

**MATHEUS VINÍCIOS LEAL DO NASCIMENTO**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE DIFERENTES ÁREAS DE  
PRODUÇÃO DE GRAMA ESMERALDA EM ITAPETININGA-SP E SUA  
INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DE TAPETES**

**Botucatu, SP**

**2021**



**MATHEUS VINÍCIOS LEAL DO NASCIMENTO**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE DIFERENTES ÁREAS DE  
PRODUÇÃO DE GRAMA ESMERALDA EM ITAPETININGA-SP E SUA  
INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DE TAPETES**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Horticultura).

Orientador: Roberto Lyra Villas Bôas

**Botucatu, SP**

**2021**

N244c

Nascimento, Matheus Vinicios Leal

Caracterização física e química de diferentes áreas de produção de grama esmeralda em Itapetininga-SP e sua influência na qualidade de tapetes / Matheus Vinicios Leal Nascimento. -- Botucatu, 2021

78 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu

Orientadora: Roberto Lyra Villas Bôas

1. Zoysia japonica Steud. 2. Gramados. 3. Compactação do solo. 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

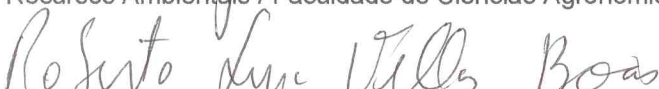
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE DIFERENTES ÁREAS DE PRODUÇÃO DE GRAMA ESMERALDA EM ITAPETININGA-SP E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DOS TAPETES

AUTOR: MATHEUS VINÍCIOS LEAL DO NASCIMENTO

ORIENTADOR: ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

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

  
Prof. Dr. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS (Participação Virtual)  
Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> REGINA MARIA MONTEIRO DE CASTILHO (Participação Virtual)  
Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP

  
Prof. Dr. LEANDRO JOSE GRAVA DE GODOY (Participação Virtual)  
Coordenadoria do Curso de Engenharia Agrônômica / UNESP - Câmpus de Registro

Botucatu, 13 de agosto de 2021



Ao meu anjo que agora está no céu,  
minha amada avó *Maria Madalena*,  
por todo amor, carinho e dedicação.

Ao meu amado avô,  
*Valdeir Batista Leal "Teco"*,  
pelo exemplo de força e caráter.

Aos meus amados,  
*Tânia Cristina Batista Leal e Jairson Pereira do Nascimento*,  
por todo amor e carinho.

A minha querida irmã,  
*Priscila Leal do Nascimento*,  
pelo carinho e pelo exemplo de determinação.

DEDICO





## AGRADECIMENTOS

À Deus, por toda minha trajetória de vida.

À minha amada e querida avó Maria Madalena do Santos Leal (*in memoriam*). Desculpe-me pela demora, sei o quanto essa conquista era importante para você e como eu queria que estivesse aqui para presencia-la, mas onde quer que esteja, sei que sempre estará cuidando e torcendo por mim. Obrigado por tudo!

Aos meus pais, Tânia Cristina Batista Leal e Jairson Pereira do Nascimento, minha irmã, Priscila Leal do Nascimento, e meu avô Valdeir Batista por todo apoio, carinho e que não mediram esforços para realização desta conquista.

À minha família que sempre esteve ao meu lado e torcendo por mim.

À Juliana Martins por estar comigo e dividir mais este desafio, me apoiando e compartilhando todos os momentos, com muito amor e companheirismo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas, minha gratidão pela oportunidade e por acreditar no meu trabalho.

À minha querida orientadora da graduação Prof. Dr.<sup>a</sup> Regina M. M. de Castilho, por todos os conselhos, os puxões de orelha e acima de tudo pelo carinho.

À Turfgrass Team equipe que me proporcionou tantas oportunidades únicas e muito aprendizado.

Aqueles que eu tive o privilégio de conhecer e me tornar amigo, Prof. Dr. Leandro J. G. Godoy; Dr.<sup>a</sup> Livia S. Carribeiro e Dr.<sup>a</sup> Caroline M. D. Mateus, que sempre me ensinaram e colaboraram para o meu crescimento profissional.

Aos meus companheiros de trabalho que sempre estiveram ao meu lado durante todos os momentos difíceis nesse período e que pude compartilhar tantos momentos de alegria. Sem eles nada seria possível.

À Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA/UNESP), pela oportunidade de realizar este curso, em especial ao Departamento de Ciência do Solo, pela infraestrutura, e aos seus funcionários, pela amizade e auxílio nas análises.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 88887.508394/2020-00.

À empresa LR Gramas, que abriu as portas e permitiram a realização deste trabalho e a todos os seus funcionários que auxiliaram na condução deste ensaio.



“Toda grande vitória é resultado de grandes atitudes ousadas e corajosas que colocaram alguma coisa em risco. Sem riscos e atitudes ousadas, sua vida não sairá do lugar”.



## RESUMO

Tapetes de grama Esmeralda (*Zoysia japonica* Steud) são amplamente produzidos e comercializados no Brasil. Porém, o solo das áreas produtoras é explorado continuamente por anos e submetido a altos níveis de compactação. Assim, objetivo com este trabalho foi avaliar as condições físicas e químicas do solo em áreas de produção com diferentes anos de cultivo de grama Esmeralda. O experimento foi realizado no município de Itapetininga – SP, em cinco glebas de produção de grama Esmeralda com 8, 10, 12, 17 e 20 anos de cultivo. Sendo desenvolvido em duas etapas: na primeira foi realizada a avaliação do desenvolvimento do gramado em função dos anos de cultivo, com delineamento por análise conjunta 5 x 6, sendo cinco idades de cultivo e seis repetições. Na segunda etapa avaliou-se a qualidade dos tapetes após a colheita, adicionando o fator de passagem ou não de rolo compactador nas áreas, utilizando delineamento por análise conjunta em esquema fatorial 2 x 5, sendo com ou sem passagem de rolo compactador, cinco anos de cultivo e três repetições. Os resultados indicaram que os diferentes anos de uso do solo para produção não interferem na formação dos tapetes, e sim o manejo nutricional adotado. Infere-se que a adubação inadequada prejudicou o desenvolvimento da grama em algumas áreas. Não se estabeleceu relação entre os anos de produção e a compactação excessiva no perfil. A maior incorporação de calcário na gleba de 20 anos favoreceu o desenvolvimento de estruturas vegetativas, produzindo tapetes mais resistentes. O uso ou não do rolo compactador na colheita dos tapetes não interferiu na resistência dos mesmos.

**Palavras chave:** *Zoysia japonica* Steud; gramados; compactação do solo.



## ABSTRACT

'Esmeralda' grass sod (*Zoysia japonica*) are widely produced and marketed in Brazil. However, the soil of the sod production areas is continuously exploited for years and subjected to high levels of soil compaction. The objective of the study was to evaluate the physical and chemical conditions of the soil in production areas with different years of cultivation of Emerald grass. The experiment was carried out in the city of Itapetininga - SP, in 5 plots of production of Esmeralda grass with 8, 10, 12, 17 and 20 years of cultivation. The experiment was developed in two stages, in the 1st it was performed the evaluation of the development of the lawn as a function of the years of cultivation, with design by joint analysis 5 x 6, five years of cultivation and six repetitions. In the 2st stage, we evaluated the quality of the sod after the harvest, adding the factor of passage or not of the compactor roller in the areas, using design by joint analysis in a 2 x 5 factor scheme, with or without passage of a compactor roller, five years of crop and three replicates. The results indicated that the different years of land use do not interfere in the sod production, but the fertilizing management adopted. It is inferred that inadequate fertilization impaired grass development in some areas. No relationship was established between the years of production and the excessive compaction in the soil profile. The greater incorporation of limestone in the plot with 20 years favoring the development of vegetative structures, producing sod more resistant. The use or not of the compactador road roller in the harvest of the sod did not interfere in the strenght of the sod.

**Keywords:** *Zoysia japonica* Steud; turfgrass; soil compaction.





## LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Cronograma do ciclo e colheita das glebas produtoras de tapetes de grama, no município de Itapetininga-SP.....	38
Tabela 2-	Resultados da análise química do solo das glebas experimentais em Itapetininga-SP (2019).....	44
Tabela 3-	Resultados da porosidade e densidade dos solos nas glebas experimentais em profundidades de 0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m em Itapetininga-SP (2019).....	46
Tabela 4-	Índice de cor verde (ICV) de aos 30, 60, 90, 120 e 150 DAI leituras com Scout CM1000. Itapetininga-SP (2020).....	48
Tabela 5-	Valores de resistência do solo a penetração (RSP) aos 30, 60, 90, 120 e 150 DAI. Itapetininga-SP (2020).....	50
Tabela 6-	Concentração de macronutrientes nas folhas dos tapetes de grama colhidos em glebas com diferentes anos de uso para produção. Itapetininga-SP (2020).....	57
Tabela 7-	Concentração de micronutrientes nas folhas dos tapetes de grama colhidos em glebas com diferentes anos de uso para produção. Itapetininga-SP (2020).....	60
Tabela 8-	Concentração de macronutrientes nas raízes dos tapetes de grama colhidos em glebas com diferentes anos de uso para produção. Itapetininga-SP (2020).....	61
Tabela 9-	Concentração de micronutrientes nas folhas dos tapetes colhidos em glebas com diferentes anos de uso para produção. Itapetininga-SP (2020).....	62
Tabela 10-	Comparativo de peso dos tapetes colhidos com e sem a passagem de rolo compactador antes da colheita. Itapetininga-SP (2020).....	64
Tabela 11-	Massa de solo removida pelos tapetes colhidos com e sem a passagem de rolo compactador antes da colheita. Itapetininga-SP (2020).....	65
Tabela 12-	Porcentagem de umidade no solo na profundidade de 0,0 – 0,10m no momento da colheita de tapetes .....	66
Tabela 13-	Resistência dos tapetes ao rompimento com e sem a passagem de rolo compactador antes da colheita. Itapetininga-SP (2020).....	67



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	a) Imagem aérea da propriedade A e a localização das glebas de estudo 1, 2, 4 e 5. b) Imagem aérea da propriedade B e localização da gleba de estudo 3.....	30
Figura 2 -	Precipitação pluvial e temperaturas máxima, mínima e média do ar no município de Itapetininga - SP, no período compreendido entre outubro de 2019 e outubro de 2020.....	31
Figura 3 -	Delimitação e identificação das parcelas experimentais, na área de produção de grama Esmeralda em Itapetininga – SP.....	31
Figura 4 -	a) Penetrômetro eletrônico Solo Track 5300 (Falker®). (b) Avaliação de resistência a penetração do solo (RSP).....	35
Figura 5 -	Equipamento Field Scout CM-1000 utilizado para determinar o índice de coloração verde (ICV).....	36
Figura 6 -	Lâmina de água sendo aplicada por meio de caminhão pipa.....	36
Figura 7 -	Layout da disposição das parcelas experimentais com tratamento CRC (com passagem de rolo compactador).....	37
Figura 8 -	Passagem do rolo compactador nas parcelas experimentais antes da colheita dos tapetes.....	37
Figura 9 -	Colhedora mecanizada acoplada ao trator utilizada na colheita dos tapetes.....	38
Figura 10 -	Dimensões comerciais de tapetes de grama Esmeralda.....	39
Figura 11 -	a) Sensor de umidade ML2K com leitor digital modelo HH2. b) Gabarito de madeira com pregos para facilitar a penetração das hastes do sensor de umidade. c) Utilização do gabarito e pregos para facilitar a abertura do solo para leitura da umidade. d) Equipamentos utilizados.....	40
Figura 12 -	Pesagem dos tapetes in natura. (b) Tapete parcialmente lavado, para retirada do solo.....	41
Figura 13 -	Aparelho para determinar a resistência mecânica de tapetes de grama.....	42
Figura 14 -	Distribuição da resistência do solo a penetração em profundidade no perfil do solo nas áreas de produção grama aos 30 DAI.....	52

Figura 15 - Distribuição da resistência do solo a penetração em profundidade no perfil do solo nas áreas de produção grama aos 60 DAI.....	53
Figura 16 - Distribuição da resistência do solo a penetração em profundidade no perfil do solo nas áreas de produção grama aos 90 DAI.....	54
Figura 17 - Distribuição da resistência do solo a penetração em profundidade no perfil do solo nas áreas de produção grama aos 120 DAI.....	55
Figura 18 - Distribuição da resistência do solo a penetração em profundidade no perfil do solo nas áreas de produção grama aos 150 DAI.....	56

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>21</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>23</b>
<b>2.1</b>	<b>Produção e comercialização de grama no Brasil</b> .....	<b>23</b>
<b>2.2</b>	<b>Grama Esmeralda</b> .....	<b>24</b>
<b>2.3</b>	<b>Sistema de produção de tapetes de grama</b> .....	<b>25</b>
<b>2.4</b>	<b>Compactação do solo em áreas de produção</b> .....	<b>26</b>
<b>2.5</b>	<b>Fertilidade, adubação e nutrição em áreas de produção de grama</b> .....	<b>27</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>29</b>
<b>3.1</b>	<b>Localização da área experimental</b> .....	<b>29</b>
<b>3.2</b>	<b>Caracterização da área experimental</b> .....	<b>30</b>
<b>3.3</b>	<b>Delineamento experimental e tratamentos</b> .....	<b>31</b>
<b>3.4</b>	<b>Instalação e condução da área experimental</b> .....	<b>32</b>
<b>3.5</b>	<b>Avaliações</b> .....	<b>33</b>
<b>3.5.1</b>	<b>Porosidade do solo</b> .....	<b>33</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Densidade do solo</b> .....	<b>33</b>
<b>3.5.3</b>	<b>Características químicas do solo</b> .....	<b>33</b>
<b>3.5.4</b>	<b>Resistência do solo à penetração (RSP)</b> .....	<b>34</b>
<b>3.5.5</b>	<b>Índice de cor verde (ICV)</b> .....	<b>35</b>
<b>3.6</b>	<b>Colheita</b> .....	<b>36</b>
<b>3.6.1</b>	<b>Umidade do solo no momento da colheita</b> .....	<b>39</b>
<b>3.6.2</b>	<b>Peso dos tapetes e do solo</b> .....	<b>40</b>
<b>3.6.3</b>	<b>Resistência dos tapetes ao rompimento</b> .....	<b>41</b>
<b>3.6.4</b>	<b>Análise nutricional</b> .....	<b>42</b>
<b>3.7</b>	<b>Análise estatística</b> .....	<b>43</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>44</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>69</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>71</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Na última década, a gramicultura nacional atingiu um novo status produtivo e econômico no setor agrícola brasileiro.

