 dias	1,81 a	2,01 a	2,22 a	2,24 a
DMS	0,04	0,04	0,04	0,05
F dose	1,164 ^{ns}	1,307 ^{ns}	1,476 ^{ns}	1,024 ^{ns}
F frequência	2,411 ^{ns}	2,546 ^{ns}	1,365 ^{ns}	0,429 ^{ns}
F (Dose x freq.)	0,891 ^{ns}	1,218 ^{ns}	1,114 ^{ns}	1,262 ^{ns}
C.V.	3,16	2,97	2,77	3,25

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. * - significativo a 5% pelo teste F. ** - significativo a 1% pelo teste F. ns - Não significativo.

4.3 Qualidade estética do gramado

4.3.1 Índice de cor verde-ICV Scout CM1000 e TCM 500

Para os índices de cor verde obtidos pelos dois aparelhos (Scout CM1000 e TCM 500), os resultados foram semelhantes, onde houve aumento crescente em função das doses de N, contudo o ICV não foi influenciado pela frequência de irrigação, mostrando que a tonalidade verde será mantida independente da irrigação ser diária ou a cada dois dias (Tabela 24 e 25). Para o Scout CM1000, os gráficos de observados apresentaram equações quadráticas para o inverno, primavera e verão, e apenas no outono, foi constatado regressão linear (Figura 29). Já o Scout TCM 500 evidenciou regressões de segunda ordem para todas as épocas avaliadas (Figura 30).

A avaliação indireta de cor, por meio de índices relativos de clorofila, obtidos diretamente no gramado, com equipamentos portáteis, é de grande importância para auxiliar na manutenção de campos esportivos (SANTOS; CASTILHO, 2018). Esses aparelhos ajudam principalmente no manejo nutricional (GODOY et al., 2012), uma vez que a adubação nitrogenada influencia diretamente na concentração de clorofila foliar, e conseqüentemente na coloração verde (GAZOLA et al., 2017). Sendo que um dos principais objetivos de campos esportivos, é manter o aspecto estético (visual), ou seja, gramados com boa densidade e de coloração verde intensa (SANTOS et al., 2020). Ainda, para ambos aparelhos utilizados é observado que os maiores índices, foram constatados durante o verão, possivelmente, devido as maiores temperaturas da época. Já o inverno, proporcionou os menores resultados.

Tabela 24 - Índice de cor verde (ICV Scout CM1000) do gramado ‘Tifton 419’ em função da frequência de irrigação nas estações do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020).

Frequência de irrigação	ICV (Scout CM1000)			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	265 a	375 a	405 a	308 a
A cada 2 dias	260 a	373 a	397 a	300 a
DMS	6,19	10,16	9,4	9,22
F dose	210,8 **	387,821 **	600,734 **	242,433 **
F frequência	1,655 ns	0,138 ns	3,451 ns	3,179 ns
F (Dose x freq.)	0,331 ns	0,191 ns	0,078 ns	1,772 ns
C.V.	3,65	4,2	3,63	4,69

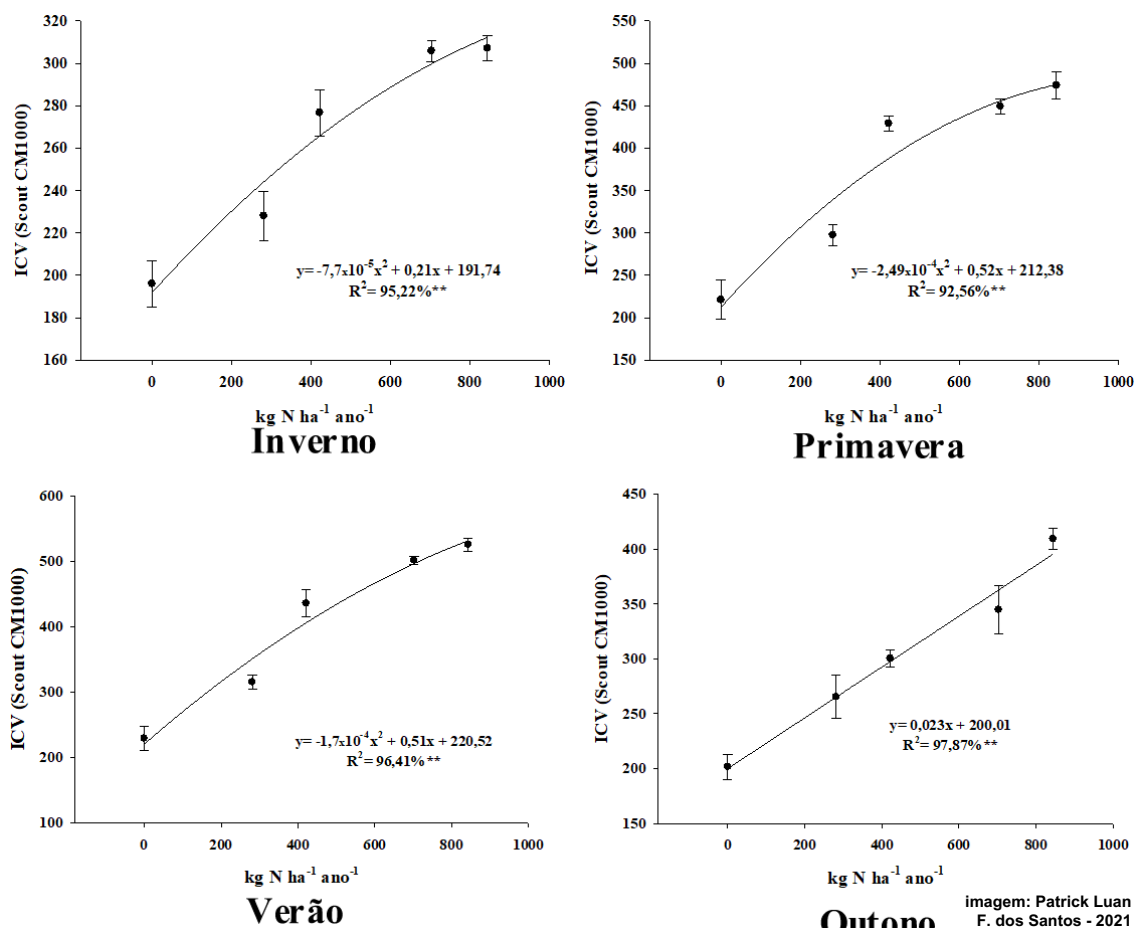
Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Contudo, não houve diferença estatística para as frequências de irrigação para o SCOUT CM 1000 (Tabela 24), e Andrade (2016) também não observou diferença entre os manejos de irrigação adotados para manutenção de 'Tifway 419', o mesmo foi identificado por Silva (2016) para a mesma espécie. Corroborando com os resultados do presente estudo. Já para o SCOUT TCM 500 (Tabela 25), apenas durante o inverno foi observado diferença estatística entre as frequências de irrigação.

As doses de nitrogênio apresentaram resultados semelhantes para as estações avaliadas (primavera/verão), ou seja, regressões quadráticas negativas, com significância a 1% para SCOUT CM 1000 (inverno, primavera e verão) (Figura 29) e TCM 500 (Figura 30) para todas as estações do ano. O aumento das adubações com o nutriente, proporcionaram incrementos na tonalidade verde, e isso se deve, pois o verde característico da grama, é em função da maior concentração de clorofila foliar, e o N é o principal componente dessa molécula (SANTOS; CASTILHO; GAZOLA, 2019). Ou seja, as clorofilas (*a* e *b*) são porfirinas magnesianas, compostas de um átomo central de mg, ligado a quatro de N (TAIZ et al., 2017), e conforme observado nos resultados da análise do tecido vegetal, o aumento das doses de nitrogênio, proporcionaram maior incremento de N foliar (Figura 28) e conseqüentemente maiores valores de Índice de cor verde.

Trabalhos com gramados, tem demonstrado essa correlação entre o nitrogênio e o ICV da grama (SANTOS; CASTILHO, 2015; LIMA et al., 2015; GAZOLA et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2018; REZENDE et al., 2020), corroborando com os resultados do presente estudo. Ainda, doses na primavera/verão a partir de 400 kg ha⁻¹ proporcionaram respostas de ICV recomendadas para a grama bermuda de 443 unidades, proposta por Godoy et al. (2012). Dessa forma, maiores valores de ICV refletem indiretamente a nutrição do gramado e sua qualidade estética, inferindo assim que no presente estudo doses a partir de 400 kg ha⁻¹ já seriam suficientes para o manejo adequado da grama.

Figura 29 - Análise de regressão do Índice de cor verde (ICV Scout CM1000) do gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio (kg N ha⁻¹ ano⁻¹) nas diferentes estações do ano



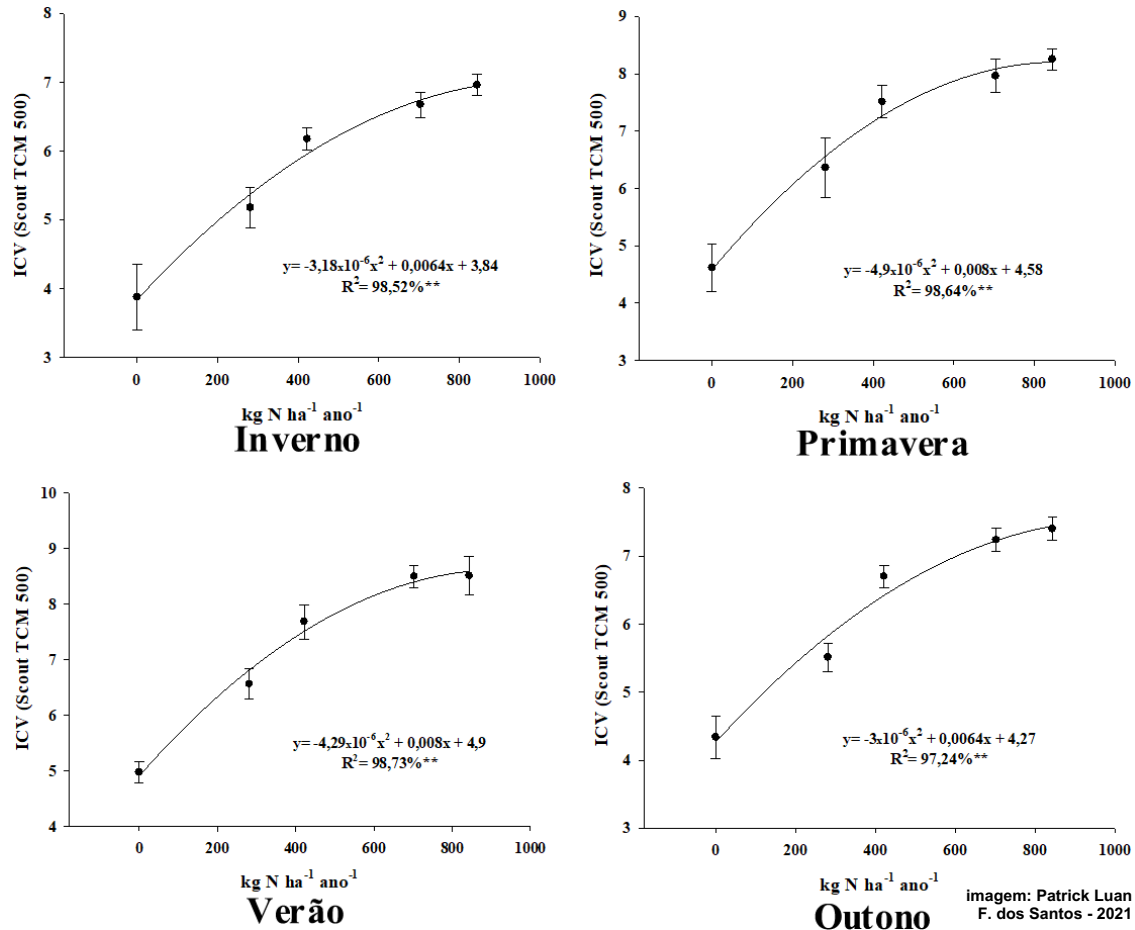
F1- Frequência de irrigação diária. F2- Frequência de irrigação a cada dois dias. *- significância de 5% da regressão. **- significância de 1% da regressão.

Tabela 25. Índice de cor verde (ICV Scout TCM 500) do gramado 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação nas estações do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020).

Frequência de irrigação	ICV (Scout TCM 500)			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	5,9 a	7,0 a	7,3 a	6,3 a
A cada 2 dias	5,6 b	6,9 a	7,2 a	6,2 a
DMS	0,15	0,23	0,18	0,14
F dose	224,452 **	137,589 **	226,079 **	278,722 **
F frequência	15,380 **	1,992 ns	0,707 ns	0,629 ns
F (Dose x freq.)	0,932 ns	0,630 ns	0,338 ns	0,694 ns
C.V.	4,12	5,17	3,89	3,52

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Figura 30 - Análise de regressão do Índice de cor verde (ICV Scout TCM 500) do gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio (kg N ha⁻¹ ano⁻¹) nas diferentes estações do ano.



F1- Frequência de irrigação diária. F2- Frequência de irrigação a cada dois dias. *- significância de 5% da regressão. **- significância de 1% da regressão.

4.3.2 Aspecto visual por imagem digital

O aspecto visual observado nos tratamentos através da imagem digital nas diferentes estações do ano, evidencia como é importante um correto programa de manejo nutricional e de irrigação. Nas imagens encontradas (Figuras 31, 32, 33 e 34), é possível identificar visualmente que o aumento das doses de nitrogênio, influenciaram na coloração verde da grama, e para a primavera/verão é observado que as maiores doses, proporcionaram alto crescimento das folhas. Da mesma forma, dentro de cada estação também se nota que não é identificadas diferenças visuais entre as duas frequências de irrigação estudadas.

Quando a resposta de um correto manejo utilizado em uma área gramada é perceptível visualmente, a aceitação sensorial acaba sendo maior e a estética do mesmo se torna agradável aos olhos (SANTOS et al., 2020). Assim, visualmente é

essencial ter-se um gramado de coloração verde intensa, altamente denso (fechado, sem falhas) e sem manchas amareladas (GAZOLA et al., 2019). Ainda, cada estação apresentou tonalidades de verde diferenciadas em cada tratamento.

Segundo Melero et al. (2020) o aspecto visual deve ser mantido e visível aos olhos, conforme observado no presente estudo. O mesmo se confirma por Lima et al. (2020) que após o uso de Paclobutrazol observou uma folha mais compacta, o que deixou a grama Batatais com seus rizomas expostos, o que diminuiu a densidade verde do gramado. Dias et al. (2019) também observaram redução na qualidade visual do verde da grama Batatais após a aplicação de glifosato como regulador de crescimento a partir da dose de 45 g ae (ácido equivalente) ha⁻¹.

Em campos de futebol de alta performance, um dos requisitos primordiais, é o aspecto visual do público, seja presencial ou via televisiva, pois um gramado com verde intenso, irá passar maior segurança de manejo ao público e permanecerá agradável aos olhos, como um personagem de segundo plano. Caso seja ao contrário, a grama se tornará a protagonista da partida, e será alvo de críticas e comentários pelas partes que as assistem.

Figura 31 - Aspecto visual do gramado 'Tifton 419' durante o inverno em função de diferentes doses de nitrogênio e duas frequências de irrigação

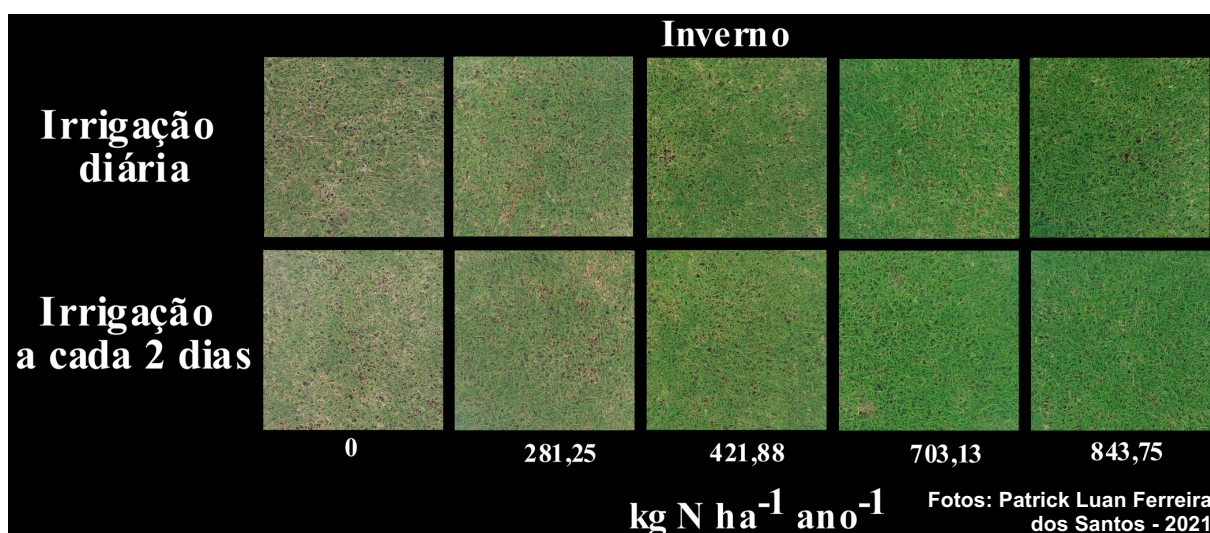


Figura 32 - Aspecto visual do gramado 'Tifton 419' durante a primavera em função de diferentes doses de nitrogênio e duas frequências de irrigação

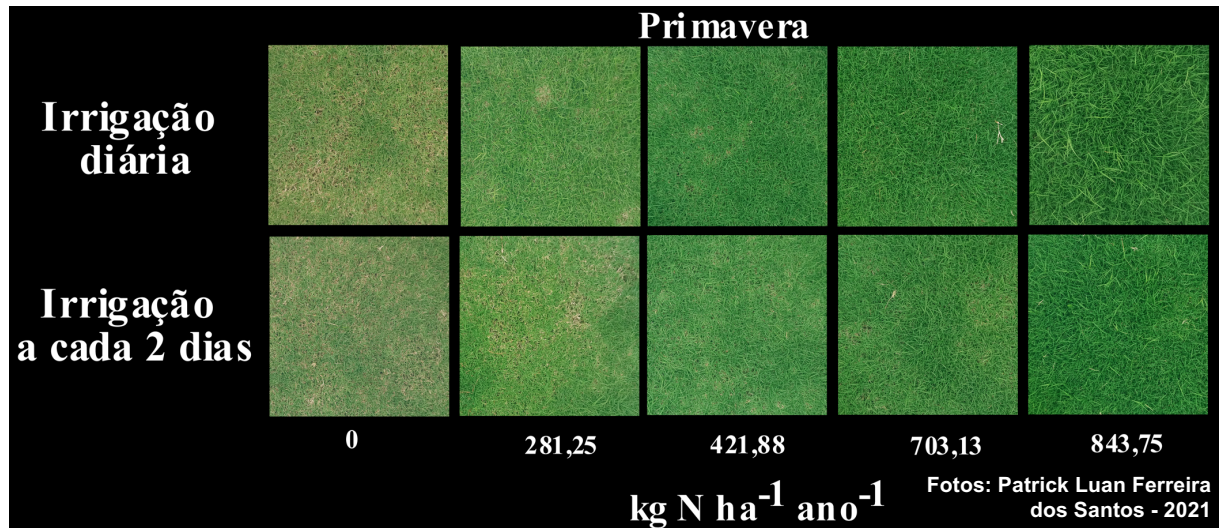


Figura 33 - Aspecto visual do gramado 'Tifton 419' durante o verão em função de diferentes doses de nitrogênio e duas frequências de irrigação

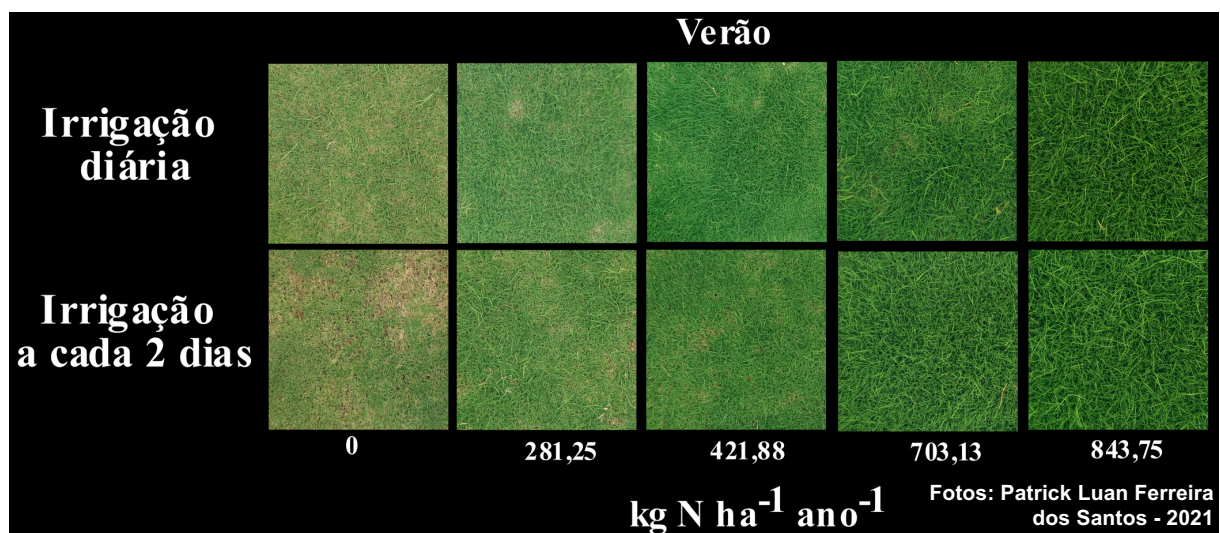
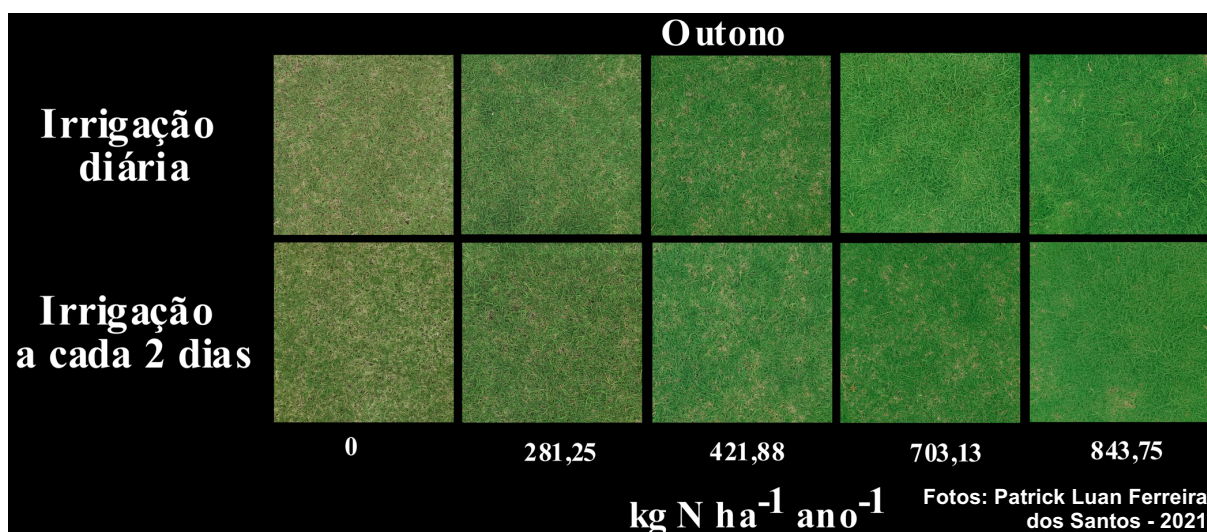


Figura 34 - Aspecto visual do gramado 'Tifton 419' durante o outono em função de diferentes doses de nitrogênio e duas frequências de irrigação



4.3.3 Avaliação de cor

4.3.3.1 Componente verde (G) através do Field Scout TCM 500 e imagem digital

Os resultados obtidos através dos índices de refletância de RGB do Field Scout TCM 500 e imagem digital apresentaram resultados interessantes de qualidade estética da grama. Como somente o componente verde (G) não representa a real cor do gramado, dependendo também dos valores de vermelho (R) e azul (B), a combinação destes acaba gerando a real coloração da grama (GODOY et al., 2012). Cada uma das três cores primárias (RGB) podem ter valores de 0 a 255 (256 resultados prováveis), e assim a combinação delas resulta em 16.777.216 (256^3) de cores possíveis (REZENDE et al., 2020). Sendo que cada componente se destaca em maior resultado depende da cor primária principal. Para o componente verde obtido pelo TCM 500 (Tabela 26), houve diferença apenas entre as doses de N aplicadas, o que evidenciou regressões quadráticas de segunda ordem para o inverno, primavera e verão, somente no inverno houve regressão linear (Figura 35). Contudo, quanto menor o valor de G, maior será a tonalidade verde real da grama.

Já os resultados para esse componente obtido através de imagem digital, demonstrou que as doses somente não influenciaram durante a primavera (Tabela 27), contudo, nessa estação, as frequências de irrigação se diferiram, onde o gramado irrigado a cada dois dias, apresentou resultados maiores que um turno diário. Da mesma forma como o TCM 500, o aumento das doses de N durante o inverno, verão

e outono, houve queda nos valores do componente verde, o que gerou gráficos lineares (inverno e outono) e quadrática (primavera) (Figura 36).

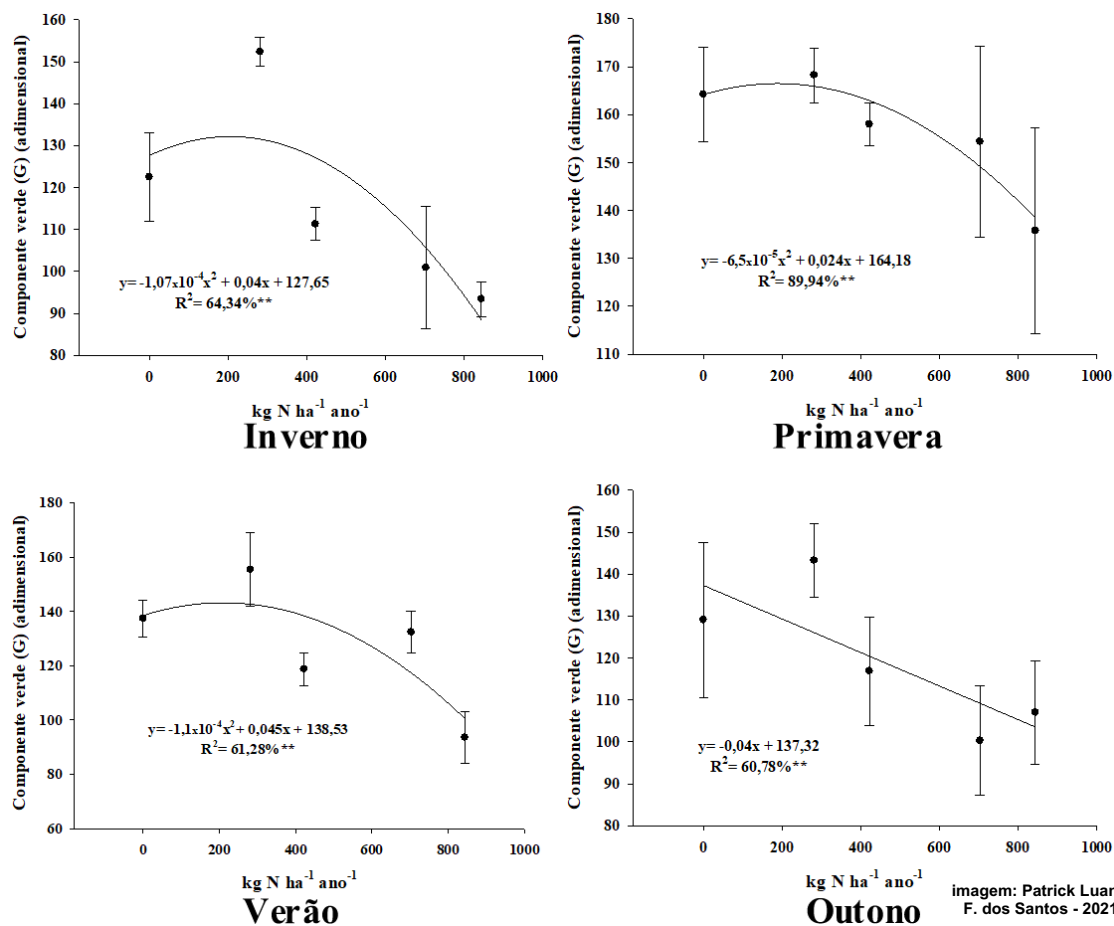
Vários trabalhos com gramas bermudas já evidenciariam que somente o componente verde (G) não é suficiente para avaliação da cor do gramado, sendo essencial a realização de outras avaliações para saber a real coloração da grama (LIMA et al., 2012; NASCIMENTO et al., 2020; SILVA et al., 2020; REZENDE et al., 2020).