Entre as espécies cultivadas no país, a grama Esmeralda (*Zoysia japonica* Steud) se adaptou amplamente as condições brasileiras, e tornou-se a espécie de maior notoriedade dentre as diversas variedades de grama, sendo amplamente empregada como o principal revestimento de jardins residenciais, em projetos paisagísticos, bem como adotada como cobertura vegetal em áreas industriais, obras públicas municipais e faixas de domínio de rodovias onde é utilizada para estabilização de taludes em áreas com potenciais problemas de erosão (ASSOCIAÇÃO NACIONAL GRAMA LEGAL, 2020).

Conforme Godoy et al. (2020), a produção de gramas como outras culturas, exige dos produtores uma série de cuidados durante o ano todo. Tratos culturais como irrigação, fertilização, manutenção na altura de corte e controle de plantas daninhas, pragas e doenças, são essenciais desde o início da produção, até o momento da colheita do gramado.

Adicionalmente, fatores como manejo adequado da umidade do solo no momento da colheita de tapetes bem como o controle do número de passadas de rolo compactador também são fatores essenciais para o ciclo subsequente que se inicia após a colheita dos tapetes.

Essas práticas agrícolas têm como objetivo produzir tapetes de qualidade, sendo esta a principal forma de comercialização de gramas no Brasil (ASSOCIAÇÃO NACIONAL GRAMA LEGAL, 2020a). Os tapetes em sua maioria são vendidos nas dimensões de 62,5 x 40 cm, sendo necessários 4 unidades para cobertura de 1 m<sup>2</sup>, porém, no mercado brasileiro, não existe padronização quanto a espessura dos mesmos, sendo essa característica muito variável em função do tipo e umidade do solo, formação de raízes, rizomas e estolões, nível de compactação do solo e demanda do mercado (LIMA et al, 2018).

A colheita de tapetes é frequentemente realizada com o auxílio de máquinas, sendo estas muitas vezes adaptadas para gramados (GODOY, 2020).

Para a obtenção de tapetes inteiros, antes do corte, é realizada a passagem de um rolo compactador em solo úmido com a finalidade de promover adesão na camada superficial do solo junto às raízes e rizomas ali formados (SANTOS et al,

2014). No entanto, apesar do benefício promovido ao corte, é comum que a compactação ultrapasse a profundidade do limite do tapete, afetando as propriedades físicas do solo logo abaixo do mesmo, refletindo no desenvolvimento da grama no próximo ciclo (SANTOS et al, 2014), conseqüentemente, na qualidade dos tapetes.

A compactação do solo é um dos grandes problemas que a agricultura enfrenta, principalmente pelo aumento do tamanho e peso de máquinas e implementos, porém na gramicultura este fato é intensificado pela prática do uso de rolo compactador para melhorar a característica do tapete.

Na produção de gramas, muitas áreas são mantidas por 20 anos com cortes contínuos de tapetes, porém não há informações de como se comporta o solo e conseqüentemente a produção de gramas devido a estes cortes sucessivos.

Dessa forma, objetivou-se no presente trabalho verificar as características físicas e químicas do solo de áreas de produção de grama Esmeralda, com diferentes tempos de cultivo, e sua influência na qualidade de tapetes.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Produção e comercialização de grama no Brasil

A comercialização de grama Esmeralda no Brasil teve início em 1980, pela empresa Itograss e, posteriormente, vários outros produtores passaram a comercializá-la, que se espalhou pela região de Itapetininga - SP, e tornou-se uma das principais regiões produtoras do país (VILLAS BÔAS et al., 2020).

Ao final da década 90, São Paulo e Paraná eram os principais centros de produção de grama do país. Após esse período, ocorreu o processo de migração dos produtores para outras regiões, como Nordeste, Rio de Janeiro e Goiás, e paralelo a essa migração, também surgiram novos produtores, incentivando o crescimento e desenvolvimento do setor no cenário agrícola brasileiro (VILLAS BÔAS et al., 2020).

No período entre 2000 e 2010, ocorreram mudanças significativas na gramicultura nacional, tanto na produção como na comercialização de gramas. Em 2003, a produção de gramas cultivadas ocupava cerca de 5 mil hectares, sendo a grama Esmeralda a principal espécie cultivada (ZANON, 2003). No final da década, a área alcançou cerca de 17 mil hectares, sendo que a produção continuava se concentrando no estado de São Paulo, seguido pelo Paraná e Minas Gerais. Entretanto, nesse período o cultivo ocorria em quase todos os estados (ZANON; PIRES, 2010; OLIVEIRA et al., 2018).

Estima-se que entre os anos de 2010 e 2015, as áreas ocupadas com o cultivo de grama tiveram um crescimento de 43% (VILLAS BÔAS et al., 2020), sendo este crescimento principalmente resultado dos eventos esportivos sediados no Brasil, como a Copa do Mundo de 2014 e Olimpíadas de 2016, bem como o aumento no consumo de gramas pela indústria civil, em decorrência do uso da grama em rodovias e aeroportos (ANTONIOLLI, 2015; ZANON, 2015).

Outro fator que contribuiu para o aumento no consumo de gramas cultivadas, foi a atuação da associação dos produtores juntamente ao Ministério da Agricultura, incentivando a regulamentação e fiscalização do extrativismo e consumo de gramas nativas, que tem como principal produto substituto esta grama. (ZANON, 2015).

Estima-se que neste período, a gramicultura brasileira tenha movimentado cerca de 500 milhões de reais junto ao setor agrícola nacional, embora a atividade

ocupe somente 24 mil hectares. Além disso, manteve os estados de São Paulo e Paraná como os principais produtores (ANDRADE, 2016; ANTONIOLLI, 2015). Em 2018, a produção desses estados influenciou diretamente a participação de cada região do país na produção de grama, tendo a região Sudeste uma representatividade de 45% na produção nacional, seguida pelas regiões Sul - 24%, Centro-Oeste - 16%, Norte / Nordeste - 15% (VILLAS BÔAS et al., 2020).

Após os Jogos Olímpicos, o mercado teve uma redução de 40% nas vendas em 2017 (GLOBO RURAL, 2017). Em um cenário mais recente, levantamentos apontam uma pequena retração do mercado, que pode ser justificada pela desaceleração econômica (VILLAS BÔAS et al., 2020). Entretanto, a grama Esmeralda continua figurando entre as espécies mais produzidas, representando 80% da área total de produção nacional (MOTA et al., 2019; ASSOCIAÇÃO NACIONAL LEGAL DA GRAMA, 2020b;).

Estima-se que para 2020, a área de produção deva ser 25 mil hectares, impulsionada pelo uso do gramado em rodovias, ferrovias, cidades e aeroportos (VILLAS BÔAS et al., 2020).

## 2.2 Grama Esmeralda

*Zoysia japonica* Steud, popularmente conhecida como grama Esmeralda é originária da Ásia, especialmente do Japão, onde a primeira referência escrita à gramados foi em “Man-yo-shu”, uma coleção de poemas datados de 759 a. C. que, provavelmente, estavam ligados ao gênero *Zoysia* (GURGEL, 2003).

Em 1895, foi introduzida nos Estados Unidos, onde após um processo domesticação, originou diversas variedades melhoradas (GURGEL, 2003). Em 1977, brasileiros pioneiros na produção de grama no Brasil, trouxeram da Universidade da Califórnia “Riverside” rizomas de origem asiática, material que continha características promissoras para mercado nacional e cor verde esmeralda muito atraente. Assim, após o período de três anos para o estabelecimento da espécie nas condições brasileiras, em 1980 iniciou-se a comercialização da grama ‘Esmeralda<sup>TM</sup>’ (*Zoysia japonica* Steud) no Brasil (VILLAS BÔAS et al., 2020).

A *Z. japonica* é uma espécie de estação quente, que possui folhas de textura fina a média, de cor verde esmeralda, com excelente densidade de fechamento e hábito de crescimento rizomatoso-estolonífero, característica que permite o

entrelaçamento entre rizomas e estolões, favorecendo a formação de ‘tapetes’, e proporcionando uma densa cobertura sobre o solo (CHRISTIANS et al., 2016; BACKES et al., 2017).

Devido a sua rusticidade, boa adaptação às condições tropicais, resistente ao pisoteio, à seca e a produção em grande escala, a grama Esmeralda vem sendo a espécie mais indicada para áreas residenciais, industriais e rodovias (ASSOCIAÇÃO NACIONAL GRAMA LEAL, 2014). Dessa forma, se popularizou e atualmente é a espécie mais comercializada no Brasil (MOTA et al., 2019).

Destaca-se ainda, que na última década, o crescimento no consumo de grama Esmeralda no país vem sendo impulsionado pela sua utilização em rodovias (ZANON, 2015), substituindo a grama Batatais (*Paspalum notatum*) devido a sua maior resistência ao estresse hídrico, manter por mais tempo o verde característico e apresentar menos matéria seca, o que acaba sendo menos susceptível a queimadas (MARQUES et al., 2015; LIMA et al., 2020).

### **2.3 Sistema de produção de tapetes de grama**

As gramas podem ser colhidas nas formas de tapetes, rolos, ou sprigs. Os sprigs são produzidos por poucos produtores, fato que restringe sua disponibilidade no mercado. Por outro lado, a produção de tapetes e rolos são as formas predominantes de comercialização de gramas no país, devido a produção em larga escala em diversas regiões (ASSOCIAÇÃO NACIONAL GRAMA LEAL, 2020a).

A produção de tapetes e de rolos só é possível para genótipos cujo hábito de crescimento seja por estolões e/ou rizomas, que formam gramados densos como, por exemplo, a grama Esmeralda (BACKES et al., 2010). Quando esse não é o caso, a comercialização de tapetes é inviabilizada por dificuldades de colheita, de transporte e de plantio (SOUZA et al., 2016).

Dessa forma, a produção de gramas diferentemente das culturas convencionais (soja, milho, feijão, algodão etc...), possui uma série de peculiaridades e requer tratamentos culturais específicos desde a implantação da área até a colheita (CARRIBEIRO; SANTOS; NASCIMENTO, 2020).

Na maioria das culturas convencionais, o principal objetivo é maximizar a produtividade de maneira econômica. Porém, na produção de gramas em tapetes

além de produtividade, busca-se produzir um tapete de qualidade suficiente para comercialização e que possa ser colhido de maneira íntegra, para poder ser transplantado e da forma mais rápida possível (GODOY et al., 2012).

Para isso é necessário realizar o manejo adequado do solo, adubação, irrigação, controle de plantas daninhas, doenças e pragas para a obtenção de produtividades que atendam às exigências do mercado consumidor, como: tapetes finos e com boa resistência a manuseio (CARRIBEIRO; SANTOS; NASCIMENTO, 2020). Entretanto, não existe uma padronização de tapetes em relação à espessura, vigor e qualidade estética para comercialização, exceto o tamanho comercializado de 62,5 x 40 cm (4 tapetes = 1 m<sup>2</sup>) (ASSOCIAÇÃO NACIONAL GRAMA LEAL, 2020a).

Nesse sentido, com intuito de obter tapetes de qualidade e com menor espessura (mais leves), característica que favorece o transporte, é realizada a prática de compactação do solo como manejo necessário para colheita. A passagem do rolo compactador sobre o gramado tem como finalidade possibilitar a colheita e agregar, com maior facilidade, o solo às raízes, rizomas e estolões da grama, o que proporcionará maior resistência aos tapetes (CARRIBEIRO, 2014).

## **2.4 Compactação do solo em áreas de produção**

A maximização dos processos produtivos agrícolas, máquinas e equipamentos agrícolas mais modernos, possibilitam redução de custos operacionais e favorecem o aumento da produtividade, contudo, estes maquinários tornaram-se cada vez maiores e mais pesados, intensificando o processo de compactação do solo e impactando negativamente nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo (SOUZA et al., 2013; RODRIGUES et al., 2015)

A compactação ocorre quando as partículas do solo são pressionadas, resultando na redução dos espaços porosos ao longo do perfil. Em termos científicos, a compactação trata-se da consolidação física do solo pela força aplicada, que modifica a estrutura do mesmo (KUMAR, 2018), prejudicando a infiltração da água, dificultando a penetração das raízes e podendo ocasionar a perda de solo (ALFAIA et al. 2018).