Tabela 26 - Componente verde (G) (obtido através do TCM 500) do gramado 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação nas estações do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020)

Frequência de irrigação	Componente verde (G) (adimensional)			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	117 a	155 a	127 a	122 a
A cada 2 dias	115 a	157 a	128 a	117 a
DMS	5,92	9,55	6,23	8,87
F dose	50,726 **	5,807 **	45,747 **	12,621 **
F frequência	0,217 ns	0,140 ns	0,118 ns	1,489 ns
F (Dose x freq.)	0,12 ns	0,548 ns	0,304 ns	0,557 ns
C.V.	7,89	9,47	7,57	11,51

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. * - significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Figura 35 - Análise de regressão do componente verde (G) (obtido através do TCM 500) do gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio nas diferentes estações do ano



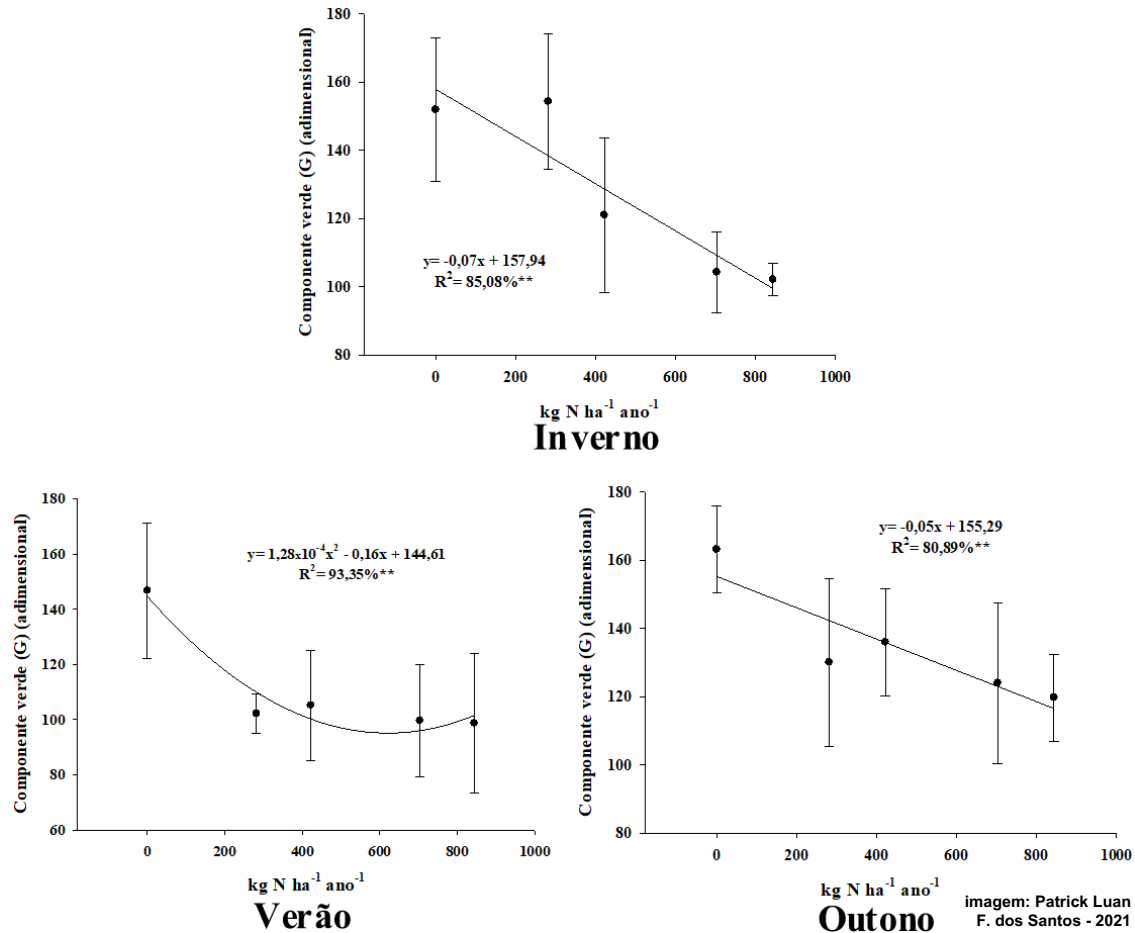
F1- Frequência de irrigação diária. F2- Frequência de irrigação a cada dois dias. *- significância de 5% da regressão. **- significância de 1% da regressão.

Tabela 27 - Componente verde (G) (Através de imagem digital) do gramado 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação nas estações do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020)

Frequência de irrigação	Componente verde (G) (adimensional)			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	130 a	117 b	109 a	135 a
A cada 2 dias	123 a	130 a	112 a	134 a
DMS	11,55	11,56	14,11	12,58
F dose	15,936 **	0,956 ns	7,003 **	6,198 **
F frequência	1,667 ns	5,271 *	0,188 ns	0,011 ns
F (Dose x freq.)	0,394 ns	0,356 ns	0,163 ns	0,523 ns
C.V.	14,1	14,44	19,79	14,47

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Figura 36 - Análise de regressão do componente verde (G) (obtido através de imagem digital) do gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio ($\text{kg N ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$) nas diferentes estações do ano



F1- Frequência de irrigação diária. F2- Frequência de irrigação a cada dois dias. *- significância de 5% da regressão. **- significância de 1% da regressão.

4.3.3.2 Matiz do gramado (H) através do Field Scout TCM 500 e imagem digital

A matiz expressa a cor monocromática do pigmento, em um número variando entre 0 e 360, essencialmente um ângulo ao redor do círculo cromático, e assim dependendo da angulação é expresso uma variável de cores (como um arco-íris) que varia de vermelho (0°), amarelo (60°), verde (120°), ciano (180°), azul (240°) e magenta (300°) (REZENDE et al., 2020). Estudos com gramados, indicam resultados de matiz variando de 60 a 120°, onde mais próximo de 120° o gramado se encontra com verde mais intenso, enquanto mais próximos de 60° mais amarelo ele está (NASCIMENTO et al., 2020). E esses valores são relacionados com a nutrição da grama (GODOY et al., 2012). No presente estudo os resultados dos índices de refletância (Tabela 28) foram maiores que os obtidos por imagem digital (Tabela 29), possivelmente, pois os valores do TCM 500 conseguiram expressar com maior

precisão o real estado nutricional da grama, já que para essa análise, tem-se que ter contato direto com a planta. Contudo, para as duas avaliações de matiz na primavera/verão os resultados de angulação foram maiores.

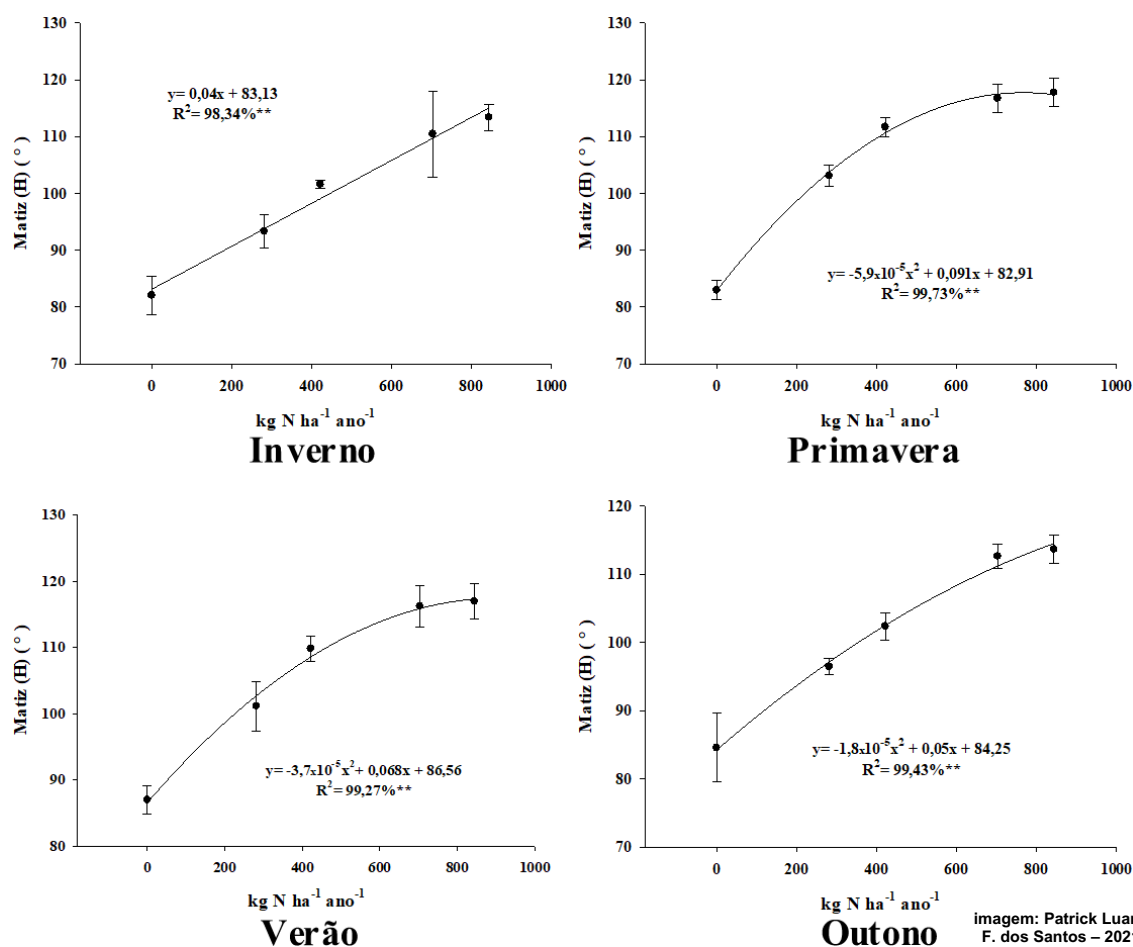
Ainda, é observado que com o aumento das doses de N, tem-se maiores valores de matiz, onde a maior dose proporcionou resultados muito próximos ao ideal para cor verde (120°) (Figuras 37 e 38), sendo que o recomendado para grama Bermuda é de 103° (GODOY et al., 2012). Para as frequências de irrigação, o TCM 500 não apresentou diferença entre os resultados (Tabela 28), entretanto a análise por imagem digital constatou que no outono a frequência diária manteve maior matiz do que quando o gramado era irrigado a cada dois dias (Tabela 29). Todavia, nenhum dos dois métodos de avaliação apresentaram interação entre os fatores.

Tabela 28 - Matiz (H) (obtido através do TCM 500) do gramado 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação nas estações do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020)

Frequência de irrigação	----- Matiz (H) (°) -----			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	100,90 a	106,72 a	106,54 a	102,46 a
A cada 2 dias	99,45 a	106,19 a	105,85 a	101,43 a
DMS	2,76	1,41	1,91	1,83
F dose	72,149 **	346,826 **	142,616 **	145,417 **
F frequência	1,154 ns	0,606 ns	0,547 ns	1,306 ns
F (Dose x freq.)	0,263 ns	0,356 ns	0,167 ns	0,464 ns
C.V.	4,26	2,05	2,79	2,78

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Figura 37 - Análise de regressão da matiz (H) (TCM 500) do gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio nas diferentes estações do ano



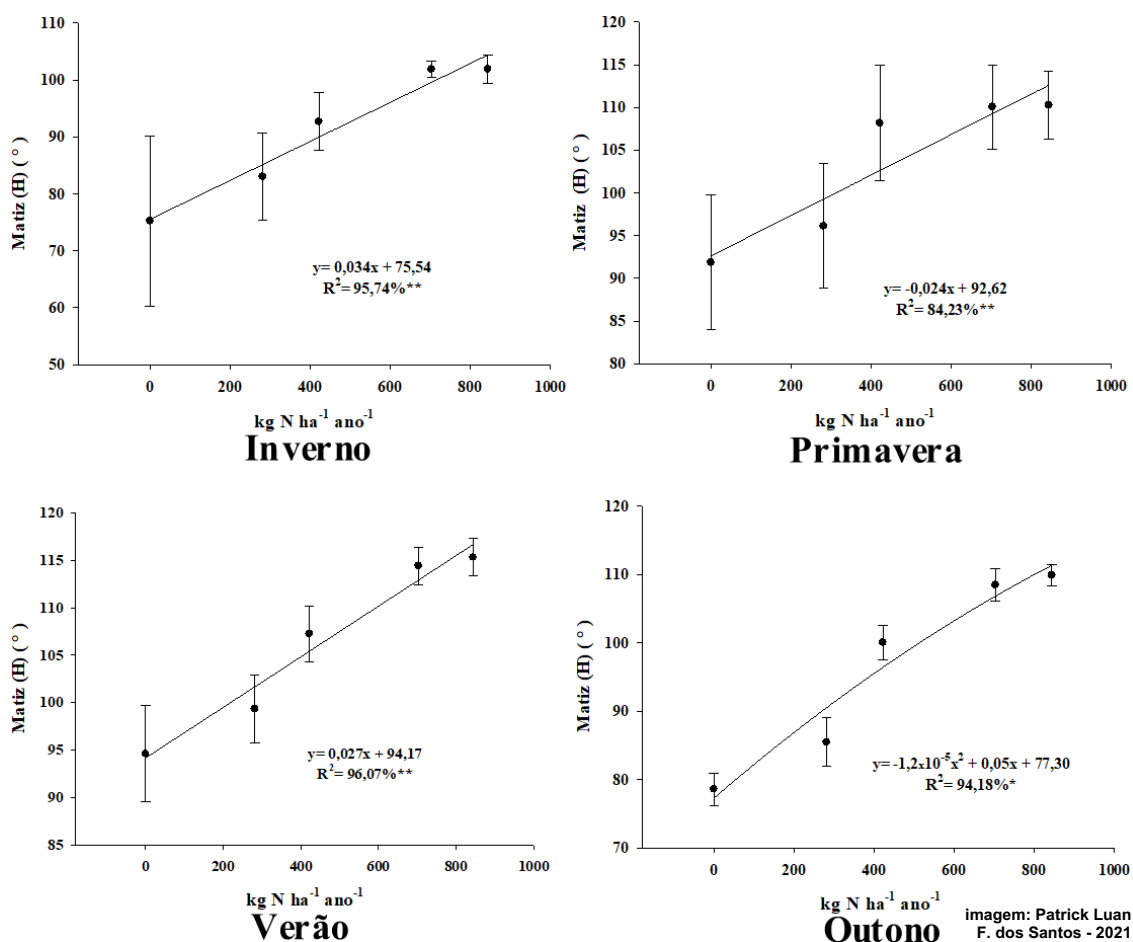
F1- Frequência de irrigação diária. F2- Frequência de irrigação a cada dois dias. *- significância de 5% da regressão. **- significância de 1% da regressão.

Tabela 29 - Matiz (H) (obtido através de imagem digital) do gramado 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação nas estações do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020).

Frequência de irrigação	----- Matiz (H) (°) -----			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	91,52 a	103,78 a	106,90 a	97,36 a
A cada 2 dias	90,38 a	102,79 a	105,46 a	95,65 b
DMS	5,49	4,4	2,24	1,63
F dose	15,269 **	12,946 **	55,774 **	242,909 **
F frequência	0,179 ns	0,212 ns	1,741 ns	4,514 *
F (Dose x freq.)	0,12 ns	0,046 ns	0,149 ns	0,261 ns
C.V.	9,35	6,6	3,26	2,62

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Figura 38 - Análise de regressão da matiz (H) (obtido através de imagem digital) do gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio (kg N ha⁻¹ ano⁻¹) nas diferentes estações do ano



F1- Frequência de irrigação diária. F2- Frequência de irrigação a cada dois dias. *- significância de 5% da regressão. **- significância de 1% da regressão.

4.3.3.3 Saturação do gramado (S) através do Field Scout TCM 500 e imagem digital

Para os valores de saturação é observado que as doses de N influenciaram as porcentagens para todas as estações pelos dados obtidos pelo TCM500 (Tabela 30), já para imagem digital, não houve significância apenas durante o outono (Tabela 31). Contudo, de forma geral, é observado que com o aumento das adubações, houve crescimento dos valores avaliados.

A saturação mostra a quão vívida (ou intensa) a cor resultante será, variando de 0 a 100%, ou seja, uma cor 100% saturada será vívida e forte, já uma cor 50% será de um tom mais sutil e uma cor dessaturada será mais acinzentada (REZENDE et al., 2020). No presente estudo, para ambos os métodos de avaliação, a saturação

mostrou-se com maior porcentagem no outono, e com menor intensidade durante a primavera.