Porém, em áreas de produção de gramas a compactação é um dos manejos necessários para a colheita de tapetes, sendo essa alteração nas propriedades

físicas do solo influenciada pelo número de passadas de rolo compactador, peso e tamanho do rolo, da textura e do teor de umidade do solo (BEARD, 1973). O uso de rolo compactador é uma prática que pode ou não ser realizada, visto que alguns produtores colhem sem compactar o solo, porém quando utilizado, o rolo auxilia na agregação do solo às raízes, rizomas e estolões da grama, sendo o fator que proporcionará a resistência aos tapetes <sup>(1)</sup>.

No manejo de áreas de produção de grama é comum a ocorrência de compactação, pois diferente de outras culturas, a compactação é promovida intencionalmente e muitas vezes em elevada intensidade o que pode comprometer os atributos físicos do solo (ANDOGNINI et al., 2020), como por exemplo em sua densidade e resistência mecânica à penetração do solo (LIMA et al., 2009).

As espécies vegetais se comportam diferentemente com relação a compactação. Entre as gramas utilizadas, a capacidade de se desenvolver em solo compactado é variada.

Segundo Ali Harivandi (2002), a capacidade das espécies de gramas tolerarem a compactação está relacionada a seu potencial genético de suportar peso ou pressão que esmaga as folhas e outras estruturas vegetativas. As espécies de gramas pertencentes ao gênero *Zoysia* são altamente resistentes ao tráfego intenso e ao pisoteio, conseqüentemente mais tolerante a compactação dos solos.

Mesmo considerando a capacidade que algumas espécies têm de se desenvolver em solo compactado, no manejo das áreas que recebem o corte, são utilizados equipamentos para descompactação do solo para maximizar a produção (GODOY et al., 2012). Conforme Santos (2012), não existem implementos comerciais com esse objetivo para uso em áreas produtoras de gramas, e assim muitos equipamentos acabam sendo adaptados para esse fim, como a “estrelinha” e as hastes escarificadoras, que quebram superficialmente o solo compactando, tomando o cuidado de não comprometer rizomas e raízes que se encontram abaixo e que darão origem a um novo gramado.

## **2.5 Fertilidade, adubação e nutrição em áreas de produção de grama**

Um solo fértil é essencial para produção de grama, por tratar-se de uma cultura com altas exigências nutricionais e com algumas peculiaridades (GODOY et al., 2012a).

Em áreas onde os solos são naturalmente pouco férteis é comum a prática de adubação mineral, com objetivo de suprir as demandas nutricionais das culturas agrícolas. No caso a grama Esmeralda tem exigência nutricional média, necessitando de todos os macros e micronutrientes, essenciais para o seu desenvolvimento (GODOY et al., 2012a).

Entretanto, o Estado de São Paulo não possui boletim oficial com recomendações de adubação para implantação e manutenção de gramados, o que dificulta a nutrição das espécies de grama e ocasiona fertilizações errôneas (GODOY et al. 2012a; GAZOLA, 2017).

De forma geral a adubação em áreas de produção de tapetes de grama tem objetivos múltiplos, e visam corresponder às exigências nutricionais da cultura e atingir os padrões de comercialização da forma mais rápida e eficiente possível, permitindo colheita mecanizada e produção tapetes com coloração verde atraente e resistentes ao manuseio.

Há, no entanto, fatores que dificultam a eficiência da adubação em áreas de produção de tapetes; um deles é a compactação elevada do solo, que juntamente com a utilização contínua após implantação, sem que se mobilize o solo de forma efetiva, dificultam a absorção de nutrientes pela grama (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003).

Do ponto de vista nutricional em produção de tapetes de grama esmeralda, o nitrogênio é o elemento exigido em maior quantidade, variando entre 354 - 430 kg ha<sup>-1</sup> (BACKES et al., 2017), sendo responsável por influenciar diretamente as características de coloração, crescimento e densidade da parte aérea, reserva de carboidratos, tolerância a baixas temperaturas, resistência à seca e potencial de recuperação (GAZOLA, 2017). Sendo este nutriente o que representa maior parcela no custo da adubação em gramados (GODOY et al., 2012).

Os nutrientes presentes nos solos de áreas de produção de grama são extraídos durante o ciclo de cultivo para o desenvolvimento do gramado e exportados durante a realização dos cortes das folhas para manutenção da altura do gramado. Além disso, a fertilidade dessas áreas também é afetada pela colheita dos tapetes, onde os nutrientes são exportados juntamente com a pequena camada de solo que constitui o padrão de tapete comercial. Dessa forma, tratam-se de áreas com grande demanda de adubação.

<sup>(1)</sup> Informação interpessoal: Livia Carribeiro Sancinetti, coordenadora executiva da Associação Nacional Grama Legal.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização da área experimental

O experimento foi conduzido no período de 21 de outubro de 2019 a 28 de outubro de 2020, em cinco glebas de produção de grama, situadas nas propriedades denominadas A e B, pertencentes a empresa LR Gramas, situada no município de Itapetininga –SP, estando localizadas nas coordenadas 23°34'37.6"S 47°58'53.0"W e 23°32'18.0"S 47°57'44.2"W, respectivamente. Ambas as propriedades são utilizadas na produção comercial de grama Esmeralda, não irrigada e com colheita mecanizada.

Dentro dessas duas propriedades, foram selecionadas cinco glebas de estudo (Figura 1), com diferentes tempos de cultivo da grama (8, 10, 12, 17 e 20 anos), sendo identificadas da seguinte forma:

- Gleba 1 - (G1): 8 anos de produção;
- Gleba 2 – (G2): 10 anos de produção;
- Gleba 3 – (G3): 12 anos de produção;
- Gleba 4 – (G4): 17 anos de produção;
- Gleba 5 – (G5): 20 anos de produção.

**Figura 1 - a) Imagem aérea da propriedade A e a localização das glebas de estudo 1, 2, 4 e 5. b) Imagem aérea da propriedade B e localização da gleba de estudo 3**



Fonte: Google Earth – adaptado (2020).

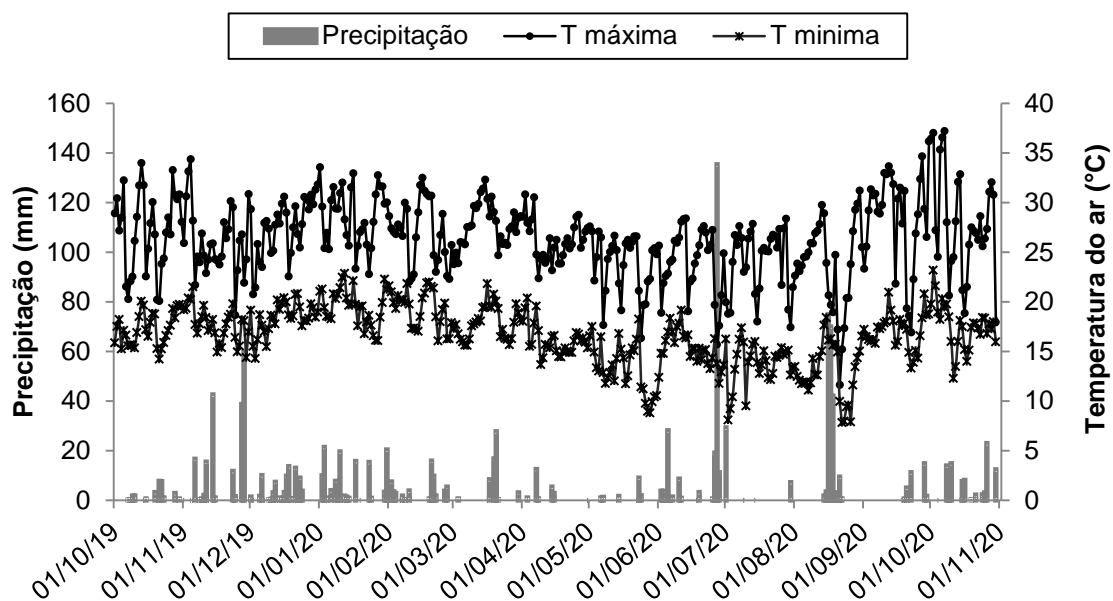
### 3.2 Caracterização da área experimental

Os solos das cinco glebas foram classificados como Latossolo Vermelho distrófico (LVd), predominantemente de textura argilosa (EMBRAPA, 2013) Posteriormente, foram realizadas a caracterização física (porosidade e densidade) e química (fertilidade) de cada gleba.

Os dados de precipitação pluvial (mm) e temperatura máxima, mínima e média mensal do ar (°C), do município de Itapetininga - SP, no período de outubro de 2019 a outubro de 2020, foram obtidos por meio do Sistema de Monitoramento Agrometeorológico - Agritempo (2020) e encontram-se na Figura 2.



**Figura 2 - Precipitação pluvial e temperaturas máxima, mínima e média do ar no município de Itapetininga - SP, no período compreendido entre outubro de 2019 e outubro de 2020**

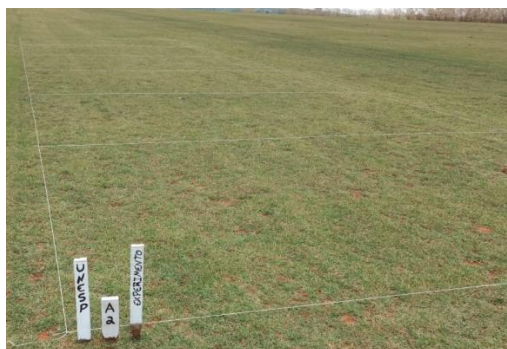


Fonte: Agritempo (2020).

### 3.3 Delineamento experimental e tratamentos

Em 21 de novembro de 2019, foram selecionadas cinco glebas com diferentes anos de produção de grama Esmeralda (8, 10, 12, 17 e 20 anos), e em cada uma das glebas foram demarcadas, com estacas, seis parcelas experimentais, com dimensões de 3,00 x 5,00 metros, lado a lado e separadas entre si por barbantes (Figura 3).

**Figura 3 - Delimitação e identificação das parcelas experimentais, na área de produção de grama Esmeralda em Itapetininga – SP**



Fonte: Próprio autor (2020).

As avaliações ocorreram após a colheita do tapete e rebrota da grama, sendo que nas glebas G1, G2 e G5 iniciaram-se dois meses após a colheita e nas áreas G4 e G3, um mês após a colheita dos tapetes.

O experimento foi dividido em duas etapas, sendo avaliado na primeira etapa, durante o desenvolvimento da grama, em função dos anos de produção das glebas, utilizando um delineamento por análise conjunta com 5 tratamentos e 6 repetições, totalizando 30 parcelas experimentais.

Na segunda etapa do trabalho, foi avaliado a qualidade dos tapetes após a colheita, quando utilizado ou não o rolo compactador na área, sendo empregado o delineamento por análise conjunta, em esquema fatorial 2 x 4 com três repetições (com ou sem passagem de rolo compactador x anos de uso da área). Tal análise foi realizada mediante a avaliação de 48 unidades experimentais. Foram utilizados apenas quatro anos de cultivo, devido a uma das área previamente selecionada não ter formado tapetes em condições que possibilitassem a colheita mecanizada.

### **3.4 Instalação e condução da área experimental**

Todas as áreas experimentais receberam os mesmos tratamentos culturais durante o processo de desenvolvimento, seguindo o manejo usual adotado pelo produtor.

Após a colheita do ciclo anterior, foi utilizado o implemento “Estrelinha”, a 0,05m de profundidade e na sequência foi realizada a calagem, aplicando 3,5 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico. O manejo de adubação seguiu as recomendações técnicas do profissional responsável pelas áreas de produção, parcelando o formulado NPK 8-28-16 em janeiro (400 kg ha<sup>-1</sup>) e maio (250 kg ha<sup>-1</sup>) de 2020, posteriormente em setembro de 2020 foram fornecidos 500 kg ha<sup>-1</sup> de ureia protegida. Dessa forma, foram aplicados por adubação, respectivamente, 32, 20 e 225 kg ha<sup>-1</sup> de N, totalizando 277 kg ha<sup>-1</sup>.

Durante o ciclo, o manejo de corte foi realizado sempre que o gramado atingiu a altura de corte entre 0,05 – 0,07 m com intuito de incentivar a brotação e uniformizar a altura do gramado. O controle de plantas daninhas ocorreu quando necessário, sendo aplicado herbicidas seletivos com pulverização, ou controle de forma mecânica/manual (enxada).

Todas as glebas selecionadas não possuíam sistema de irrigação, dependendo apenas do regime de chuva da região.

### **3.5 Avaliações**

As avaliações ocorreram em: dezembro/2019 (30 dias após instalação-DAI), janeiro/2020 (60 DAI), fevereiro/2020 (90 DAI), março/2020 (120 DAI) e abril/2020 (150 DAI).

#### **3.5.1 Porosidade do solo**

Após delimitação das parcelas experimentais foram coletados quatro amostras indeformadas por gleba, realizada com auxílio de anéis volumétricos, sendo as amostras provenientes das camadas: 0,0 – 0,10 m; 0,10 – 0,20 m; 0,20 – 0,30 m e 0,30 -0,40 m, totalizando 20 (4 amostras x 5 glebas).