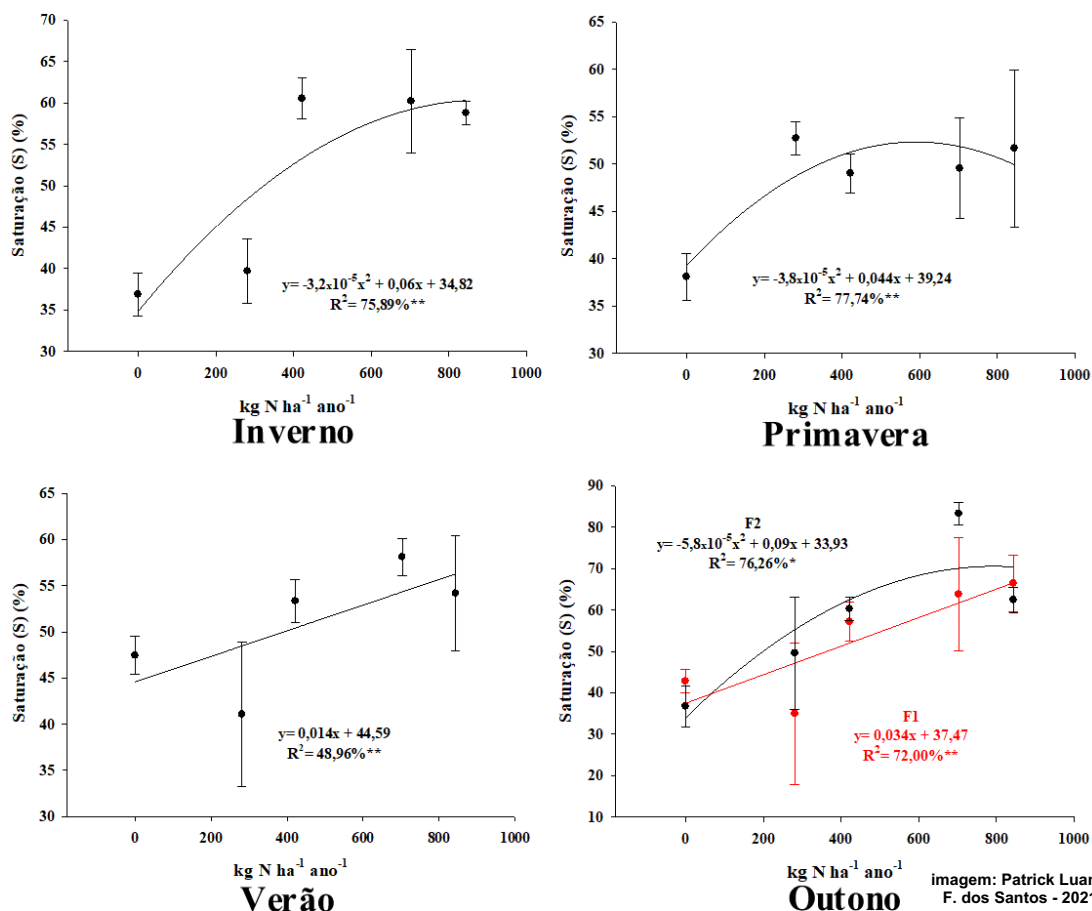
Entretanto, mesmo os resultados evidenciando gráficos de regressão para todas as estações (com exceção do outono por imagem digital) (Figura 39 e 40), a saturação também não é uma medida precisa para avaliação de cor do gramado, uma vez que ela depende da iluminação incidida e do grau de matiz que a grama apresenta.

Tabela 30 - Saturação (S) (obtido através do TCM 500) do gramado 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação nas estações do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020)

Frequência de irrigação	----- Saturação (S) (%) -----			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	49,86 b	48,06 a	50,03 a	52,99 a
A cada 2 dias	52,57 a	48,35 a	51,63 a	58,43 a
DMS	2,27	3,18	3,14	5,73
F dose	91,116 **	11,295 **	15,008 **	21,307 **
F frequência	5,924 *	0,033 ns	1,087 ns	3,754 ns
F (Dose x freq.)	0,72 ns	0,468 ns	0,648 ns	3,230 *
C.V.	6,87	10,21	9,56	15,93

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Figura 39 - Análise de regressão da saturação (S) (obtido através do TCM 500) do gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio (kg N ha⁻¹ ano⁻¹) nas diferentes estações do ano



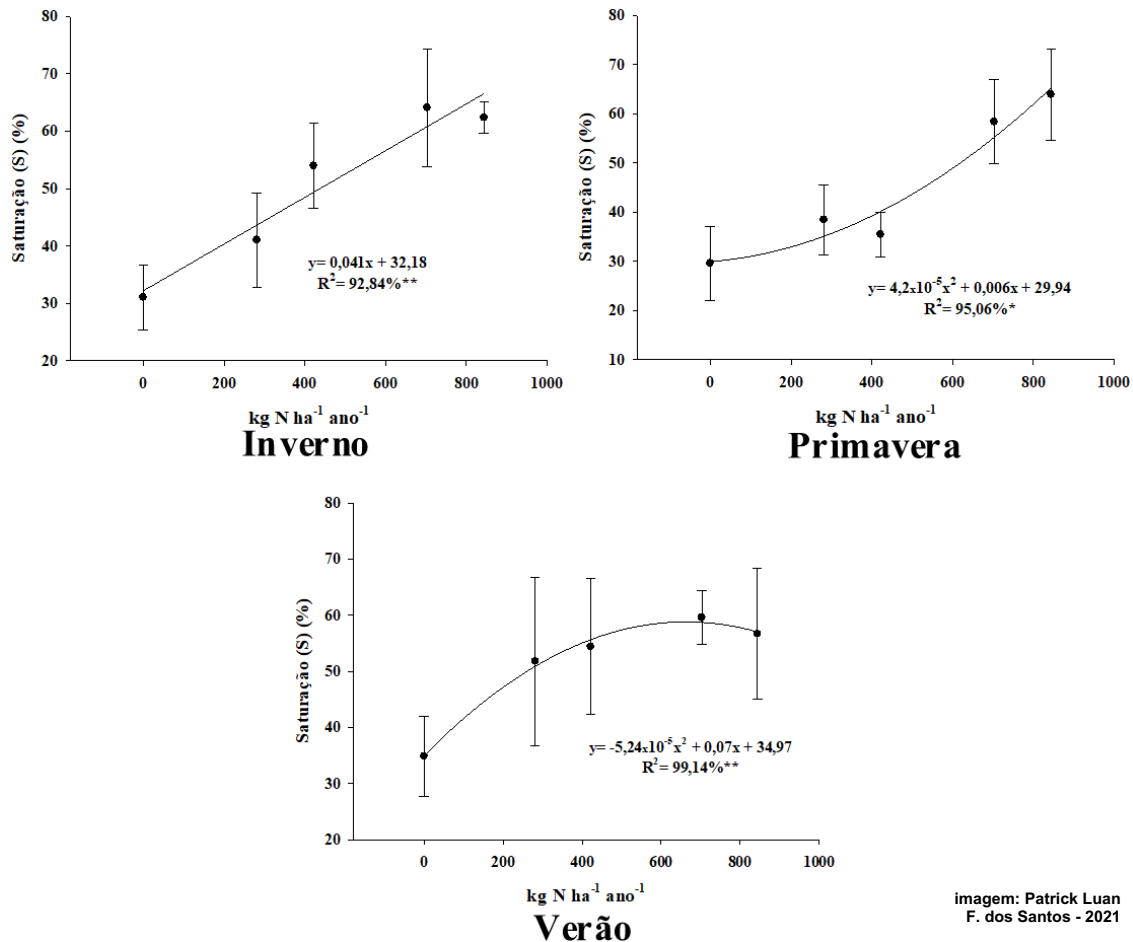
F1- Frequência de irrigação diária. F2- Frequência de irrigação a cada dois dias. *- significância de 5% da regressão. **- significância de 1% da regressão.

Tabela 31 - Saturação (S) (obtido através de imagem digital) do gramado 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação nas estações do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020)

Frequência de irrigação	Saturação (S) (%)			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	49,36 a	45,21 a	51,82 a	56,03 a
A cada 2 dias	51,67 a	45,06 a	51,13 a	60,22 a
DMS	4,57	4,78	7,09	10,17
F dose	32,185 **	33,241 **	6,271 **	0,674 ns
F frequência	1,062 ns	0,004 ns	0,039 ns	0,708 ns
F (Dose x freq.)	1,54 ns	1,691 ns	0,949 ns	0,081 ns
C.V.	14,01	16,4	21,32	27,09

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Figura 40 - Análise de regressão da saturação (S) (obtido através de imagem digital) do gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio (kg N ha⁻¹ ano⁻¹) nas diferentes estações do ano



F1- Frequência de irrigação diária. F2- Frequência de irrigação a cada dois dias. *- significância de 5% da regressão. **- significância de 1% da regressão.

4.3.3.4 Brilho do gramado (B) através do Field Scout TCM 500 e imagem digital

O brilho (também chamado de valor), descreve o quão claro ou escuro parece uma cor, e se refere à quantidade de luz percebida, e também é medido em porcentagem de 0 a 100, onde quanto maior a porcentagem, maior o brilho da cor. Assim, 0% seria totalmente preto e 100% totalmente branco (NASCIMENTO et al., 2020). Com isso, um gramado que apresenta coloração verde, quando mesclado com branco, dá como resultado um verde mais claro, e quando mesclado com preto, um verde mais escuro, denominando assim a tonalidade da cor (REZENDE et al., 2020). No presente estudo, para os valores obtidos com o TCM 500, foi apenas observado influência das doses de N no brilho da grama, sendo que durante a primavera foram

encontradas as maiores porcentagens (Tabela 32). Já para essa variável analisada através da imagem digital, observa-se que a adubação não foi influenciada apenas durante a primavera, contudo para essa estação, constatou-se diferença entre as frequências de irrigação (Tabela 33).

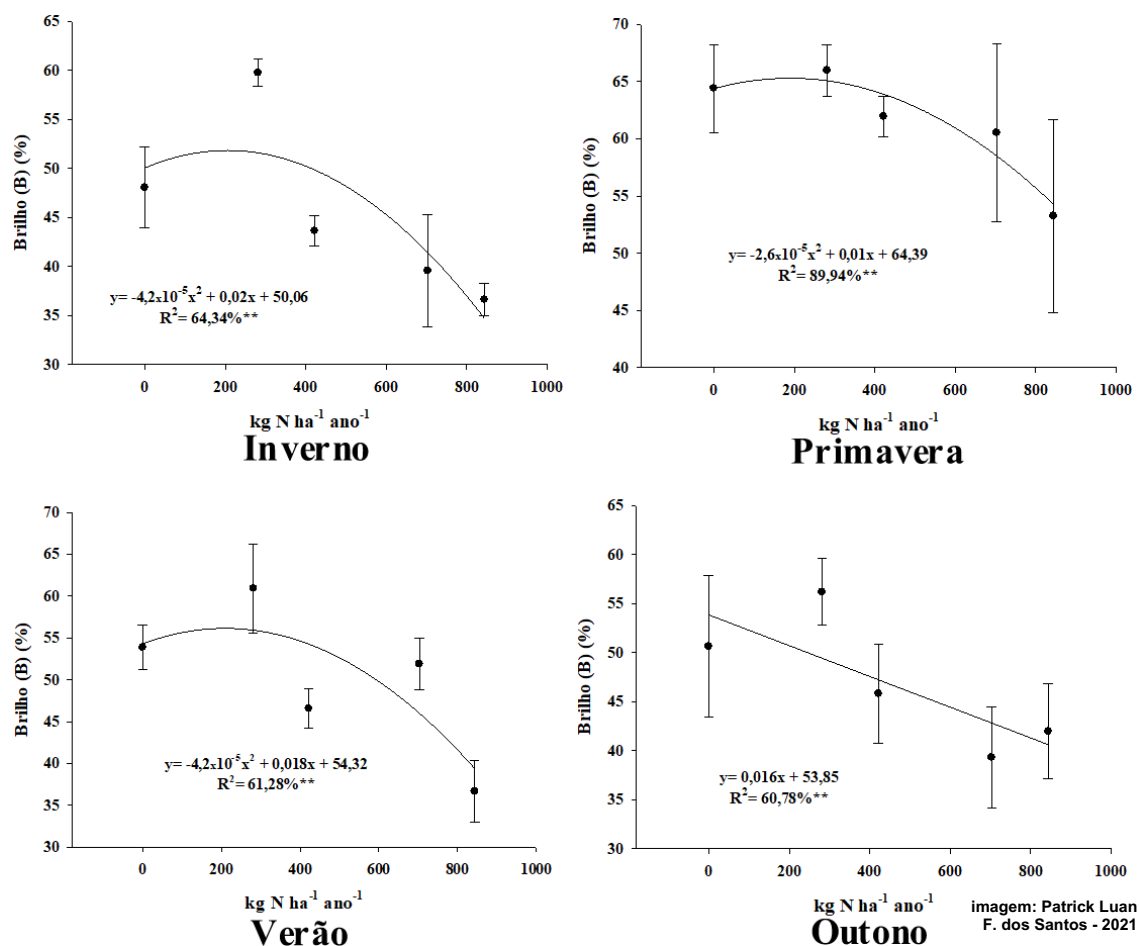
As regressões encontradas, foram de segunda ordem para o inverno, primavera e verão, e linear para o outono, quando avaliadas através do índice de refletância TCM 500 (Figura 41). Já na análise por imagem digital, o outono/inverno apresentaram gráficos de primeira ordem, enquanto o verão constatou uma regressão quadrática (Figura 42).

Tabela 32 - Brilho (B) (obtido através do TCM 500) do gramado 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação nas estações do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020)

Frequência de irrigação	----- Brilho (B) (%) -----			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	45,78 a	60,88 a	49,78 a	47,82 a
A cada 2 dias	45,25 a	61,57 a	50,20 a	45,74 a
DMS	2,32	3,74	2,44	3,48
F dose	50,726 **	5,807 **	45,747 **	12,621 **
F frequência	0,217 ns	0,140 ns	0,118 ns	1,489 ns
F (Dose x freq.)	0,120 ns	0,548 ns	0,304 ns	0,557 ns
C.V.	7,89	9,47	7,57	11,51

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Figura 41 - Análise de regressão do brilho (B) (obtido através do TCM 500) do gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio (kg N ha⁻¹ ano⁻¹) nas diferentes estações do ano



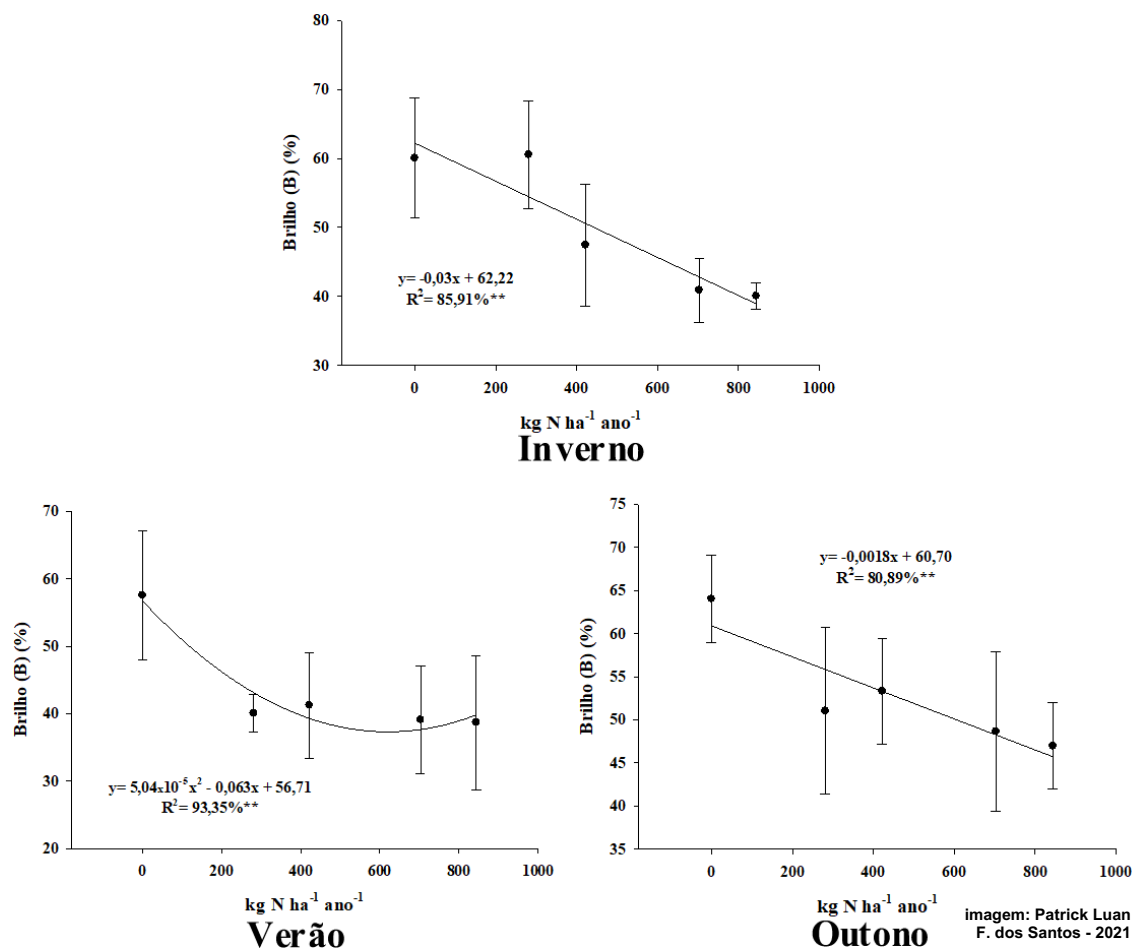
F1- Frequência de irrigação diária. F2- Frequência de irrigação a cada dois dias. *- significância de 5% da regressão. **- significância de 1% da regressão.