As determinações dessas características do solo foram realizadas no Laboratório de Física do Solo, do Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Campus de Botucatu, conforme a metodologia da Embrapa (1997).

#### **3.5.2 Densidade do solo**

Para determinação dos valores de densidade do solo foram utilizadas as mesmas 20 amostras indeformadas, coletadas com anéis volumétrico, utilizadas para determinação da porosidade.

Posteriormente seguiu-se a metodologia da Embrapa (1997), onde as amostras de solo foram secas em estufa de circulação e renovação de ar a 105° C por 24 horas até massa constante. Depois de secas, as amostras foram pesadas e determinados os valores de densidade do solo para cada gleba e camadas de solo.

#### **3.5.3 Características químicas do solo**

Realizou-se análise química de amostras de solo, em cada uma das cinco glebas selecionadas. As coletas foram realizadas na instalação do experimento, em 21 de novembro de 2019, com auxílio de um trado amostrador do tipo rosca, e

coletadas 5 sub-amostras em zigue-zague, para compor uma amostra total de cada gleba, sendo que o solo foi coletado da camada de 0,0 – 0,20 m de profundidade.

As determinações das análises química da fertilidade do solo foram realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo, do Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Campus de Botucatu, conforme a metodologia Raij et al., (2001).

#### **3.5.4 Resistência do solo à penetração (RSP)**

A determinação da resistência do solo a penetração foi realizada nas duas etapas: durante o período inicial do desenvolvimento e no momento da colheita dos tapetes. Durante a etapa de desenvolvimento as avaliações ocorreram aos 30, 60, 90, 120 e 150 DAI.

Para determinação das leituras de RSP foi utilizado o penetrômetro eletrônico Solo Track 5300 da marca Falker (Figura 4 A e B), equipamento que opera de forma automatizada e realiza a penetração do solo por meio de um cone metálico com força e velocidade constantes. Este tipo de equipamento permite a determinação precisa dos valores de resistência, em cada centímetro do perfil do solo.

Foram avaliados 5 pontos por parcela, sendo as leituras realizadas no centro das parcelas, em linha reta no sentido do comprimento e no perfil de a-de 0,0 – 0,40 m no solo.

**Figura 4 - a) Penetrômetro eletrônico Solo Track 5300 (Falker®). (b) Avaliação de resistência a penetração do solo (RSP)**



Fonte: Próprio autor (2020).

Após a coleta, os dados foram descarregados no software “Compactação do solo – Falker” e processados de maneira que se obtivesse um valor médio de resistência a cada profundidade de 0 – 0,40 m.

### 3.5.5 Índice de cor verde (ICV)

As avaliações de índice de cor verde (ICV) ocorreram mensalmente, sendo realizadas aos 30, 60, 90, 120 e 150 DAI.

Para a determinação da intensidade da coloração verde da folha foi utilizado o equipamento Field Scout CM-1000 (Figura 5), em cinco pontos em cada parcela. O equipamento foi mantido perpendicular ao solo a uma altura de um metro. O equipamento emite um feixe de luz, que a altura de 1 m, faz a leitura da ICV numa faixa aproximada de 0,06 m. Na fase inicial de formação do gramado tomou-se o cuidado do feixe atingir apenas os locais onde a grama já havia sido formada.

**Figura 5 - Equipamento Field Scout CM-1000 utilizado para determinar o índice de coloração verde (ICV)**



Fonte: Próprio autor (2020).

### 3.6 Colheita

No dia anterior a colheita, com auxílio de um caminhão pipa foram aplicadas lâminas de 10 mm de água em cada gleba (Figura 6), com intuito de aumentar a umidade do solo e favorecer a compactação com rolo compactador, prática que antecede a colheita mecanizada (CARRIBEIRO, 2014).

**Figura 6 - Lâmina de água sendo aplicada por meio de caminhão pipa**

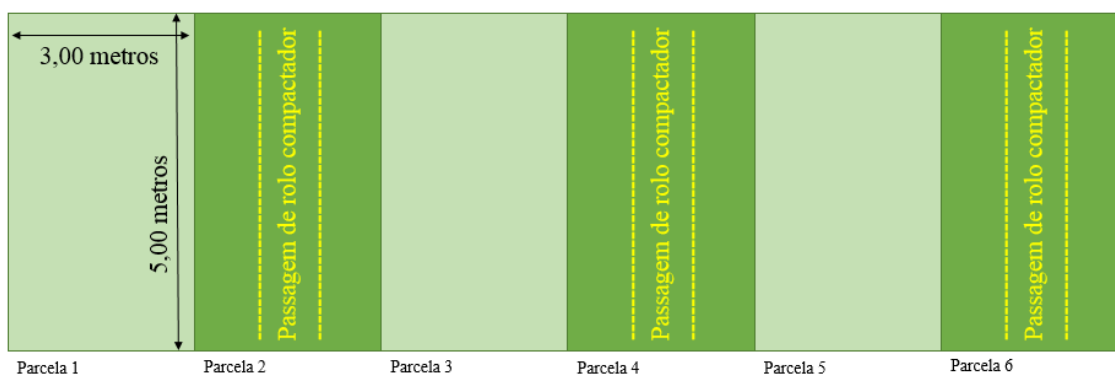


Fonte: Próprio autor (2020).

No dia da colheita, as parcelas (1, 3 e 5) foram colhidas sem que houvesse sido realizada a compactação do solo antes do corte dos tapetes (Figura 7). Enquanto as parcelas 2, 4 e 6 foram submetidas a compactação mediante a 5

passadas de um rolo compactador de dimensões 2,20 x 1,20 m e 5.000 Kg de massa (Figura 8), que foi tracionado por um trator New Holland, modelo T6, a uma velocidade de trabalho de aproximadamente 5 Km h<sup>-1</sup> (1ª marcha reduzida).

**Figura 7 - Layout da disposição das parcelas experimentais com tratamento CRC (com passagem de rolo compactador)**



Fonte: Próprio autor (2020).

**Figura 8 - Passagem do rolo compactador nas parcelas experimentais antes da colheita dos tapetes**



Fonte: Próprio autor (2020).

A colheita foi realizada em duas datas, sendo determinadas com base na formação do tapete em cada local. As glebas G1, G2 e G5 foram colhidas em 16/07/2020, a gleba G3 em 13/10/2020. Na gleba G4 não foi possível à formação de tapetes até a (data) para realização da colheita. A colheita foi realizada com o auxílio de uma colhedora mecânica, fabricada pelo produtor, que foi acoplada a um trator (Figura 9).

**Tabela 1 - Cronograma do ciclo e colheita das glebas produtoras de tapetes de grama, no município de Itapetininga-SP**

Gleba	Última colheita	Instalação do experimento	Colheita	Dias até a colheita
G1	Set/2019	19/11/2019	16/07/2020	319
G2	Set/2019	19/11/2019	16/07/2020	319
G3	Out/2019	19/11/2019	13/10/2020	378
G4	Out/2019	19/11/2019	-----*	-----*
G5	Set/2019	19/11/2019	16/07/2020	319

\*Não ocorreu formação de tapetes aptos para colheita, durante o período do experimento.

**Figura 9 - Colhedora mecanizada acoplada ao trator utilizada na colheita dos tapetes**

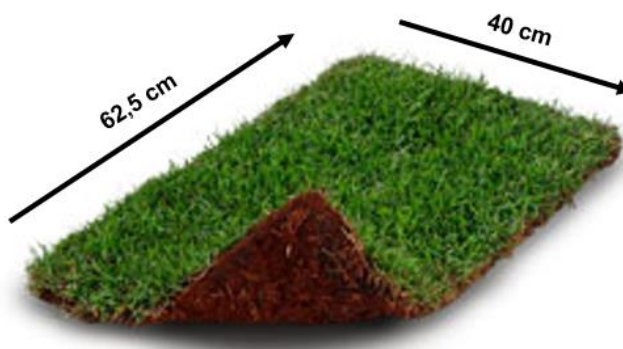


Fonte: Próprio autor (2020).

A colhedora foi regulada para que tapetes de grama fossem colhidos com dimensões comerciais de 0,40 m de largura por 0,625 m de comprimento, com espessura de 0,05 m (Figura 10) e mantida na mesma configuração para colheita em todas as glebas. Os tapetes foram colhidos da região central das parcelas, sendo os mais representativos selecionados para as avaliações (2 tapetes/parcela experimental).



**Figura 10 - Dimensões comerciais de tapetes de grama Esmeralda**



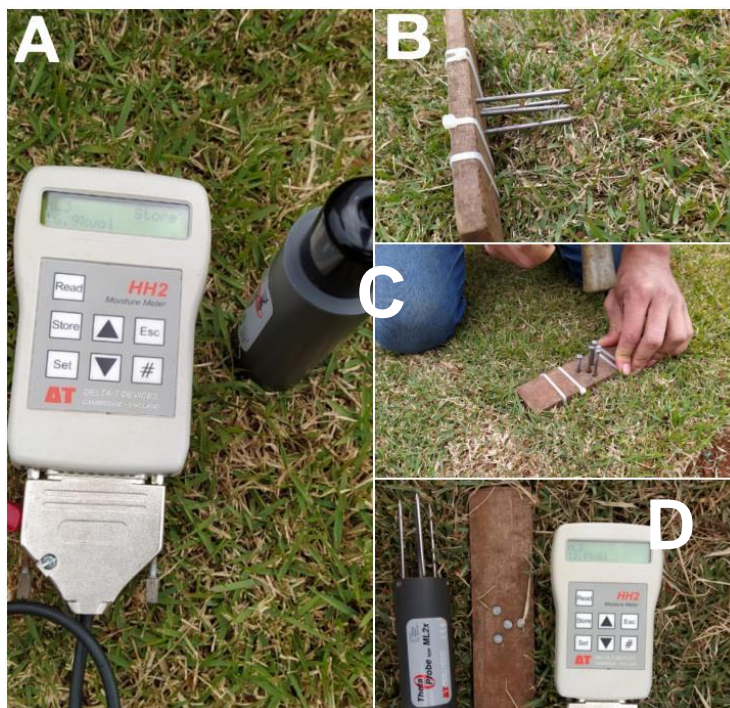
**Fonte:** Associação Nacional Grama Legal (2020).

### **3.6.1 Umidade do solo no momento da colheita**

A umidade do solo foi determinada por meio do sensor de umidade ML2K com leitor digital modelo HH2, equipamento da marca Delta-T<sup>®</sup> (Figura 11 A). Este equipamento possui quatro hastes de aço inoxidável de 0,07 m de comprimento (figura 11 D), posicionadas de maneira equidistante em forma triangular.

Para realização das leituras de umidade é necessário alocar as hastes no solo e acionar o equipamento, mas, em função dos altos níveis de compactação do solo na camada superficial, optou-se pelo uso de um gabarito de madeira com furos, onde foram colados pregos com mesmo diâmetro das hastes, para facilitar a penetração do equipamento (Figura 11 B e C).

**Figura 11 - (a) Sensor de umidade ML2K com leitor digital modelo HH2. (b) Gabarito de madeira com pregos para facilitar a penetração das hastes do sensor de umidade. (c) Utilização do gabarito e pregos para facilitar a abertura do solo para leitura da umidade. (d) equipamentos utilizados**



Fonte: Próprio autor (2020).

Foram realizadas três leituras de umidade do solo por parcela experimental antes da colheita dos tapetes. Nas parcelas onde foi utilizado o tratamento CRC, foram realizadas 3 leituras adicionais após a compactação, visto que a compactação pode influenciar a umidade do solo.

### 3.6.2 Peso dos tapetes e do solo

Após a colheita foram selecionados dois tapetes por parcela que foram transportados dentro de sacos plástico para manterem-se conservados até o laboratório do Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente da Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, Campus de Botucatu de preparo de amostras para avaliações.

Os tapetes foram pesados no mesmo dia da colheita e para determinar o peso total dos tapetes (com solo) foi utilizada uma balança digital (0,01 g) e realizada a pesagem de todos os tapetes nas condições de colheita (Figura 12 A).

Após a avaliação de resistência dos tapetes, esses foram lavados (Figura 12 B), com auxílio de uma lavadora com jato de alta pressão, de maneira que todo solo fosse retirado.

**Figura 12 - (a) Pesagem dos tapetes in natura. (b) Tapete parcialmente lavado, para retirada do solo**



Fonte: Próprio autor (2020).

Após a lavagem dos tapetes e retirada do solo, o material vegetal (folhas, raízes, rizomas e estolões) ficaram em repouso sobre peneiras, em pleno sol por aproximadamente 15 minutos, para que fosse escorrido o excesso de água da lavagem, sendo posteriormente pesados. A diferença entre o tapete recém colhido e o material vegetal originou a massa do solo mais água.

### 3.6.3 Resistência dos tapetes ao rompimento

A avaliação da resistência dos tapetes ao rompimento foi realizada conforme a metodologia adaptada de Santos (2018), que consiste em prender o tapete em um conjunto fixador deslizante, composto de chapas rígidas de apoio e encaixe da extremidade superior do tapete, com pressionamento regulável, e deslocamento vertical feito por meio de uma manivela, auxiliada por um conjunto de quatro rolamentos nas extremidades e um dinamômetro de carga.

Dessa forma, cada tapete selecionado foi fixado individualmente no equipamento e acionado o sistema de tração até que o mesmo se rompesse, e em seguida, registrou-se a força em N (Kgf) marcada no dinamômetro (Figura 13). Dois tapetes por parcela foram submetidos a este procedimento.

**Figura 13 - Aparelho para determinar a resistência mecânica de tapetes de grama**



Fonte: Próprio autor (2020).

### 3.6.4 Análise nutricional

Os teores de nutrientes, do material vegetal contido nos tapetes, foram analisados segundo metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Para isso, amostras dos tapetes que passaram pelo processo de lavagem e retirada do solo, foram então, separadas em folhas e raízes (rizomas + estolões). Esse material foi seco em estufa de circulação forçada de ar por 72 horas, na temperatura de 65°C. Posteriormente a secagem, as amostras foram moídas separadamente e enviadas para o Laboratório de Nutrição de Plantas da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA/UNESP) para determinação da concentração de macro e micronutrientes.

### **3.7 Análise estatística**

Assim, os resultados foram submetidos a análise de variância e a teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade para comparação das médias, utilizando-se do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da análise química do solo para as cinco glebas avaliadas, na fase inicial dos ciclos de produção.

**Tabela 2 - Resultados da análise química do solo das glebas experimentais em Itapetininga-SP (2019)**

Glebas	Anos de cultivo	pH	M.O.	P <sub>resina</sub>	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
		CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	----- mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----						
G1	8	5,6	28	38	32	2,5	32	9	44	76	58
G2	10	5,8	28	23	27	1,1	48	9	58	85	68
G3	12	6,0	33	18	31	1,3	50	7	59	90	65
G4	18	6,1	32	8	20	1,1	40	12	52	72	73
G5	20	6,2	35	11	22	1,3	70	10	81	103	79
	Anos de cultivo	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn				
		----- mg dm <sup>-3</sup> -----									
G1	8	42	0,32	2,1	38	1,5	1,6				
G2	10	46	0,31	2,3	49	1,7	1,6				
G3	12	68	0,31	2,3	45	1,9	1,7				
G4	18	43	0,24	1,5	34	1,3	1,1				
G5	20	50	0,29	3,1	56	2,3	1,4				

Nota-se que as áreas apresentavam-se inicialmente já com algumas diferenças que denotam certa tendência de manejo.

Comparando por exemplo os valores de pH, obteve-se aumento de 0,6 unidades na gleba com 8 anos de cultivo em relação a gleba de 20 anos de cultivo, e o inverso ocorreu para a acidez potencial (H+Al). Os teores de Ca e Mg acompanharam o aumento do pH indicando que a calagem foi aplicada ao longo dos anos e que, mesmo considerando que os cultivos mais antigos já exploram uma camada subsuperficial, as mesmas se encontram corrigidas.

De acordo com Godoy et al. (2012) para evitar problemas de deficiência de Ca e Mg ou toxicidade de Al recomenda-se que o V (%) seja 60% para áreas de produção de tapetes de grama Esmeralda já implantadas. Portanto todas as glebas apresentam-se corrigidas e com adequado teor de Ca e Mg.

Os teores de P variaram mais entre as glebas, sendo a G4 (18 anos) a que apresentou o teor mais baixo (8 mg dm<sup>-3</sup>), valor este inadequado pelas recomendações de Christian (1998).

Por outro lado, Godoy e Villas Bôas (2003) afirmam que teores de P acima de  $15 \text{ mg dm}^{-3}$  são adequados para gramados, nesse contexto enquadram-se as três glebas com menor anos de cultivo G1 ( $38 \text{ mg dm}^{-3}$ ), G2 ( $23 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e G3 ( $18 \text{ mg dm}^{-3}$ ). Esta também pode ser uma informação importante de manejo, considerando que o caminhamento de P no solo é muito pequeno e solos como este com alto teor de argila, que fixam altas quantidades de P, não conseguem fornecer adequadamente este nutriente ao longo dos anos.

Com relação a M.O. nota-se que nas áreas com mais anos de produção houve um acréscimo de aproximadamente  $1 \text{ t/ano}$  nos valores de M.O., sendo G5 a gleba que apresentou maior valor ( $35 \text{ g dm}^{-3}$ ) e G1 e G2 com menores valores, ambos com  $28 \text{ g dm}^{-3}$ . Esta MO é adicionada por meio de raízes, rizomas, estolões que vão sendo mantidos no solo de um cultivo para o outro. Este também é um aspecto interessante de ser explorado, visto que nas camadas mais profundas do solo, onde os cultivos com 20 anos já estão explorando, há naturalmente teor mais baixo de MO, porém os cultivos sucessivos permitem que a MO aumente no solo, preservando mais carbono. Este resultado é contrastante com o teor de P, visto que com o aumento de MO no solo, deveria haver menor potencial de fixação de P, portanto mais P disponível. Possivelmente, nesta área o manejo de P foi negligenciado<sup>2</sup>.

Os teores de K no solo apresentam-se semelhantes, exceto a gleba 1, onde este nutriente apresenta-se mais elevados, possivelmente por uma aplicação mais recente desse nutriente.

O enxofre é observado em todas as glebas com teores altos, o que pode estar relacionado à entrada desse nutriente na adubação, porém pode também estar ligado ao teor de matéria orgânica do solo.

O B e Mn encontram-se em teores médios no solo, os demais (Cu, Fe e Zn) estão com valores altos. De modo geral os valores dos micronutrientes entre as glebas estão homogêneos. Segundo Godoy et al. (2012) as quantidades disponíveis no solo de micronutrientes são capazes de atender a demanda das gramas, exceto solos arenosos, o que não é o caso de nenhuma das glebas.

Dentre os micros o Fe é de vital importância, pois atua na síntese da molécula de clorofila, responsável pela coloração verde do gramado. Os valores de Fe na Tabela 2 indicam que todas as glebas, exceto G4, superam os teores de Fe

<sup>(2)</sup> Informação interpessoal: Roberto Lyra Villas Boas, professor da UNESP-Botucatu especialista em gramados.

encontrados por Godoy (2005)  $39 \text{ mg dm}^{-3}$  e ultrapassam muito os valores médios estipulados por Godoy et al. (2012).

Os dados apresentados na Tabela 3 são resultados das análises físicas dos solos nas glebas na fase inicial do ciclo de cultivo avaliado, sendo dados de microporosidade (mp), macroposidade (Mp), porosidade total (Pt) e densidade do solo (Ds).

**Tabela 3 - Resultados da porosidade e densidade dos solos nas glebas experimentais em profundidades de 0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m em Itapetininga-SP (2019)**

Profundidade (m)	Microporosidade (%)				
	G1	G2	G3	G4	G5
0 - 0,10	31	35	37	33	32
0,10 - 0,20	31	36	39	33	34
0,20 - 0,30	33	39	38	34	42
0,30 - 0,40	35	39	42	38	39
Profundidade (m)	Macroporosidade (%)				
	G1	G2	G3	G4	G5
0 - 0,10	20	14	14	17	17
0,10 - 0,20	22	13	11	16	16
0,20 - 0,30	18	8	9	7	7
0,30 - 0,40	18	5	5	6	5
Profundidade (m)	Porosidade total (%)				
	G1	G2	G3	G4	G5
0 - 0,10	51	48	51	50	49
0,10 - 0,20	53	49	50	52	50
0,20 - 0,30	51	48	47	46	49
0,30 - 0,40	53	44	47	45	44
Profundidade (m)	Densidade $\text{kg dm}^{-3}$				
	G1	G2	G3	G4	G5
0 - 0,10	1,07	1,11	1,11	1,12	1,07
0,10 - 0,20	1,10	1,14	1,16	1,10	1,11
0,20 - 0,30	1,03	1,21	1,10	1,16	1,35
0,30 - 0,40	1,08	1,20	1,15	1,21	1,19

G1 (8 anos), G2 (10 anos), G3 (12 anos), G4 (18 anos), G5 (20 anos)

Numericamente os valores de mp não tiveram grandes alterações com o aumento dos anos de usos das glebas. Os valores obtidos para mp foram próximos aos encontrados por Amaral et al. (2017), trabalhando com compactação induzida em latossolos argilosos. Nota-se que G1 e G4 tiveram um aumento crescente da mp que acompanhou o aumento da profundidade do solo avaliada.

De acordo com Streck et al. (2004) estudando sobre o efeito dos níveis de tráfego agrícola em áreas de plantio direto, afirmam que essa propriedade física



(mp) não é comprometida por essa prática agrícola. Afirmação que corrobora com os relatos de Stone et al. (2002), que a compactação do solo praticamente não altera os microporos.

Para os dados de Mp observa-se um padrão de decréscimo na porcentagem de macroporos com o aumento da profundidade, fato que pode estar relacionado a região com a maior concentração e exploração de raízes e rizomas das gramas, as camadas superficiais do perfil do solo. A presença dessas estruturas é mais frequente e em maior número nas camadas de 0 - 0,10 m e 0,10 – 0,20 m, e com a desenvolvimento da cultura promovem uma descompactação natural dos solos nessas camadas.

Os baixos valores de Mp na fase inicial do ciclo, possivelmente também tem relação com a prática de passagem de rolo compactador realizada recentemente nas áreas para favorecer a colheita de tapetes. Curiosamente, a G1, a gleba com menos anos de uso, apresentou maior porcentagem de Mp, indicando provável maior facilidade de desenvolvimento radicular no início de ciclo em uma área mais jovem.

Ainda na Tabela 3 os dados de Pt não tiveram grandes variações em relação aos anos de uso e nem ao aumento da profundidade. Os valores encontrados no presente trabalho foram semelhantes aos obtidos por Rosa et al. (2019), trabalhando com compactação em Latossolo Vermelho induzida por trator agrícola, e próximos também dos encontrados por Amaral et al. (2017) trabalhando com compactação induzida por passadas de trator em Latossolo Vermelho Distroférico.

Segundo Bibby e Turtle (1959), valores ideais de Pt para áreas gramadas sujeitas a tráfego intenso, variam entre 35 e 40%, valores inferiores ao encontrados neste trabalho.

Brandy e Weil (1999) recomenda valores de Ds ideais entre 1,3 a 1,6 kg dm<sup>-3</sup>, e afirmam que valores superiores a 1,7 kg dm<sup>-3</sup>, podem ser restritivos, já Doble (2010) sugere valores de Ds ideais entre 1,4 e 1,6 kg dm<sup>-3</sup>.

Em condições brasileiras, e em áreas de produção de grama, Carribeiro (2014) encontrou valores em 1,37 – 1,43 kg dm<sup>-3</sup>, assim como os valores de Ds na Tabela 3, que possibilitaram a formação de tapetes comerciais, não sendo este um fator impeditivo do crescimento e desenvolvimento da grama Esmeralda.

Os resultados de ICV obtidos com o Scout CM 1000 (Tabela 4) demonstraram que as avaliações aos 30, 60, 90 e 120 DAI diferiram significativamente entre as áreas.

**Tabela 4 - Índice de cor verde (ICV) de aos 30, 60, 90, 120 e 150 DAI leituras com Scout CM1000. Itapetininga-SP (2020)**

Gleba	Anos de Cultivo	Índice de cor verde									
		30 DAI		60 DAI		90 DAI		120 DAI		150 DAI	
		Valor	Letra	Valor	Letra	Valor	Letra	Valor	Letra	Valor	Letra
G1	8	408	a	482	a	294	a	183	b	168	a
G2	10	375	a	360	bc	250	ab	178	b	173	a
G3	12	361	a	370	b	238	ab	240	a	210	a
G4	18	380	a	296	cd	249	ab	178	b	184	a
G5	20	241	b	262	d	211	b	169	b	176	a
DMS		90		72		57		31		50	
F		8,89**		23,49**		4,73**		14,36**		1,83 <sup>ns</sup>	
CV(%)		15,04		12,03		13,56		9,78		16,27	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* - significativo a 1% pelo teste F; \* - significativo a 5% pelo teste F; ns- não significativo.

Aos 30 e 60 DAI G5, apresentou respectivamente 241 e 262 unidades de ICV, sendo esses os menores valores em relação as demais áreas. Aos 90 e 120 DAI os valores da área G5 mantiveram-se entre os mais baixos ICV, apesar de nestas avaliações não diferir estatisticamente dos outros locais.

Entretanto, os resultados de G5 aos 30, 90 e 120 DAI mostraram-se inferiores ao valor considerado como ideal para a grama Esmeralda (258) (GODOY et al., 2012), inferindo há uma possível deficiência de nitrogênio. Isso se deve, pois o ICV reflete indiretamente a concentração de clorofila foliar, que são moléculas compostas de um átomo central de magnésio ligado a 4 de nitrogênio (TAIZ et al., 2017). E assim, quanto maior o valor do ICV, maior será a tonalidade da grama, e consequentemente mais nutrida estará a planta (SANTOS; CASTILHO, 2018b). Trabalhos como os de Santos e Castilho (2015), Gazola et al. (2016) e Oliveira et al. (2018) correlacionam o ICV com a adubação nitrogenada da grama Esmeralda.