Tabela 33 - Brilho (B) (obtido através de imagem digital) do gramado 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação nas estações do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020)

Frequência de irrigação	----- Brilho (B) (%) -----			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	51,23 a	46,08 b	42,72 a	52,92 a
A cada 2 dias	48,35 a	51,18 a	43,90 a	52,67 a
DMS	4,61	4,53	5,53	4,93
F dose	15,696 **	0,956 ns	7,003 **	6,198 **
F frequência	1,628 ns	5,271 *	0,188 ns	0,011 ns
F (Dose x freq.)	0,376 ns	0,356 ns	0,163 ns	0,523 ns
C.V.	14,35	14,44	19,79	14,47

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Figura 42 - Análise de regressão do brilho (B) (obtido através de imagem digital) do gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio (kg N ha⁻¹ ano⁻¹) nas diferentes estações do ano



F1- Frequência de irrigação diária. F2- Frequência de irrigação a cada dois dias. *- significância de 5% da regressão. **- significância de 1% da regressão.

4.3.3.4 Índice de cor verde escuro (ICVE) através do Field Scout TCM 500 e imagem digital

O ICVE é uma técnica que pode ser essencial para estimar o estado nutricional da espécie, uma vez que ele mostra com o quão verde escuro está o gramado (REZENDE et al., 2020). Maiores valores de ICVE refletem coloração mais intensa, o que é esteticamente agradável e desejável para campos esportivos. No presente estudo, todos os resultados foram influenciados somente pelas doses de nitrogênio, tanto para os valores encontrados pelo TCM 500 (Tabela 34) quando pela análise por imagem digital (Tabela 35). De forma geral, quanto maior o valor de nitrogênio aplicado, mais alto foram os resultados de ICVE. As frequências de irrigação

adotadas, não foram significativas, evidenciando que independente do gramado ser irrigado diariamente, ou a cada dois dias, a tonalidade verde da grama será mantida.

Semelhante aos resultados de ICV (CM1000 e TCM 500), os valores de ICVE foram influenciados diretamente sobre as doses de N, e conforme descrito anteriormente, devido ao fato do nitrogênio fazer parte da molécula de clorofila (TAIZ et al., 2017). Contudo, apenas doses muito altas (acima de 500 kg há⁻¹ ano⁻¹) apresentaram resultados de ICVE recomendado para a literatura para grama bermuda de 0,63 (GODOY et al., 2012) (Figura 43) e esses resultados ficam ainda abaixo do recomendado quando avaliados por imagem digital (Figura 44). Contudo, o valor de referência é para grama bermuda 'Celebration', necessitando assim, novas recomendações para a variedade trabalhada no presente estudo.

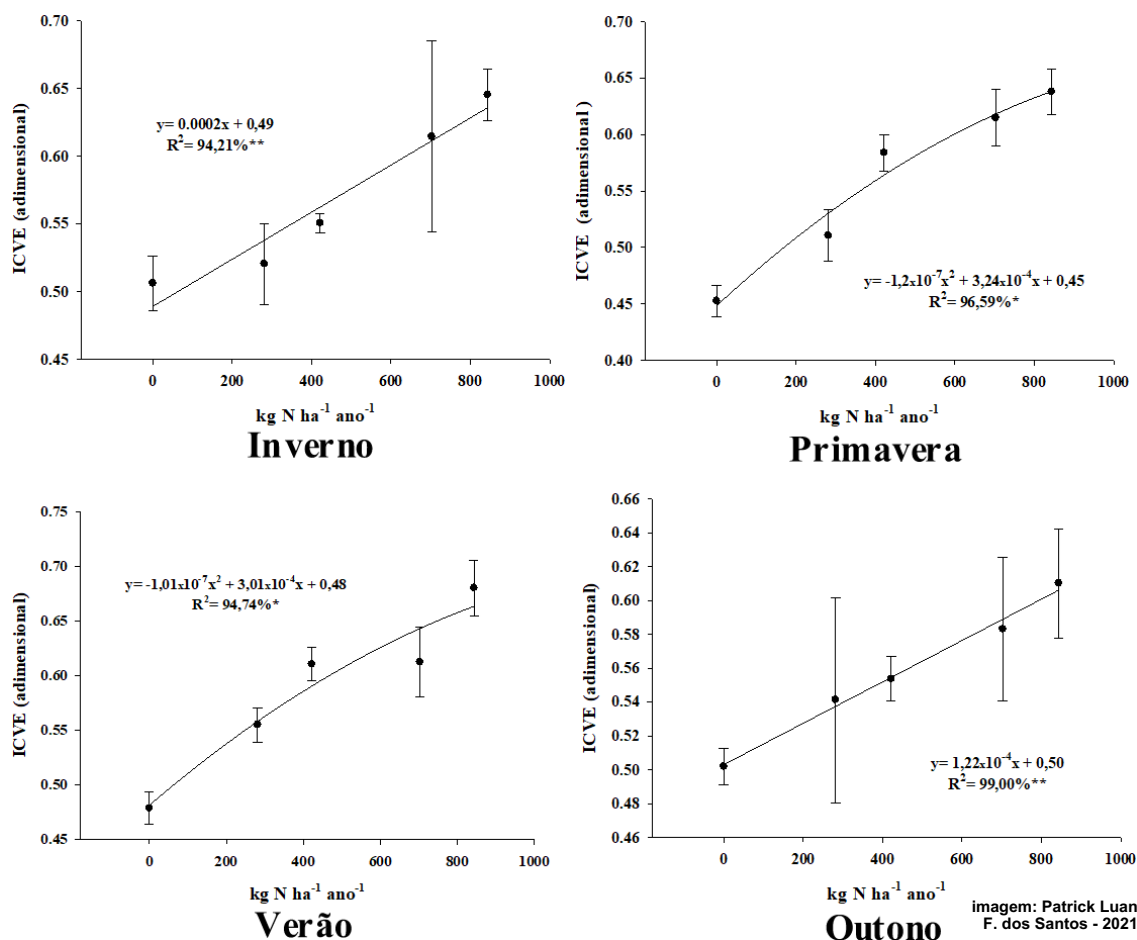
Os valores ainda ficaram abaixo dos resultados encontrados em trabalhos com outras bermudas de 0,82 a 0,86 (REZENDE et al., 2020) e 0,6 a 0,7 (SILVA et al., 2020) para a DiscoveryTM, contudo estão próximos dos valores de Silvério et al. (2020) de 0,47 a 0,58. Essa avaliação de ICVE é de extrema importância, pois em um futuro, ele poderá ser estimado através de uma foto, e relacionada com a nutrição do campo. Pois de acordo com Godoy et al. (2012) índices de ICVE são indicativos do estado nutricional da grama, onde quando estão abaixo do recomendado, é necessário a realização de adubação suplementar. O mesmo se confirma por Santos e Castilho (2015) e Santos e Castilho (2018) para a grama bermuda.

Tabela 34 - Índice de cor verde escuro (ICVE) (TCM 500) do gramado 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação nas estações do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020)

Frequência de irrigação	ICVE (adimensional)			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	0,57 a	0,56 a	0,59 a	0,57 a
A cada 2 dias	0,56 a	0,56 a	0,58 a	0,55 a
DMS	0,02	0,01	0,14	0,02
F dose	20,35 **	110,199 **	92,003 **	11,418 **
F frequência	1,645 ns	0,898 ns	2,266 ns	2,394 ns
F (Dose x freq.)	0,274 ns	0,503 ns	0,210 ns	1,870 ns
C.V.	6,66	3,7	3,78	6,19

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Figura 43 - Análise de regressão do índice de cor verde escuro (ICVE) (obtido através do TCM 500) do gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio ($\text{kg N ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$) nas diferentes estações do ano



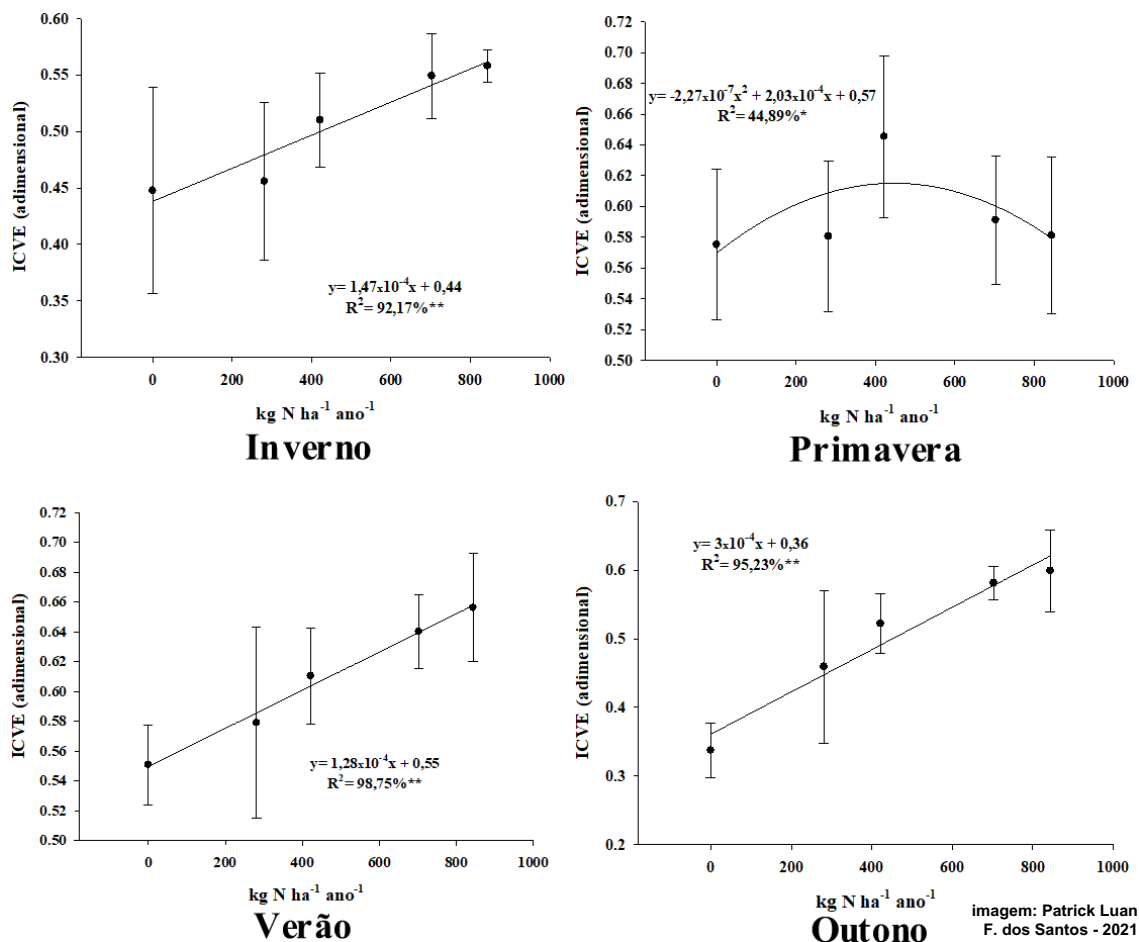
F1- Frequência de irrigação diária. F2- Frequência de irrigação a cada dois dias. *- significância de 5% da regressão. **- significância de 1% da regressão.

Tabela 35 - Índice de cor verde escuro (ICVE) (imagem digital) do gramado 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação nas estações do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020).

Frequência de irrigação	ICVE (adimensional)			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	0,51 a	0,61 a	0,61 a	0,51 a
A cada 2 dias	0,50 a	0,58 a	0,60 a	0,49 a
DMS	0,04	0,03	0,03	0,04
F dose	5,628 **	2,746 *	9,228 **	20,209 **
F frequência	0,052 ns	1,985 ns	0,575 ns	1,144 ns
F (Dose x freq.)	0,238 ns	0,514 ns	0,755 ns	0,087 ns
C.V.	12,12	8,3	6,63	13,35

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Figura 44 - Análise de regressão do índice de cor verde escuro (ICVE) (obtido através de imagem digital) do gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio ($\text{kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) nas diferentes estações do ano



F1- Frequência de irrigação diária. F2- Frequência de irrigação a cada dois dias. *- significância de 5% da regressão. **- significância de 1% da regressão.

4.4 Jogabilidade do gramado

4.3.1 Resistência do gramado a tração

A tração do gramado, evidencia qual a força necessária para “rasgar” o gramado, e nota-se que para todas as estações do ano, as adubações influenciaram os resultados, havendo interação entre os fatores, na primavera/outono (Tabela 36). Apesar disso, todas as regressões encontradas, foram de segunda ordem, evidenciando que existe um valor máximo ideal para que a resistência do gramado a tração seja eficiente (Figura 45). Assim, doses baixas de nitrogênio podem não ser suficientes para aumentar a força do grama, contudo doses elevadas, acaba ocasionando elevado crescimento vertical (Tabela 13 e 14) e com isso, o gramado se torna menos resistente. Onde dose de $421,88 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, pode ser excelente opção para o desenvolvimento do gramado sem afetar a jogabilidade da partida.

As frequências de irrigação influenciaram nos resultados apenas nas estações de baixa temperatura (outono/inverno), possivelmente, devido ao lento crescimento do gramado nessas épocas do ano. No verão houve maior resistência do gramado a tração, dentre todas as épocas avaliadas, inferindo assim, que para essa estação o desenvolvimento da espécie está mais acelerado, e conseqüentemente o campo está mais adequado para receber jogos.

Dessa forma, gramas bem nutridas, se tornam mais densas pelo aumento das estruturas vegetativas, como rizomas e estolões, e com o tempo ficam mais resistentes (CANDOGAN et al., 2015; ZHANG et al., 2018), o que no presente estudo chegou a um resultado máximo na dose de 421,88 kg ha⁻¹ e foi decrescendo (Figura 43). Segundo a FIFA (2015) para um gramado natural, os valores recomendados de tração são entre 25 a 50 Nm sendo que entre 35 a 45 Nm seriam os valores ideais, logo, o presente trabalho mostrou que em geral, a dose de 421,88 kg ha⁻¹ apresentou resultados mais próximos do mencionado, que os demais tratamentos. Já a Soccer Grass (2013), coloca valores entre 30 a 45 N m como tolerantes para gramados. Destaca-se que doses elevadas acabam provocando bastante crescimento vertical, entretanto, diminuindo a tração. Por outro lado, baixas doses de nitrogênio, podem não ser capazes de aumentar a força necessária da grama.

Entretanto, a grama bermuda possui alta capacidade de recuperação (GODOY et al., 2012), pois suas estruturas vegetativas adicionam estabilidade, criando boa base para a penetração do cravo (OLIVEIRA, 2016). Gramados mantidos a altura de corte menor tem 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 campo e a tração. Assim, corte baixo não é uma garantia de maior tração (TAPIA, 2003), sendo que no presente estudo o gramado foi cortado sempre a mesma altura (15 mm).

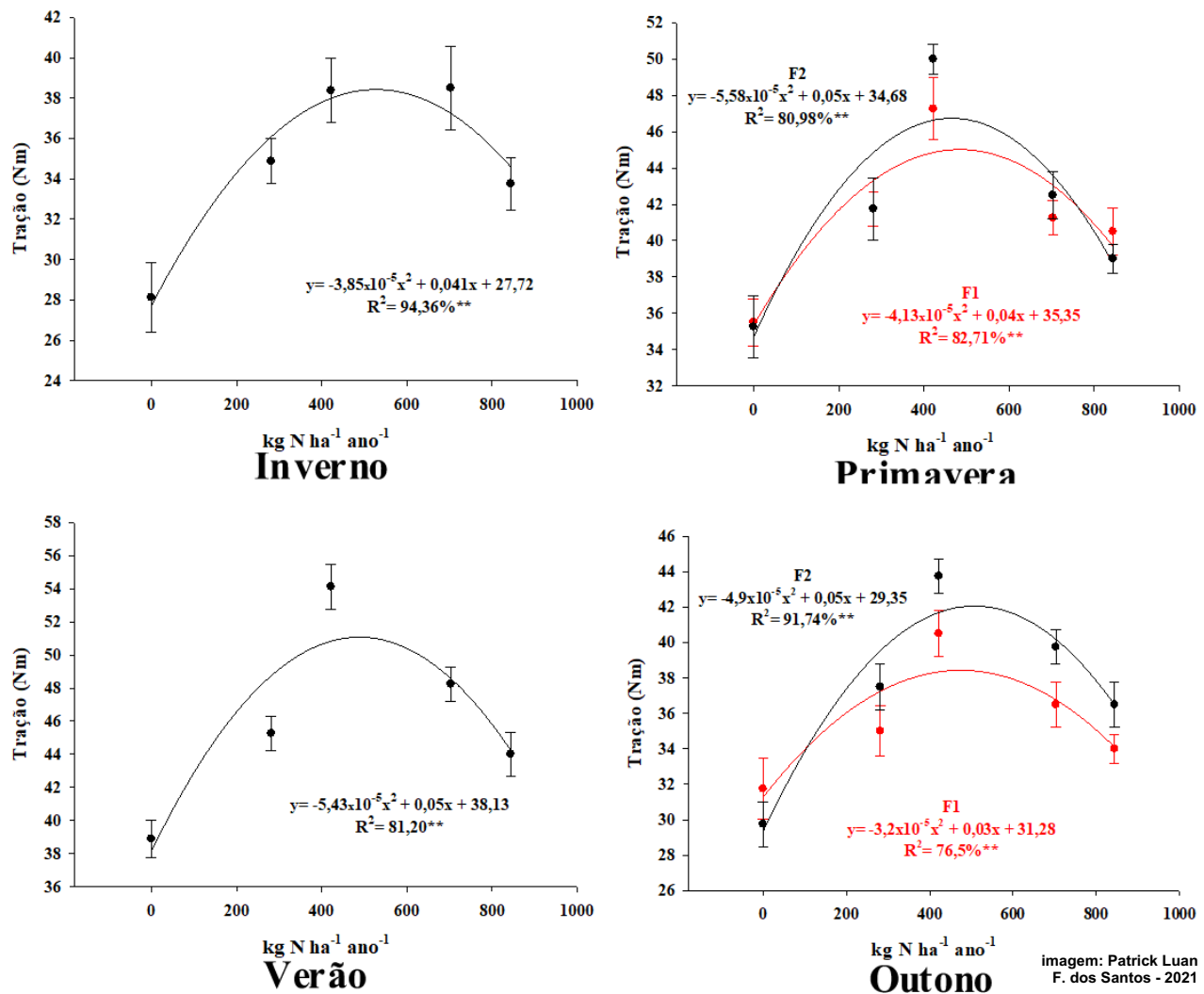
Alguns trabalhos buscando entender a dinâmica do funcionamento do equipamento de tração em grama bermuda, encontraram resultados próximos aos observados no presente estudo. Oliveira (2016) observou médias de 44 e 45 Nm, já Prates et al. (2020) média de 31 Nm, enquanto Andrade (2016) resultados variando de 45 a 53 Nm, estando todos esses valores próximos aos encontrados no presente estudo.

Tabela 36 - Resistência a tração do gramado 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação nas estações do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020)

Frequência de irrigação	----- Tração (Nm) -----			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	34 b	41 a	46 a	35 b
A cada 2 dias	36 a	42 a	46 a	37 a
DMS	0,94	0,84	0,78	0,8
F dose	67,337 **	108,229 **	174,284 **	88,045 **
F frequência	11,218 **	1,197 ns	0,276 ns	23,043 **
F (Dose x freq.)	0,099 ns	3,081 *	0,836 ns	6,247 **
C.V.	4,21	3,14	2,61	3,43

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Figura 45 - Regressão da resistência a tração do gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio nas diferentes estações do ano



F1- Frequência de irrigação diária. F2- Frequência de irrigação a cada dois dias. *- significância de 5% da regressão. **- significância de 1% da regressão.

4.3.2 Velocidade do rolamento da bola

A velocidade que a bola percorreu em 5 m dentro de cada parcela, evidenciou que somente as doses de N influenciaram nas variáveis analisadas (Tabela 37). Independente da frequência de irrigação adotada o campo manterá as mesmas condições de jogo. Os valores encontrados mostraram que a diferença da velocidade é pequena, variando apenas alguns segundos entre um tratamento e outro (entre 2-3 m s⁻¹). Contudo, comportamento semelhante ao encontrado pela resistência a tração (Tabela 36), a velocidade de rolamento mostrou que doses mais altas de N são prejudiciais para manter um campo em excelentes condições de jogo, possivelmente devido a maior massa vegetal (Figura 46). Já doses mais baixas, podem influenciar na jogabilidade quando nenhum manejo é realizado (SILVA, 2016). Dentre as estações do ano, o inverno apresentou maior velocidade.

A dose máxima alcançada foi de 421,88 kg ha⁻¹ ano⁻¹ evidenciando que a jogabilidade do campo apresenta um pico, e posteriormente ocorre um decréscimo (Figura 44). Não existem na literatura valores de velocidade recomendados para jogabilidade da bola em grama bermuda. Contudo, Canaway et al. (1990) propõe uma rolagem da bola na faixa de 2 m a 14 m, a mesma recomendada pela FIFA (2015), sendo que no presente estudo, a velocidade da bola foi calculada com base na distância de 5 m, estando dentro do recomendado. Souza et al. (2019) não observaram influência do tempo de irrigação no rolamento da bola em experimento em grama bermuda, corroborando com os resultados do presente estudo.

Tabela 37 - Velocidade do rolamento da bola em gramado ‘Tifton 419’ em função da frequência de irrigação nas estações do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020)

Frequência de irrigação	Velocidade do rolamento da bola (m s ⁻¹)			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	2,70 a	2,53 a	2,52 a	2,61 a
A cada 2 dias	2,76 a	2,55 a	2,56 a	2,65 a
DMS	0,11	0,05	0,07	0,07
F dose	64,01 **	72,765 **	58,058 **	42,800 **
F frequência	1,533 ns	0,631 ns	1,348 ns	1,525 ns
F (Dose x freq.)	0,930 ns	0,193 ns	0,188 ns	0,102 ns
C.V.	6,48	3,16	4,32	4,12

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Figura 46 - Análise de regressão da velocidade do rolamento da bola em gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio (kg N ha⁻¹ ano⁻¹) nas diferentes estações do ano

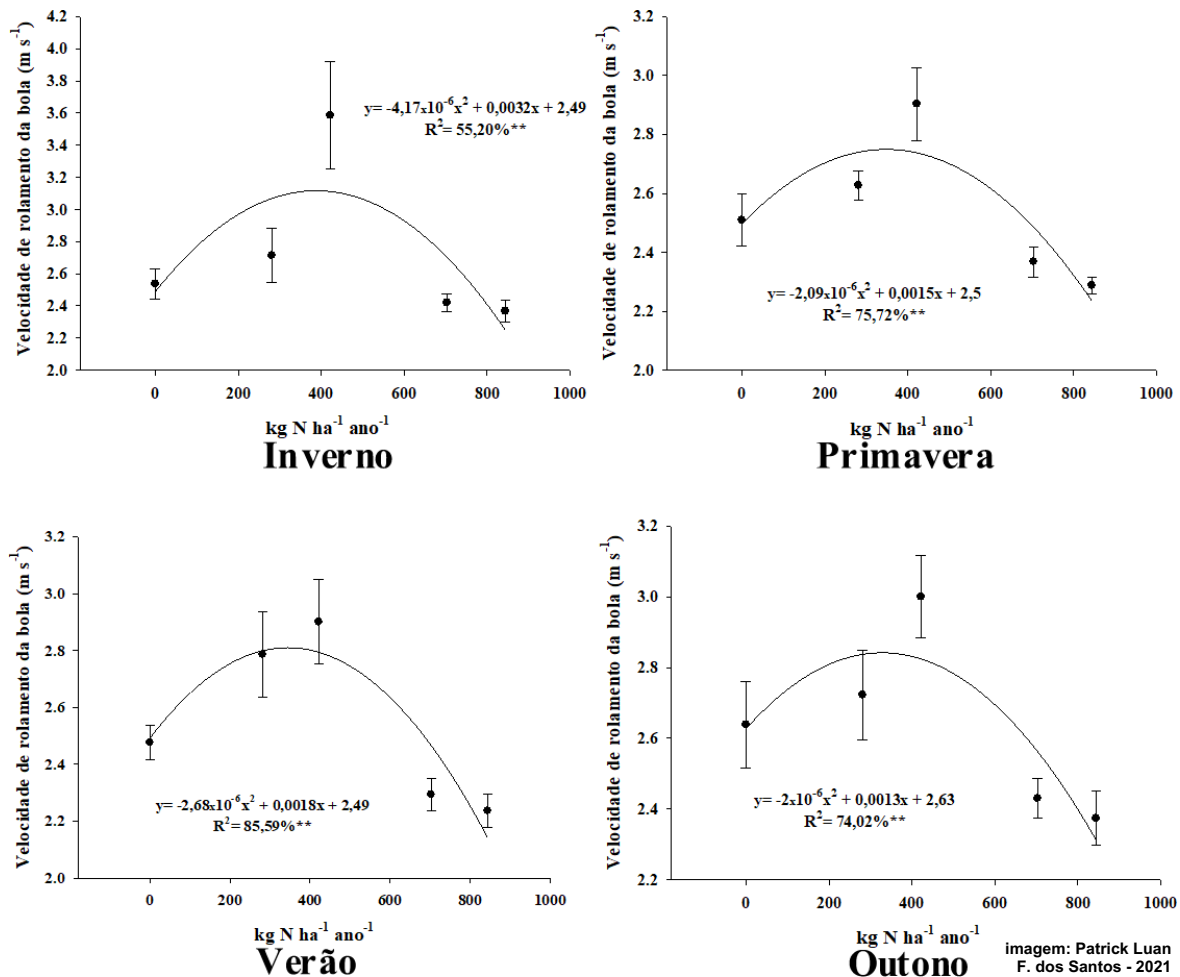


imagem: Patrick Luan
F. dos Santos - 2021

F1- Frequência de irrigação diária. F2- Frequência de irrigação a cada dois dias. *- significância de 5% da regressão. **- significância de 1% da regressão.

4.3.3 Tempo do quique (rebote da bola)

O tempo de rebote da bola, apresentou resultados semelhantes aos encontrados pelas outras avaliações de jogabilidade (Tabela 36 e 37). As frequências de irrigação não interferiram nos resultados (Tabela 38), mostrando que independente do turno de rega adotado, essa variável será a mesma. Contudo, a adubação nitrogenada influenciou diretamente nos resultados, onde foram encontrados gráficos de regressão quadráticas, com um valor máximo ideal para manter o quique da bola essencial para uma partida. O tempo do rebote, é muito rápido, levando menos de 1 segundo para ocorrer, e assim as diferenças aparentes entre cada um dos tratamentos, pode parecer pequena, entretanto, elas são existentes. Em uma partida

de futebol, quando uma bola não “pinga” na grama, ou quica pouco, é sinal de um mal desenvolvimento do gramado, ou baixa resistência do mesmo para partida (ALDAHIR, 2012), e assim este não está propício para jogo, conforme ocorre nas adubações realizadas com as maiores doses e a testemunha (Figura 47).

Dentre todas as estações o verão apresentou os maiores resultados para essa variável, evidenciando maior resposta da jogabilidade nessa época. Todavia, o outono/inverno apresentaram resultados semelhantes, o que comprava que durante essas épocas do ano, o campo está menos propício para receber jogos.

De acordo com Aldahir (2012) são poucos detalhes que existem a respeito da interação campo/bola, sendo essas avaliações de grande importância, onde o quique da bola (rebote ou retorno) é uma das primeiras a serem avaliadas. Essa avaliação não depende somente da composição do solo, e sim da cobertura vegetal, espécie e densidade do sistema radicular, onde a perda da cobertura vegetal formando locais vazios, interfere diretamente na interação bola e campo. Assim, no presente estudo, doses de $421,88 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ conseguiram manter excelentes resultados de desenvolvimento do gramado, em variáveis como, o sistema radicular, crescimento da parte aérea, índices estéticos e de coloração verde e ótimos resultados de jogabilidade.

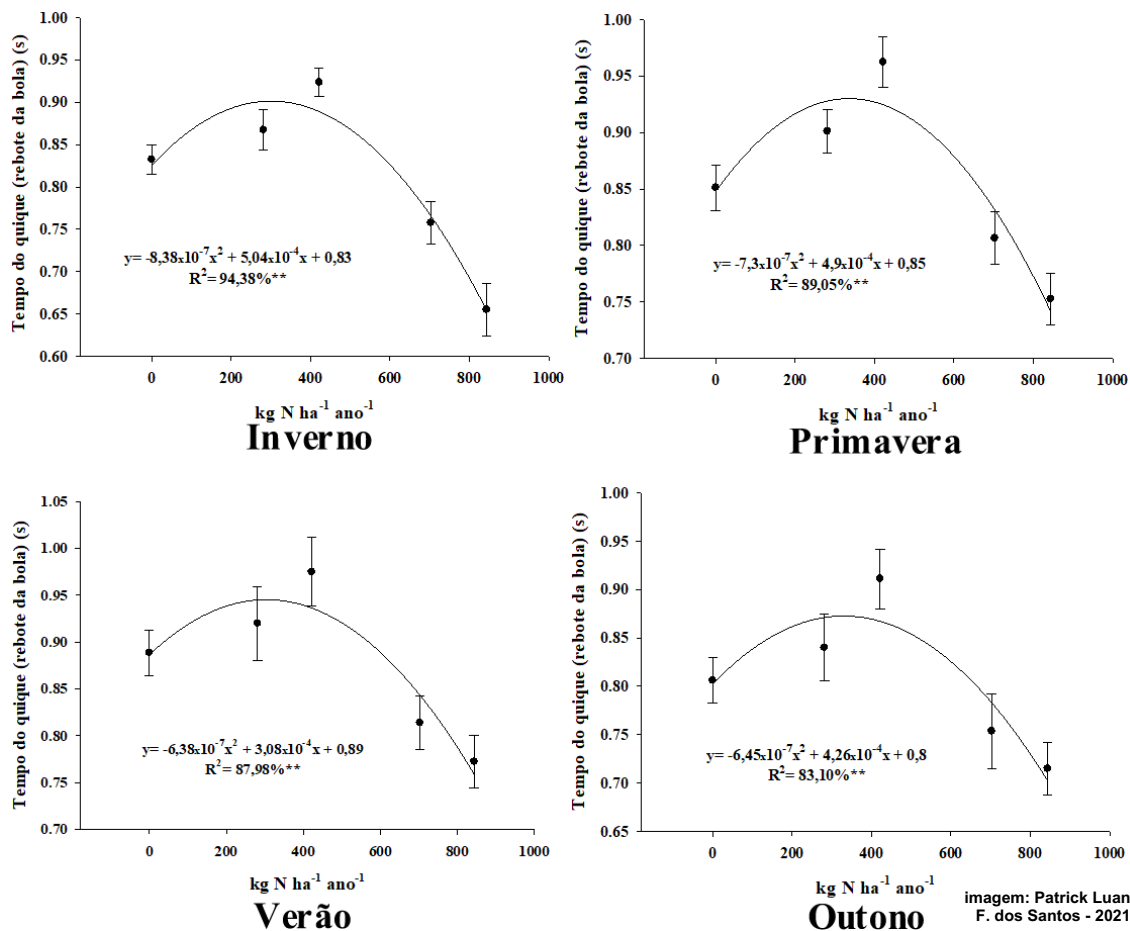
Portugal et al. (2019) trabalhando com rebote da bola em grama bermuda em função do tempo de irrigação, não observaram influência do manejo de rega na jogabilidade avaliada, não corroborando com o presente estudo, entretanto, ao realizarem avaliações do rebote em função de altura de corte do gramado, constataram influência nos resultados. O mesmo comportamento foi observado por Godoy e Alves (2016) em trabalho com grama bermuda em campo de alta performance.