Destaca-se, ainda que o N é o nutriente requerido em maiores quantidades pelas gramas, sendo em média recomendado para o ciclo, valores entre 300 a 400

kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (GODOY et al., 2012). Assim, a avaliação indireta de cor é de extrema importância para auxiliar no manejo nutricional adequado da produção, mostrando no presente estudo, que todas as áreas estão deficientes do nutriente a partir dos 120 e 150 DAI.

Observa-se que a área com maior tempo de produção (G5), apresentou numericamente os maiores valores de pH (6,2) e V(%) (79) (Tabela 2), estando ela dentro da faixa de pH recomendada para cultivo de grama Esmeralda (6,0-7,0) recomendada por Santos e Castilho (2016). E bem acima do valor ideal de 60% de V(%) para áreas de produção já implantadas, sugerida por Godoy et al. (2012). Isso talvez, deve-se pelo intenso manejo que a mesma já recebeu, e com o passar dos anos o calcário aplicado acabou aumentando o pH e V(%), e com isso esses valores para desenvolvimento do gramado, refletiram nos resultados de ICV aos 120 e 150 DAI.

A gleba G1 (área com menor ano de produção), inicialmente (30, 60 e 90 DAI) apresentou valores de ICV acima do recomendado para a cultura. Contudo, a partir dos 120 e 150 DAI houve queda nos resultados. Isso possivelmente, se deve, pois o pH e V(%) da área foram os menores dentre os demais locais (5,6 e 58%) estando abaixo do recomendado para a grama Esmeralda, conforme descrito anteriormente. Ainda, seu maior desenvolvimento inicial, possivelmente se deve, pela maior disponibilidade de P no solo (38 mg dm<sup>-3</sup>) quando comparada as demais áreas. De acordo com Godoy et al. (2012) maiores teores de fósforo no solo, estimulam o crescimento da raiz, e com isso a grama consegue se desenvolver melhor, e juntamente com a adubação inicial da cultura, fez com que inicialmente a absorção nutricional fosse maior e veio a refletir nos resultados de ICV.

Nota-se que apesar do desempenho satisfatório das áreas G1, G2 e G3 nas avaliações até os primeiros 90 dias, aos 120 DAI, nenhuma das áreas atingiu valores próximos aos considerados ideais para cultura, indicando uma carência nutricional generalizada, possivelmente vinculada a um manejo de adubação inadequado.

Na Tabela 5, observam-se os resultados médios obtidos de resistência do solo a penetração RSP, apenas nas avaliações aos 30 e 90 DAI os valores diferiram estatisticamente. Onde foram encontrados valores máximos de 3.776,2 kPa na gleba G3 aos 30 DAI e de 3.970,2 kPa na gleba G4 aos 60 DAI.

**Tabela 5 - Valores de resistência do solo a penetração (RSP) aos 30, 60, 90, 120 e 150 DAI. Itapetininga-SP (2020)**

Área	Resistência do solo a penetração (0 -0,40 m)					
	----- kPa -----					
	30 DAI	60 DAI	90 DAI	120 DAI	150 DAI	Média por gleba
G1	3603,0 ab	2601,0 a	1801,2 b	3347,0 a	3652,0 a	2850,3
G2	3168,8 c	2489,5 a	3247,2 ab	3166,0 a	2809,7 a	2976,24
G3	3776,2 a	2601,2 a	3194,2 ab	3505,3 a	2391,5 a	3093,68
G4	3446,8 abc	3220,5 a	3970,2 a	3391,2 a	3396,0 a	3484,94
G5	3416,0 bc	1534,5 a	2257,5 ab	3473,3 a	3523,8 a	2841,02
DMS	358,7	2259,0	1948,3	471,05	1439,7	-----
F	6,87**	1,24 <sup>ns</sup>	3,38*	1,39 <sup>ns</sup>	2,38 <sup>ns</sup>	-----
CV(%)	6,07	53,52	39,7	8,23	26,91	-----

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* - significativo a 1% pelo teste F; \* - significativo a 5% pelo teste F; ns- não significativo.

De acordo com Torres e Saraiva (1999) valores compreendidos entre 3.500 a 6.500 kPa, são considerados prejudiciais ao desenvolvimento radicular. Entretanto, Reinert et al. (2008) e Canarache (1990) consideram que valores de RSP superiores a 2.000 kPa, já podem limitantes ao crescimento radicular para a maioria das culturas. Apesar do efeito prejudicial ao desenvolvimento radicular citado pelos autores, a grama Esmeralda conseguiu se desenvolver em áreas com valores de RSP considerados elevados.

A capacidade de desenvolvimento da grama Esmeralda em solos com níveis de compactação similares aos encontrados no presente trabalho foram observados por Backes (2008) na profundidade de 0 a 0,05 m, (3955 kPa), também por Santos (2012) e Carribeiro (2014), com valores respectivamente entre 2.000 e 4.000 kPa e 3.000 e 6.000 kPa.

Outro aspecto observado na Tabela 5 é a queda dos valores de RSP nas avaliações 60 DAI. Uma hipótese para este comportamento pode estar relacionada disponibilidade hídrica no perfil do solo, devido à precipitação nesse período atingir 70 mm (Figura 2), e nessas condições o solo ofereceu menor resistência à haste do equipamento no momento da avaliação. Nos meses seguintes, quando os níveis de

precipitação baixaram, a disponibilidade hídrica no perfil também diminuiu e os valores de RSP voltaram a subir.

A grama Esmeralda, segundo Carribeiro, Nascimento e Santos (2020), possui como peculiaridade a capacidade de se desenvolver em solos extremamente compactados, visto que essa espécie obteve pleno desenvolvimento em áreas que atingiram RSP acima de 10.000 kPa em profundidade no perfil, destacando seu potencial radicular em romper a rigidez dos solos.

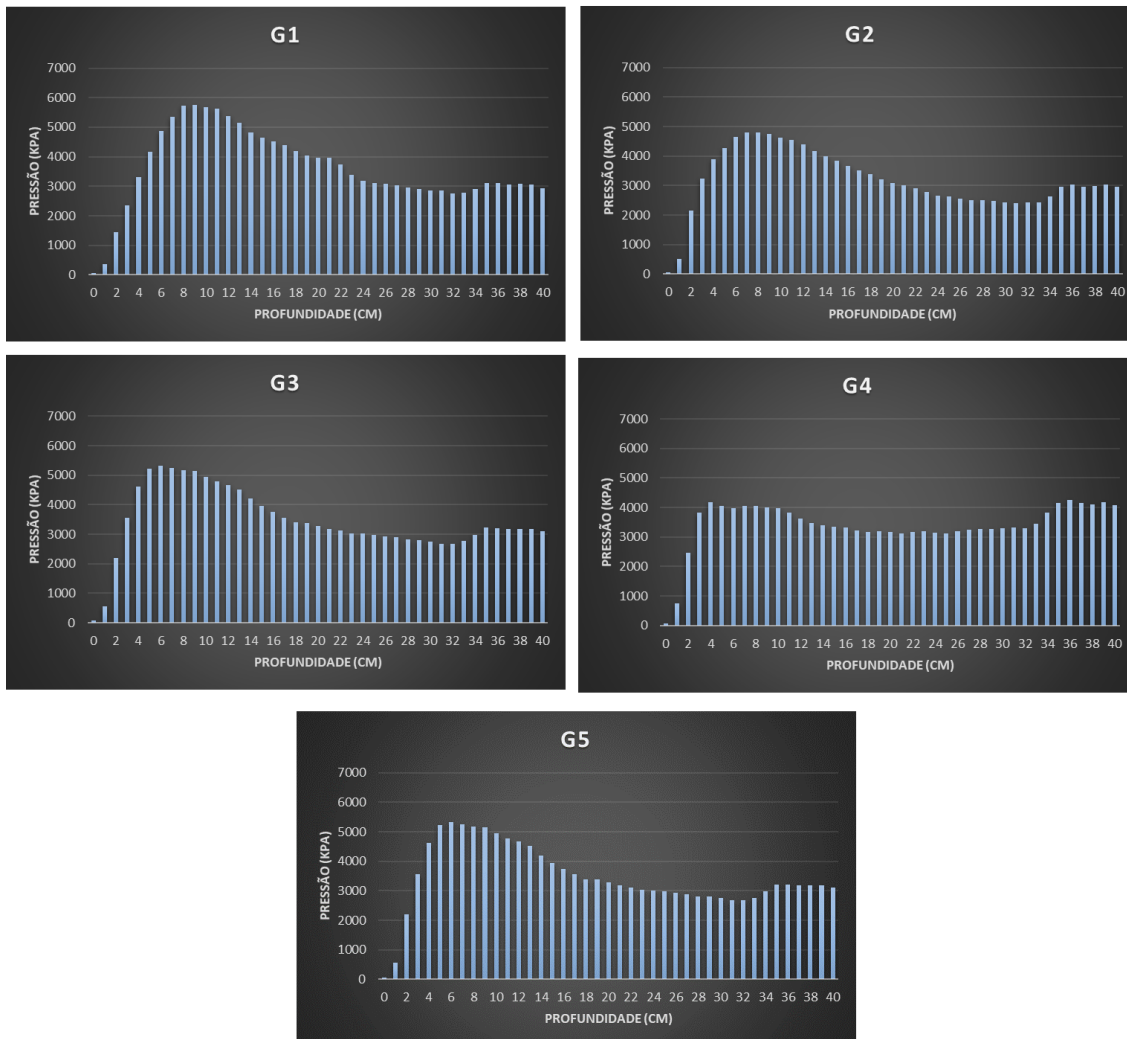
Entretanto, os resultados não permitem afirmar que os anos de utilização das áreas estão diretamente relacionados a solos mais compactados, mesmo tratando-se de locais que passaram por maior número de colheitas e conseqüentemente submetidos mais vezes a compactação por rolo compactador.

Dessa forma, com o objetivo de visualizar e compreender melhor o comportamento da compactação nos perfis das glebas e o suposto efeito descompactador das raízes de grama Esmeralda, foram gerados gráficos com os valores de RSP a cada centímetro ao longo do perfil, até a profundidade de 0,40 m, aos 30, 60, 90, 120 e 150 DAI (Figuras 14, 15, 16, 17 e 18).

Foi observado que em G4 a compactação do solo na camada superficial (0 – 0,05m) é inferior comparada às demais glebas (Figura 14), essa diferença pode estar relacionada à colheita realizada no ciclo anterior. Pois, provavelmente nessa gleba foram colhidos tapetes com maior espessura, removendo assim maior porcentagem de solo da camada superficial e conseqüentemente alterando a compactação nessa profundidade. Esse fato pode ter colaborado para a não formação de tapetes no mesmo período que as demais glebas.

Aos 30 DAI a distribuição da compactação ao longo do perfil nas glebas segue um comportamento semelhante, atingindo níveis máximos de RSP em torno de 5.000 kPa na faixa entre 0,06 - 0,10 m (Figura 15). A faixa que antecede essa camada mais compactada, entre 0 - 0,05 m de profundidade, os valores de RSP em todas as glebas foram relativamente baixos. Sugere-se que esses valores ocorreram devido ao uso do equipamento “Estrelinha” utilizado no início do ciclo, que promove a descompactação do solo atuando nessa mesma profundidade (0 - 0,05 m). Além disso, nesse período de avaliação a grama Esmeralda estava na fase de rebrota, em que o sistema radicular explora a camada mais superficial do solo.

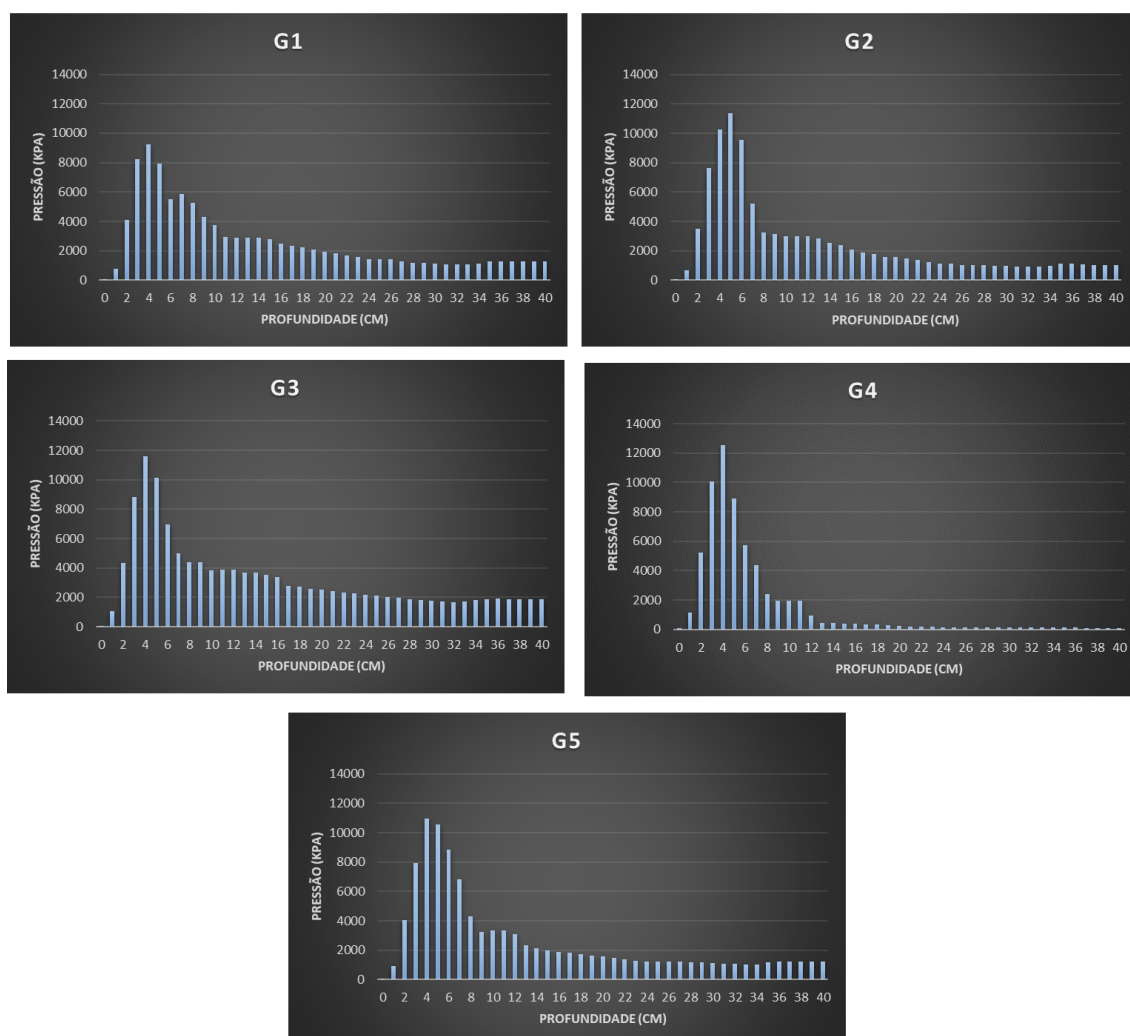
**Figura 14 - Distribuição da resistência do solo a penetração em profundidade no perfil do solo nas áreas de produção grama aos 30 DAI.**