Tabela 38 - Tempo do quique (rebote da bola) em gramado 'Tifton 419' em função da frequência de irrigação nas estações do ano, e teste F da análise de variância. (Botucatu-SP 2019-2020)

Frequência de irrigação	Tempo do quique (rebote da bola) (s)			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Diária	0,81 a	0,85 a	0,87 a	0,81 a
A cada 2 dias	0,80 a	0,86 a	0,87 a	0,80 a
DMS	0,01	0,01	0,02	0,02
F dose	143,193 **	106,902 **	46,230 **	42,744 **
F frequência	1,189 ns	0,126 ns	0,035 ns	0,664 ns
F (Dose x freq.)	0,119 ns	0,741 ns	0,226 ns	0,256 ns
C.V.	3,05	2,61	3,87	4,1

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *- significativo a 5% pelo teste F. **-significativo a 1% pelo teste F. ns- Não significativo.

Figura 47 - Análise de regressão do tempo do quique (rebote da bola) em gramado 'Tifton 419' em função de doses de nitrogênio (kg N ha⁻¹ ano⁻¹) nas diferentes estações do ano.



F1- Frequência de irrigação diária. F2- Frequência de irrigação a cada dois dias. *- significância de 5% da regressão. **- significância de 1% da regressão.

5 CONCLUSÃO

O uso da dose de 421,88 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ parcelada em 12 vezes respeitando a porcentagem para cada estação (15% inverno, 25% outono, 35% verão e 25% primavera) e utilizando como fonte sulfato de amônio, aliada a uma frequência de irrigação a cada dois dias é recomendada para o desenvolvimento da grama bermuda 'Tifton 419' em campos esportivos.

REFERÊNCIAS

- ABIT, J.; ARNALL, B. **Using the GreenSeeker™ Handheld Sensor and Sensor-Based Nitrogen Rate Calculator**. 2017. Okalahoma State University. Disponível em: <<https://extension.okstate.edu/fact-sheets/using-the-greenseeker-handheld-sensor-and-sensor-based-nitrogen-rate-calculator.html>>. Acesso em: 02 ago .2019
- ABREU, J. P. J. L.; ANDRADE, T. F.; SILVA, T. B. G.; KOTAMA, E. K.; VILLAS BÔAS, R. L. Produção de matéria seca e crescimento da grama bermuda tifway submetida a diferentes doses de nitrogênio. *In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 7, 2015, Botucatu. Anais...* Botucatu: UNESP/FCA, 2015.
- ALCARDE, J.C.; GUIDOLIN, J.A.; LOPES, A.S. **Os adubos e a eficiência das adubações**. 3.ed. São Paulo: ANDA, 1998. (Boletim Técnico, 3).
- ALDAHIR, P. C. F. **Composição e uso de campos esportivos**. In: BACKES, C.; GODOY, L. J. G.; MATEUS, C. M. D.; SANTOS, A. J. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; OLVEIRA, M. R. Tópicos atuais em gramados. Botucatu: FEPAF, 2012. 174-184p.
- ALDAHIR, P.C.F. **Campos esportivos: Aeração – parte II**. Infograma, 2015. Disponível em: <<http://infograma.com.br/aeracao-parte-ii/>>. Acesso em: 23 mar de 2020.
- ALEXIEVA, V.; SERGIEV, I.; MAPELLI, S.; KARANOV, E. The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. **Plant, Cell and Environment**, v. 24, p. 1337-1344, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.2001.00778.x>
- ALMEIDA, A. M. **Crescimento da grama bermuda discovery™ irrigada por gotejamento subsuperficial, sob tensões de água no solo**. 2019. 67 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e drenagem) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu-SP, Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/191165/almeida_am_me_botfca.pdf?sequence=4&isAllowed=y>. Acesso em: 01 mar. 2021.
- AMARAL, J. A.; PAGLIARINI, M. K.; HAGA, K. I.; CASTILHO, R. M. M. Luminosity levels and substrates composition on Bermuda Grass development. **Ornamental Horticulture**, v.25, n. 2, p. 168-179, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/oh.v25i2.1454>
- ANDRADE, T. F. **Desenvolvimento da grama bermuda Tifway em diferentes manejos de irrigação e de adubação**. 2016. 78f. Tese (Doutorado em Agronomia - Irrigação e Drenagem). Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. **Disponível em:** <<http://hdl.handle.net/11449/144343>>. Acesso em: 20 set. 2021.
- ARRIETA, C.; BUSEY, P.; DAROUB, S. H. Goosegrass and Bermudagrass Competition under Compaction. **Agronomy Journal**, Madison, v.101, n.1, p.11-16, 2009.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL GRAMA LEGAL. **Irrigação eficiente e racional de gramados**. 2021. Disponível em: <<https://gramalegal.com/consumidor/irrigacao-eficiente-racional-gramados>> Acesso em: 20 jan. 2021.

BALDWIN, C. M.; LIU, H.; McCARTY, L. B.; BAUERLE, W. L. Aluminum tolerances of ten warm-season turfgrasses. **International Turfgrasses society Journal**, v. 10, p. 811-817, 2005. Disponível em: <<http://archive.lib.msu.edu/tic/golfd/article/2005dec60.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

BEGUELINE, M. C. L. **Caracterização física e química de diferentes áreas de produção de grama esmeralda em Itapetininga-SP e sua influência na qualidade de tapetes**. 2021. 79f. Dissertação (UNESP). Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/204791/begueline_mclm_me_botfca.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 20 jan. 2021.

BIGELOW, C. A.; SOLDAT, D. J.; STIER, J. C.; HORGAN, B. P.; BONOS, S. A. Turfgrass root zones: Management, construction methods, amendment characterization, and use. In: BIGELOW, C. A.; SOLDAT, D. J. **Turfgrass: biology, use, and management**, 2013. p. 383-423.

BREMER, D.J.; LEE, H.; SU, K.; KEELEY, S.J. Relationships between normalized difference vegetation index and visual quality in cool-season turfgrass: II. Factors affecting NDVI and its component reflectance. **Crop Science**, v.51, n.5, p.2219, 2011. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2010.12.0729>

CANAWAY, P.M., M.J. Bell, G. Holmes, and S.W. Baker. Standards for the playing quality of natural turf for Association Football. **Natural and Artificial Playing Fields: Characteristics and Safety Features.**, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, p.29-47,1990

CANDOGAN, B. N.; SENIH, U. B.; ACILKGOZ, E. Irrigation Level and Nitrogen Rate Affect Evapotranspiration and Quality of Perennial Ryegrass (*Lolium perenne*). **International Journal of Agriculture & Biology**, v.7, n.3, p.431-439, 2015. DOI: <https://doi.org/10.17957/ijab/17.3.14.111>

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O.; CONTIN, L. M.; DIAS, F. L.; ROSSETTO, R.; MARCELINO, R.; COIMBRA, R. B.; QUAGGIO, J. A. Ammonia volatilization from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. **Scientia Agricola**, 65:397-401, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162008000400011>

CASTILHO, R.M.M.; FREITAS, R.C.; SANTOS, P.L.F. The turfgrass in landscape and landscaping. **Ornamental Horticulture**, v.26, n.3, p.499-515, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2447-536x.v26i3.2237>

CATUREGLI, L.; LULLI, F.; FOSCHI, L.; GUGLIELMINETTI, L.; BONARI, E.; VOLTERRANI, M. Turfgrass spectral reflectance: simulating satellite monitoring of spectral signatures of main C3 and C4 species. **Precision Agriculture**, v.16, n.3, p.297-310, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11119-014-9376-3>

CHAVES, J.B.P.; SPROESSER, R.L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: UFV, 2005. 81p.

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

CHRISTIANS, N. E.; PATTON, A. J.; LAW, Q. D. **Fundamentals of Turfgrass Management**, 5ªed. Wiley:Ames, 2016. 480p.

CIRERA, J. **Turfgrass Culture: A Technical Handbook**. 2 ed. Fitó: Barcelona, 2019. 241p.

CONFEDERAÇÃO SUL-AMERICANA DE FUTEBOL-CONMEBOL. Guia básico de preparação de campos de futebol. Assunção, Paraguai: Editora CONMEBOL, 2019. 60p.

COSTA, J. V. 2021. **Doses de ácido húmico e déficit hídrico no crescimento da grama zeon**. 73f. Dissertação (UNESP). Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/204661/costa_jv_me_botfca.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 20 jan. 2021.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2009v14n1p1-11>

DHANALAKSHMI, R.; BHAKSAR, V. V.; SUBBARAMAMMA, P. Influence of soil parameters on the establishment of turf grass species under different methods of planting. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, n. 3, p. 2607-2615, 2018. Disponível em: < <https://www.ijcmas.com/7-3-2018/R.%20Dhanalakshmi,%20et%20al.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2021.

DIAS, R. C.; DADAZIO, T. S.; TROPALDI, L.; CARBONARI, C. A.; VELINI, E. D. Glyphosate as growth regulator for bahiagrass and broadleaf carpetgrass. **Planta Daninha**, v.37, e019213829, p.1-10, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100144>

DICKSON, K. H.; SOROCHAN, J.; BROSNAN, J. T.; STIER, J.; JAEHOON, L.; STRUNK, W. D. Impact of Soil Water Content on Hybrid Bermudagrass Athletic Fields. *Crop Science*, v. 58 n. 3, p. 1416-142, 2018. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2017.10.0645>

DINALLI, R. P.; BUZETTI, S.; GAZOLA, R. N.; CASTILHO, R. M. M.; CELESTRINO, T. S.; DUPAS, E.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; LIMA, R. C. Application of herbicides as growth regulators of emerald Zoysia grass fertilized with nitrogen. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.3, suplemento 1, p.1875-1894, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3Supl1p1875>

DINALLI, R. P.; BUZETTI, S.; GAZOLA, R. N.; CASTILHO, R. M. M.; CELESTRINO, T. S.; DUPAS, E.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; LIMA, R. C. Application of herbicides

as growth regulators of emerald Zoysia grass fertilized with nitrogen. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.3, suplemento 1, p.1875-1894, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3Sup1p1875>

ELSNER, J. E. International turfgrass genetic certification. In: SIGRA - Simpósio Sobre Gramados, 5, 2010, Botucatu. **Tópicos atuais em gramados II**, Botucatu: FEPAF, 2010. p. 54 - 66, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise do solo**. 2. edição. Rio de Janeiro: Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

ERNANI, P.R. Nutrição e produtividade de espécies vegetais em sistemas de plantio direto e convencional. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE: MILHO & FEIJÃO, 2. 1999, Lages. **Anais...** Lages: UDESC/EPAGRI, 1999. V.1, p.19-30.

FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE FOOTBALL ASSOCIATION - FIFA. **FIFA Quality Concept for Football Turf**. 103 p. 2015. Disponível em: <http://www.fifa.com/mm/document/afdeveloping/pitchequip/fqc_football_turf_folder_342.pdf>. Acesso em: 15 de mar. 2021.

FERRAZ, G. F. **Aplicação de bactérias promotoras de crescimento em área de produção de grama Esmeralda, visando a redução da adubação nitrogenada**. 2022. 65f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Agrônômica UNESP). Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/216525>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

FOTIA, K.; NTOULAS, N.; KOLIOPANOS, C.; TSIROGIANNIS, I.L.; NEKTARIOS, P. Utilization of reflectance indices to evaluate the impact of grey or recycled irrigation water on Festuca arundinacea turfgrass. **Acta Horticulturae**, v.1197, p.103-108, 2018. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1197.14>

GAZOLA, R. P. D. **Adubação nitrogenada e doses do herbicida glyphosate como regulador de crescimento em grama esmeralda**. 2017. 187f. Tese (Doutorado em Agronomia - Sistemas de produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150612/gazola_rpd_dr_ilha.pdf?sequence=5&isAllowed=y>. Acesso em: 20 mar. 2021.

GAZOLA, R. P. D.; BUZETTI, S.; GAZOLA, R. N.; CASTILHO, R. M. M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; CELESTRINO, T. S. Nitrogen fertilization and glyphosate doses as growth regulators in Esmeralda grass. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, n.12, p.930-936, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n12p930-936>

GEROLINETO, E. **Desenvolvimento da grama esmeralda (*Zoysia japonica* STEUD) sob dois manejos de irrigação**. 2008. 35 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Ciência do Solo) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008.

GIANNOPOLITIS, C.N.; RIES, S.K. Superoxide dismutases: I. Occurrence in higherplants. **Plant Physiology**, v. 59, p. 309-314, 1977. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.59.2.309>

GLOBO RURAL. **Polo de produção de grama está em crise no sudoeste de São Paulo**. 2017. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/globo-rural/noticia/2017/07/polo-de-producao-de-grama-esta-em-crise-no-sudoeste-de-sao-paulo.html>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

GODOY, L. J. G. **Adubação nitrogenada para produção de tapetes da grama Sto. Agostinho e Esmeralda**. 2005. Tese (Doutorado em Agronomia em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/99973/godoy_ljg_dr_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=yhttps://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/191165/almeida_am_me_botfca.pdf?sequence=4&isAllowed=y>. Acesso em: 20 mar. 2021.

GODOY, L. J. G.; ALVES, H. E. F. **Interação bola x gramado em campos de futebol**. In: VII Simpósio sobre gramados. Anais... Botucatu-SP, 2015, 4p.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Nutrição de gramados. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 2003, 1, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, 2003. (1 CD-ROM).

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Tecnologias para auxiliar o manejo da adubação na produção de gramas In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 5, 2010, Botucatu. **Tópicos atuais em gramados II**. Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2010. p. 92-102.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L.; BACKES, C.; MATEUS, C. M. D. **Gramados**. In: IAC- Instituto Agronômico de Campinas. Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo – Boletim 100. 3. Ed. Campinas: IAC, 2022. p. 474-481.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L.; BACKES, C.; SANTOS, A. J. M. **Nutrição, Adubação e Calagem para produção de gramas**. 1 Ed. FEPAF, 2012. 146p.

GODOY, L.J. Turfs and turfgrasses in Brazil. **Ornamental Horticulture**, v.26, n.3, p.326-327, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v26i3.2224>

GURGEL, R. G. A. Principais espécies e variedades de grama. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 1, 2003, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2003. 23 p. CDROM.

GURGEL, R. G. A. Tendência mundial do mercado de gramas: manejo e uso das espécies. 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: FEPAF, 2012. p. 133-147.

HEATH, R.L.; PACKER, L. Photoperoxidation in isolated chloroplast. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. **Archives in Biochemistry Biophysics**, v. 125, p. 2141-2145, 1968.

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.

KARCHER, D. E.; RICHARDSON, M. D. Quantifying turfgrass color using digital image analysis. **Crop Science**, Madison, v. 43, p. 943-951, 2003.

KARCHER, D. E.; RICHARDSON, M. D.; LANDRETH, J. W.; MCCALLA, JR., J. H. Recovery of bermudagrass varieties from divot injury. **Applied Turfgrass Science**, v.2, n.1, p.1-8, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1094/ATS-2005-0117-01-RS>

KERR, R.A.; MCCARTY, L.B.; BROWN, P.J.; HARRIS, J.; MCELROY, J.S. Immediate irrigation improves turfgrass safety to postemergence herbicides. **HortScience**, v.54, n.2, p.353-356, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13571-18>

KOJOROSKI-SILVA, C. M.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; CARNEIRO, C. M.; GUARIENTI, M. Desenvolvimento morfológico das gramas esmeralda, São Carlos e Tifton 419. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 471 - 477, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000300005>

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: FEPAF, 2015. p. 23-34.

LATORRE, A. S.; GODOY, L. J. G.; TIBÃES, L. M. Correlação do índice de vegetação por diferença normalizada com a taxa de cobertura do solo pela grama e a cor do gramado. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 7, 2015, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP/FCA, 2015.

LEE, S. K. Irrigation Frequency and Nitrogen Rates for Tall Fescue Growth. **Weed & Turfgrass Science**, v.3, n.2, p.130-136, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5660/WTS.2014.3.2.130>

LEWIS, J. D.; GAUSSOIN, R. E.; SHEARMAN, R. C.; MAMO, M.; WORTMANN, C. S. Soil physical properties of aging golf course putting greens. **Crop Science**, v. 50, p.2084-2091, 2010.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, v. 148, p. 350-382, 1987. DOI: [https://doi.org/10.1016/0076-6879\(87\)48036-1](https://doi.org/10.1016/0076-6879(87)48036-1)

LIMA, C.P.; BACKES, C.; FERNANDES, D.M.; SANTOS, A.J.M.; GODOY, L.J.G.; VILLAS BÔAS, R.L. Uso de índices de refletância das folhas para o nível de nitrogênio em grama-bermuda. **Ciência Rural**, v.42, n.9, p.1568-1574, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012005000062>

LIMA, B. H.; SANTOS, P. L. F.; BEZERRA, J. C. M.; PAGLIARINI, M. K.; CASTILHO, R. M. M. Paclobutrazol as growth regulator in Bahiagrass. **Ornamental horticulture**, v. 26, n. 3, p. 413-421, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v26i3.2205>

LIMA, C. P.; BACKES, C.; SANTOS, A. J. M.; FERNANDES, D. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; OLIVEIRA, M. R. Quantidade de nutrientes extraídos pela grama bermuda em função de doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, v.31, n.5, p. 1432-1440, 2015. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v31n5a2015-21967>

McCARTY, L. B.; MILLER, G. **Managing bermudagrass turf: selection, cultural practices and pest management strategies**. Chelsea: Ann Arbor Press, 2002. 221 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARTINS, A. G. **Dinâmica dos fertilizantes nitrogenados a base de nitrato**. AgriPoint, 2016. 6p. Disponível em: https://www.cafepoint.com.br/img_news/lp/adubacao/artigo3.pdf. Acesso em: 01 mar 2021.

MATEUS, C. M. D. **Exportação de nutrientes pela grama bermuda Tifdwarf utilizada em greens de campo de golfe**. 2011. 72 f. Tese (doutorado em Horticultura) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/103259>. Acesso em: 20 dez. 2021.

MATEUS, C. M. D.; CASTILHO, R. M. M.; SANTOS, P. L. F.; MOTA, F. D.; GODOY, L. J. G.; VILLAS BOAS, R. L. Nutrients exportation by Tifdwarf bermudagrass from golf course greens. **Ornamental Horticulture**, v. 26, p. 422-431, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v26i3.2229>

MATEUS, C.M.D.; TAVARES, A.R.T.; OLIVEIRA, M.R.; JACON, C.P.R.P.; SARTORI, M.M.P.; FERNANDES, D.M.; VILLAS-BÔAS, R.L. Influence of substrate base on sports field covered with bermuda grass. **Ornamental Horticulture**, v.23, n.3, p.319-328, 2017. DOI: <https://doi.org/10.14295/oh.v23i3.1104>

MELERO, M. M.; SANTOS, P. L. F.; BEZERRA, J. C. M.; LIMA, B. H. L.; PAGLIARINI, M. K.; CASTILHO, R. M. M. Paclobutrazol and phenoxaprope-P-ethyl potential as growth regulator in Carpet grass Plus®. **Ornamental Horticulture**, 2020, v. 26, n. 3, p. 432-439. DOI: <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v26i3.2202>

MELLO, B. H. P.; VILLAS BÔAS, R. L.; SANTOS, P. L. F.; NASCIMENTO, M. V. L.; ALMEIDA, R. B. Doses de nitrogênio no desenvolvimento de grama Bermuda Discovery durante o inverno. *In: XXXI Congresso de Iniciação Científica da Unesp. Anais...* 2019. 1p.

MOHAN, C. **Trimble GreenSeeker Handheld Crop Sensor for Farmers**. 2019. Disponível em: <https://krishijagran.com/industry-news/trimble-greenseeker-handheld-crop-sensor-for-farmers/>. Acesso em: 29 jun 2021.

- MOREIRA, G. M. D. 2001. **A influência do gramado molhado sobre o desempenho de um teste progressivo para jogadores de futebol**. 84 f. Dissertação (Universidade de Caxias do Sul-RS).
- NASCIMENTO, M. V. L. **Caracterização física e química de diferentes áreas de produção de grama esmeralda em Itapetininga-SP e sua influência na qualidade de tapetes**. 2021. 77f. Dissertação (UNESP). Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/215350/nascimento_mvl_me_botfca.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 20 jan. 2021.
- NASCIMENTO, M. V. L.; MARTINS, J. T. ; SANTOS, P. L. F. ; CASTILHO, R. M. M. ; MONTANARI, R. . Compaction analysis in three low-performance soccer fields: a case study. **Horticulture International Journal**, v. 5, p. 159-163, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.15406/hij.2021.05.00223>
- NASCIMENTO, M. V. L.; SANTOS, P. L. F.; COSTA, J. V.; MARTINS, J. T.; VILLAS BOAS, R. L.; GODOY, L. J. G. Durability and doses of organic colorant in the visual quality of bermudagrass DiscoveryTM. **Ornamental Horticulture**, v. 26, n. 4, p. 621-632, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2447-536X.v26i4.2211>
- OLIVEIRA, M. R. **Composição de substrato na qualidade de campo esportivo de grama bermuda**. 2016. 79 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/147109/oliveira_mr_dr_bot.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 06 set. 2021.
- PADRÓN, R. A. R.; RAMÍREZ, L. R.; CERQUEIRA, R. R.; NOGUEIRA, H. M. C. M.; MUJICA, J. L. U. Desenvolvimento de pimentão cultivado com lâminas e frequências de irrigação. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.9, n.2, p.49-55, 2015.
- PETERSON, K.; ARNOLD, K. S. BREMER, D. **Custom Light Box for Digital Image Turfgrass Analysis**. K- State Turfgrass Research. 2011. p. 89-91.
- PORTAL AGROMETEREOLÓGICO E HÍDROLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Balanço hídrico. **CIAGRO – Instituto Agrônomo**. 2020. Disponível em: <<http://www.ciiagro.org.br/definicao>>. Acesso em: 3 nov. 2020.
- PORTUGAL, L.; GODOY, L. J.; SOUZA, C. A. N.; SANTOS, P. L. F.; NASCIMENTO, M. V. L.; COSTA, J. V. Rebote (“quique”) da bola em função de tempos de irrigação em gramado esportivo. *In*: INOVAGRI, **Anais...** INOVAGRI: 4p. 2019.
- PRATES, A. R.; SANTOS, P. L. F.; NASCIMENTO, M. V. L.; COSTA, J. V.; SILVA, P. S. T.; VILLAS BOAS, R. L. Nitrogen doses in the development of DiscoveryTM Bermudagrass during winter. **Ornamental Horticulture**, v. 26, p. 468-474, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v26i3.2207>
- PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; SILVA, A. G.; CARTARELLA, H. Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de

nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 562- 568, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-705420060003000>

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

RAUSCHKOLB, R. S.; HORNSBY, A. G. **Nitrogen management in irrigated agriculture**. Oxônia: Oxford University Press, 1994. 251 p.

SAAD, J. C.C.; SILVA, M. A. de A.; AZEVEDO, L. P. de. Economia de água em gramados: controle da irrigação. In: **Tópicos atuais em gramados**. 1ª ed. Botucatu-SP: FEPAF, 2008. p. 56-74.

SANTOS, P. L. F. **Substratos no desenvolvimento da grama bermuda e subdoses de glyphosate como regulador de crescimento**. 2018. 69f. Dissertação (UNESP). Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/155940>>. Acesso em: 20 out. 2018.

SANTOS, P. L. F.; BARCELOS, J. P. Q.; CASTILHO, R. M. M. Diferentes substratos no desenvolvimento de um gramado ornamental para uso em telhados verdes. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, Tupã, v. 4, n. 10, p. 81-94, 2016. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.17271/2317860441020161393>>. Acesso em: 01 jan. 2021.

SANTOS, P. L. F.; CASTILHO, R. M. M. Substrates in the development of a sports turfgrass “Tifton 419”. **Ornamental Horticulture**, v.24, n.4, p.138-144, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14295/oh.v24i2.1155>

SANTOS, P. L. F.; CASTILHO, R. M. M. **Substratos e adubação no desenvolvimento da grama esmeralda**: influência da compactação e fertilizantes químicos. Düsseldorf: Novas Edições Acadêmicas, 2018. V. 1. 65 p.

SANTOS, P. L. F.; CASTILHO, R. M. M.; GAZOLA, R. P. D. Pigmentos fotossintéticos e sua correlação com nitrogênio e magnésio foliar em grama bermuda cultivada em substratos. **Acta Iguazu**, v.8, n.1, p. 92-101, 2019. DOI: <https://doi.org/10.48075/actaiguaz.v8i1.18357>

SANTOS, P. L. F.; SILVA, P. S. T.; MATOS, A. M. S.; ALVES, M. L.; NASCIMENTO, M. V. L.; CASTILHO, R. M. M. Aesthetic and sensory quality of Emerald grass (*Zoysia japonica*) as a function of substrate cultivation and mineral fertilization. **Ornamental Horticulture**, v. 26, p. 381-389, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v26i3.2216>

SANTOS, P.L.F.; CASTILHO, R.M.M. Relação entre teor de clorofila e nitrogênio foliar em grama esmeralda cultivada em substratos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.9, n.2, p.51-54, 2015.

SANTOS, P.L.F.; CASTILHO, R.M.M. Substrates in the development of a sports turfgrass "Tifton 419". **Ornamental Horticulture**, v.24, n.4, p.138-144, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14295/oh.v24i2.1155>

SCAIFE, A.; STEVENS, K. L. monitoring sap nitrate in vegetable crops: comparison of test strips with electrode methods, and effects of time of day and leaf position. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 14, n. 9, p. 761-771, 1983. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103628309367406>

SCHLOTTER, D.; SCHACK KIRCHNER, H.; HILDEBRAND, E.E.; VON WILPERT, K. Equivalence or complementarity of soil solution extraction methods. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v.175, n.2, p.236-244, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1002/jpln.201000399>

SILVA, D. F.; OLIVEIRA, R. A.; COSTA, L. C.; PEREIRA, O. G. CECON, P. R. Influência de lâminas de irrigação na produção de matéria seca da grama esmeralda. **Engenharia na Agricultura**, v. 15, n. 1, p. 07-14, 2007.

SILVA, D. M. P. **Doses e fontes de nitrogênio na nutrição de tomate de mesa**. 2019. 88 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/191941>. Acesso em: 20 mar. 2021.

SILVA, M.A.A.; DAMÁSIO, M.H. **Análise sensorial descritiva**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1996. 60p.

SILVA, P. S. T.; ZABOTTO, A. R.; SANTOS, P. L. F.; NASCIMENTO, M. V. L.; TAVARES, A. R.; VILLAS BÔAS, R. L. Regrowth and ornamental traits of bermudagrass fertilized with sewage sludge, **Ornamental Horticulture**, v. 26, n. 3, p. 390-398, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v26i3.2201>

SILVA, T. B. G. **Desenvolvimento da grama Tifton 419 submetida a distintos manejos de adubação e irrigação**. 2016. 57f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Irrigação e Drenagem). Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/138066>. Acesso em: 20 set. 2021.

SILVÉRIO, J. O.; SANTOS, P. L. F.; NASCIMENTO, M. V. L.; SOUZA, C. A. N.; COSTA, J. C.; VILLAS BÔAS, R. L. Foliar fertilization in Bermuda grass DiscoveryTM. **Ornamental Horticulture**, v. 26, n. 3, p. 448-457, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2447-536x.v26i3.2219>

SINGH, K.; PANDEY, V. C.; SINGH, R. P. *Cynodon dactylon*: An efficient perennial grass to revegetate sodic lands. **Ecological Engineering**. v. 54, p. 32-38, 2013.

SOUZA, C. A. N.; GODOY, L. J.; PORTUGAL, L.; SANTOS, P. L. F.; NASCIMENTO, M. V. L.; COSTA, J. V. Influência do tempo de irrigação na rolagem da bola em gramado esportivo. *In*: INOVAGRI, **Anais...** INOVAGRI: 4p. 2019.

STRAW, C. M.; GRUBBS, R. A.; HENRY, G. M. Short term spatiotemporal relationship between plant and soil properties on natural turfgrass sports fields. **Agrosystems, Geosciences & Environment**, v.3, n.1, p.1-11, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/agg2.20043>

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MÜLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TAPIA, D. **Implantação e manejo de gramados esportivos II**. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA: produção, implantação e manutenção, 1, 2003, Botucatu. Botucatu: GEMFER, 2003. p. 221- 237.

UGA. **Bermudagrass for turf**. [S. l.: s.n.], 2013. Disponível em: <<http://www.tifton.uga.edu/fat/bermudagrasssturf.htm>>. Acesso em: 13 nov. 2020

USGA – UNITED STATES GOLF ASSOCIATION. USGA recommendations for a method of putting green construction. **USGA Green Section Staff**, n. 4, p.1-16, 2018. Disponível em: <<http://archive.lib.msu.edu/tic/usgamisc/monos/2018recommendationsmethodputtinggreen.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2021.

VILLAS BÔAS, R. L.; GODOY, L. J. G.; BACKES, C.; SANTOS, A. J. M.; CARRIBEIRO, L. S. Sod production in Brazil. **Ornamental Horticulture**, v. 26, n. 3, p. 516-522, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2447-536x.v26i3.2242>

ZANON, M. E.; PIRES, E. C. Situação atual e perspectivas do mercado de grama no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 5, 2010, Botucatu. **Tópicos atuais em gramados II**. Botucatu: FCA/UNESP, 2010. p. 47 - 53.

ZHANG, B.; SHI, J. A.; GUO, H. L.; ZONG, J. Q.; LIU, J. X. Influence of leaf age, irrigation and fertilization on leaf tensile strength of *Cynodon dactylon* and *Zoysia japonica*. **Grassland Science**, v. 64, n. 2, p. 91-99, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/grs.12193>