**Fonte:** Próprio autor (2020).

Aos 60 DAI os valores máximos de RSP obtidos nas glebas ocorreram na faixa entre 0,04 – 0,06 m de profundidade, onde o maior valor encontrado foi de 12.500 kPa (G4) (Figura 15). Posteriormente a esta faixa crítica, os valores de RSP diminuíram ao longo do perfil, atingindo valores inferiores a 2.000 kPa nas camadas mais profundas. Apesar dos altos níveis de RSP encontrados centímetro a centímetro, os valores médios (Tabela 5) diminuíram aos 60 DAI, possivelmente este comportamento se deve a maior precipitação nesse período. Estudos realizados por Campos et al. (2013), trabalhando com resistência mecânica do solo à penetração, indicaram uma correlação entre RSP e umidade do solo, onde quanto maior a umidade presente no solo menor à resistência mecânica a penetração do mesmo.

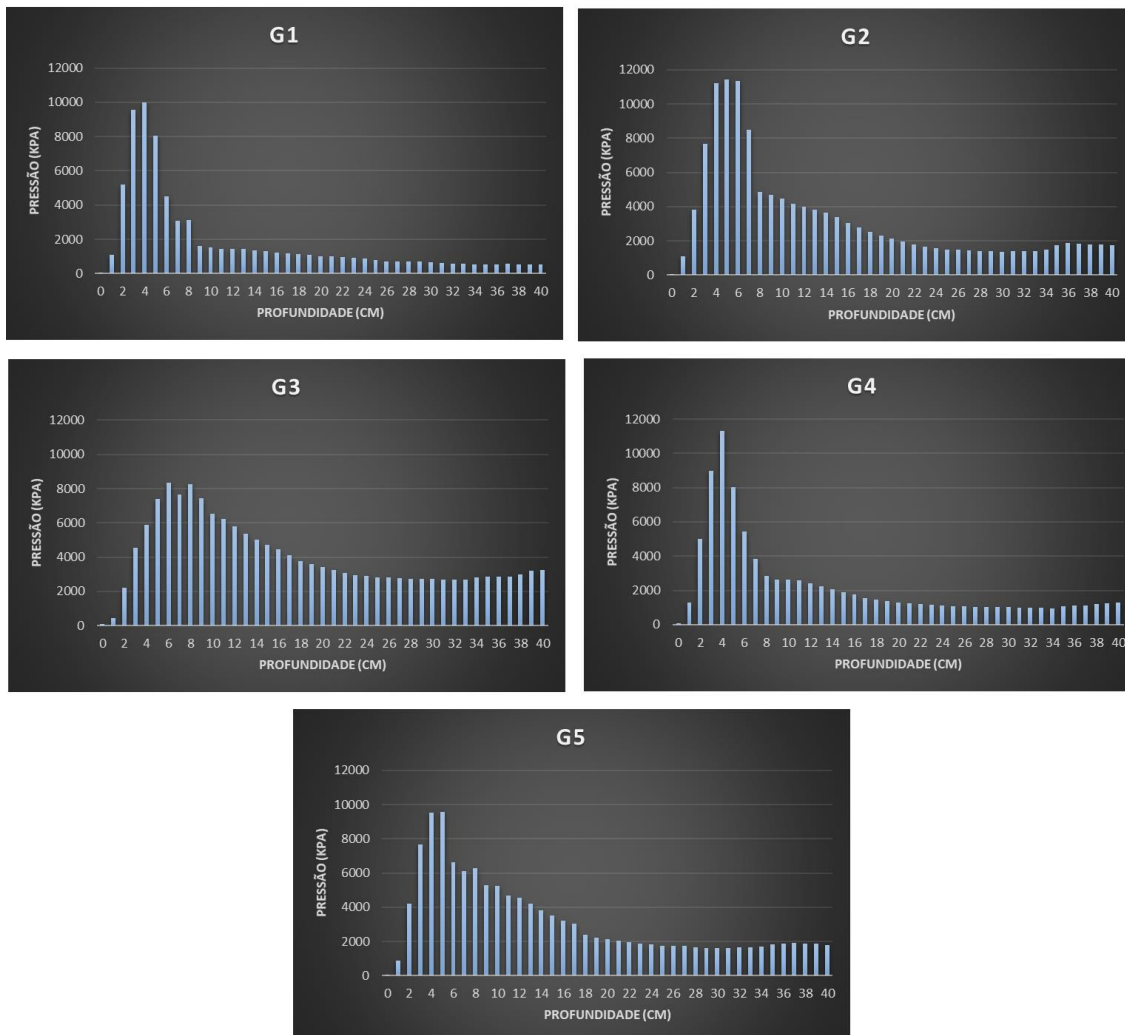
**Figura 15 - Distribuição da resistência do solo a penetração em profundidade no perfil do solo nas áreas de produção grama aos 60 DAI**



Fonte: Próprio autor (2020).

Durante as avaliações aos 90 DAI os valores máximos de RSP nas glebas ocorreram na profundidade de 0,04 m, exceto na gleba G1 (Figura 16). De forma geral, o comportamento da RSP foi semelhante ao observado aos 60 DAI, porém com aumento de resistência nas profundidades abaixo da faixa crítica de compactação. Sugere-se que esse aumento ocorreu devido à queda nos níveis de disponibilidade hídrica no perfil, fazendo com que o solo restringisse a haste do equipamento no momento da avaliação.

**Figura 16 - Distribuição da resistência do solo a penetração em profundidade no perfil do solo nas áreas de produção grama aos 90 DAI**

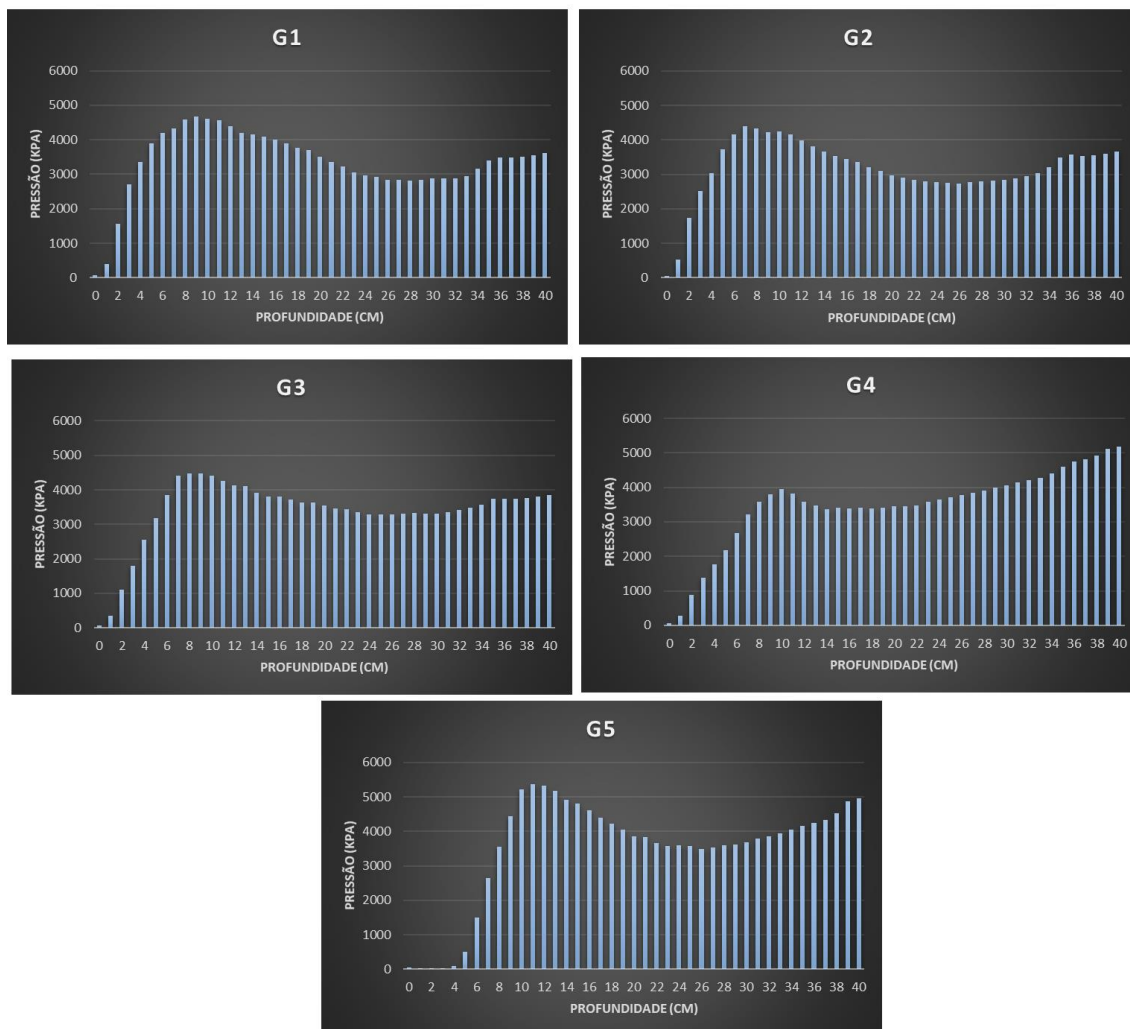


**Fonte:** Próprio autor (2020).

Aos 120 DAI observou-se que a grandeza dos valores de RSP voltou a diminuir, se aproximando dos níveis de compactação encontrados aos 30 DAI, próximos a 5.000 kPa (Figura 17). Além disso, o comportamento dos valores de RSP ao longo do perfil também foi semelhante ao encontrado aos 30 DAI, oscilando de forma menos acentuada no perfil. Na camada superficial das glebas (0 – 0,05 m) foram obtidos os menores valores de RSP, possivelmente em decorrência da atuação do sistema radicular da grama Esmeralda, que nesse período já se encontrava com alta taxa de cobertura do solo e estimulada pelas roçadas da parte aérea, pode ter promovido menores níveis de RSP nessa camada.



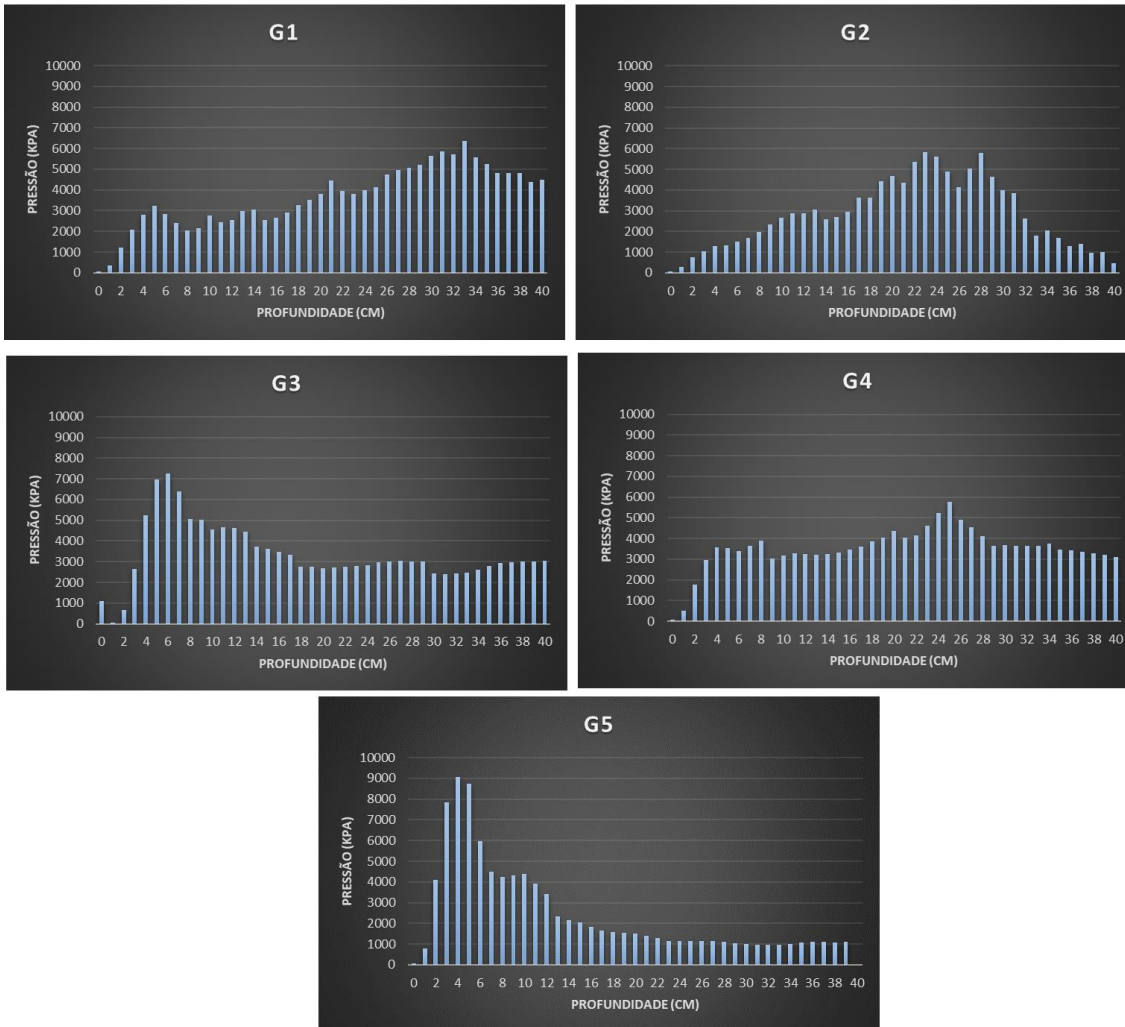
**Figura 17 - Distribuição da resistência do solo a penetração em profundidade no perfil do solo nas áreas de produção grama aos 120 DAI**



**Fonte:** Próprio autor (2020).

Aos 150 DAI a distribuição da RSP ao longo do perfil variou entre as glebas (Figura 18). As glebas G1, G2 e G4 tiveram comportamento similar, atingindo valores máximos em torno de 6.000 kPa que curiosamente ocorrem em profundidades abaixo de 0,20 m. Por outro lado, nas glebas G3 e G5 foi estabelecida uma faixa crítica de compactação entre as profundidades de 0,04 – 0,06 m, atingindo valores máximos de 7.500 kPa em G3 e 9.000 kPa em G5, diferindo dos resultados obtidos por Backes (2008) e Santos et al. (2011) que apresentaram faixas críticas de compactação entre 0,05 – 0,10 m em profundidade no perfil.

**Figura 18 - Distribuição da resistência do solo a penetração em profundidade no perfil do solo nas áreas de produção grama aos 150 DAJ.**



Fonte: Próprio autor (2020).

Analisando os resultados de RSP em profundidade no perfil do solo, constatou-se que em áreas de produção, durante o período inicial de desenvolvimento da grama Esmeralda, a compactação do solo não está relacionada ao tempo de uso das áreas. Infere-se ainda que a disponibilidade hídrica dos solos possa ter afetado potencialmente os níveis de RSP no perfil das glebas.

Outro aspecto importante são as práticas realizadas ao final do ciclo anterior, uma suposta colheita de tapetes com maior espessura em G4, removeu a faixa crítica de compactação da camada superficial dessa gleba. Além disso, essa prática pode ter interferido negativamente na formação de tapetes durante o ciclo avaliado, impossibilitando a colheita de tapetes viáveis nessa gleba durante o período de desenvolvimento do presente estudo.

De acordo com profissionais que atuam em áreas de produção de grama no estado de São Paulo, altos níveis de compactação do solo não inviabilizam a produção de grama Esmeralda, porém a cultura sofre mudança de hábito e em alguns casos atraso na formação de tapetes aptos para colheita. Em condições de compactação excessiva o solo restringe o avanço e o desenvolvimento do sistema radicular, provocando crescimento vertical da grama, onde as estruturas de parte aérea são beneficiadas, porém não promovem taxa de cobertura do solo (crescimento lateral) e ocorre a produção de estolões sob o solo <sup>(3)</sup>. Apesar do relato dos profissionais, esse efeito não foi observado no presente trabalho.

Na Tabela 6 são apresentados os teores de macronutrientes foliar dos diferentes tratamentos avaliados no experimento.

**Tabela 6 - Concentração de macronutrientes nas folhas dos tapetes de grama colhidos em glebas com diferentes anos de uso para produção. Itapetininga-SP (2020)**

Gleba	Macronutrientes nas folhas					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- g kg <sup>-1</sup> MS -----					
G1	10 a	2 a	5,8 a	2,5 ab	1,0 a	1,8 b
G2	7 b	1,4 b	4,7 ab	2 b	1,0 a	2,0 ab
G3	8 b	1,5 ab	4,6 b	3 a	1,1 a	2,2 a
G4	X	X	X	X	X	X
G5	8 b	1,1 c	4,9 ab	2 b	1,0 a	1,7 b
DMS	1,9	0,21	1,13	0,57	0,08	0,27
F	9,35**	18,88**	3,22*	5,98**	2,59 <sup>ns</sup>	9,68**
CV(%)	21,53	21,53	20,61	22,17	7,68	12,79

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, \*\*- significativo a 1% pelo teste F. "X" Não ocorreu formação de tapetes aptos para colheita, durante o período do experimento.

Para os valores de concentração de N nas folhas, G1 apresentou o maior valor (10 g kg<sup>-1</sup>), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, já o menor valor foi obtido por G2 (7 g kg<sup>-1</sup>), que não diferiu estatisticamente de G3 e G5.

Entretanto, todos os valores de N expostos na Tabela 6 são inferiores aos encontrados por outros autores que trabalharam com a mesma espécie, Godoy e Villas Bôas (2010) obtiveram valores de N foliar entre 14 e 25 g kg<sup>-1</sup>, Santos e Castilho (2015) obtiveram uma faixa de valores mais estreita, variando entre 14 e 17 g kg<sup>-1</sup> e Oliveira et al. (2018), encontraram valores de N foliar entre 17 e 25 g kg<sup>-1</sup>.

<sup>(3)</sup> Informação interpessoal: Carlos Alberto Michetti, agrônomo responsável pela Quality Gramas-SP.

Dessa forma, infere-se que apesar da diferença estatística entre os tratamentos e a formação de tapetes comerciais em G1, G2, G3 e G5, todas as glebas apresentam déficit de nitrogênio, fato que pode estar relacionado à quantidade de N disponibilizada durante o ciclo da cultura. Segundo Godoy et al. (2012), os valores de N recomendáveis para áreas de produção de tapetes estão entre 300 a 400 kg ha, dessa forma as 3 adubações realizadas pelo produtor (400 kg ha NPK formulado 8-28-16; 250 kg ha NPK formulado 8-28-16 e 500 kg ha de ureia) somadas, forneceram apenas 277 kg ha de N, quantidade inferior a recomendável.

Nota-se que para as concentrações de P nas folhas G1 apresentou o maior valor 1,7 g kg<sup>-1</sup> e não diferiu apenas de G3 1,5 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 6). O menor valor foi obtido por G5 1,1 g kg<sup>-1</sup>, diferindo estatisticamente dos demais. Os valores de G1, G2 e G3 se enquadram nas concentrações foliares de P encontradas por Carribeiro (2010) 1,4 – 1,9 g kg<sup>-1</sup> em trabalho com grama Esmeralda submetida à compactação.

Contudo, trabalhos da última década indicam que as concentrações de P foliar ideais para grama Esmeralda entre 2 – 6 g kg<sup>-1</sup> (GODOY et al., 2012), entre 5,0 - 7,4 g kg<sup>-1</sup> (DINALLI, 2014) e entre 4,0 – 8,8 g kg<sup>-1</sup> (GAZOLA, 2017), todas faixas superiores as encontradas no presente trabalho. Porém, não há indícios que maior disponibilidade de P induza a produção de tapetes aptos para colheita em menor tempo. Apesar disso, as baixas concentrações de P encontradas indicam uma provável deficiência deste macronutriente, que pode limitar o desenvolvimento do gramado devido às funções estruturais do P em biomoléculas de armazenamento e transferência de energia nas plantas. (JIMÉNEZ, 2008; GODOY et al., 2012).

Para os valores das concentrações de K foliar destacou-se G1 (5,8 g kg<sup>-1</sup>) que diferiu estatisticamente dos outros tratamentos, menos de G5. Apesar disso, todos os valores de K expostos na Tabela 6 foram muito inferiores comparados aos obtido por Santos, Castilho e Silva (2013) de 16 - 18 g kg<sup>-1</sup>; Santos e Castilho (2018) de 17 - 17,6 g kg<sup>-1</sup>; Carribeiro (2010) de 9 -18 g kg<sup>-1</sup> e Godoy e Villas Boas (2010) de 11 a 15 g kg<sup>-1</sup> que são considerados adequados para grama Esmeralda.

O K é o segundo macronutriente mais exigido pelas gramas, as baixas concentrações observadas nas glebas podem gerar aspectos negativos, pois esse nutriente indiretamente confere resistência às gramas, devido a agir na translocação

e armazenamento de carboidratos além da regulação osmótica da planta (GODOY et al., 2012; MEURER, 2009).

As concentrações de Ca foliar em G3 foram maiores que os demais, sem diferir apenas de G1, com valores de  $2,5 \text{ g kg}^{-1}$ . Apesar da diferença estatística entre os tratamentos, os valores obtidos de Ca se enquadram nos intervalos referidos por Godoy e Villas Boas (2010) em lâminas foliares de grama Esmeralda  $2 - 5 \text{ g kg}^{-1}$ .

Os valores de Ca obtidos (Tabela 6) se aproximaram à faixa encontrada por Santos e Castilho (2018a)  $2 - 2,3 \text{ g kg}^{-1}$  trabalhando com avaliação nutricional de grama Esmeralda cultivada em diferentes substratos. Ainda comparando os valores aos encontrados por Santos, Castilho e Silva (2013) de  $1,9 - 2,4 \text{ g kg}^{-1}$ , em avaliações dos teores de macronutrientes em grama Esmeralda, as glebas G1 e G3 ultrapassam o limite máximo recomendado pelos autores.

As concentrações de Mg em G1, G2, G3 e G5 não diferiram estaticamente entre si. Apesar disso, as concentrações de Mg encontradas nas glebas podem ter afetado os valores de ICV (Tabela 4), devido as moléculas de clorofila, que conferem cor verde as plantas, serem compostas por porfirinas magnesianas (TAIZ et al., 2017). Assim, a baixa coloração verde da grama pode estar relacionada à deficiência nutricional de N e também de Mg.

Para os valores de S nota-se diferença significativa entre as glebas, destacando-se G3 com maior valor  $2,25 \text{ g kg}^{-1}$ , porém este valor pode ser considerado baixo em relação aos encontrados por outros autores como Godoy e Villas Boas (2010) ( $4,1$  a  $5,0 \text{ g kg}^{-1}$ ) e Mills e Jones (1996) ( $3,2$  a  $3,7 \text{ g kg}^{-1}$ ). Sendo os dados de S (Tabela 6) mais próximos aos intervalos encontrados por Carribeiro (2010) ( $2,0$  a  $2,7 \text{ g kg}^{-1}$ ) e Santos, Castilho e Silva (2013) ( $1,46$  a  $2,58 \text{ g kg}^{-1}$ ).

Observa-se que independente dos anos de uso das glebas para produção de tapetes, o macronutriente mais acumulado nas folhas da grama Esmeralda foi o N, seguido por K, Ca, S, P e Mg diferindo da sequência de nutrientes obtida por Dinalli (2014), N, K, P, Ca, S e Mg, indicando provável deficiência de P disponível e reforçando a afirmação de Godoy et al. (2012) que o K é o segundo nutriente mais acumulado nas estruturas de parte aérea das gramas.

Na Tabela 7 são apresentados os teores de micronutrientes foliar dos diferentes tratamentos avaliados no experimento.

**Tabela 7 - Concentração de micronutrientes nas folhas dos tapetes de grama colhidos em glebas com diferentes anos de uso para produção. Itapetininga-SP (2020)**

Gleba	Micronutrientes nas folhas					
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	----- mg kg <sup>-1</sup> MS -----					
G1	10 a	9 a	3238 b	71 c	32 ab	
G2	9 ab	11 a	3423 ab	81 c	35 a	
G3	6 b	11 a	3552 a	109 a	29 b	
G4	X	X	X	X	X	
G5	11 a	11 a	3485 a	94 b	27 b	
DMS	3	2,9	236,9	11,4	5,7	
F	5,47**	2,21 <sup>ns</sup>	4,64**	28,8**	6**	
CV(%)	32,3	24,9	6,4	11,7	16,8	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, \*\*- significativo a 1% pelo teste F. "X" Não ocorreu formação de tapetes aptos para colheita, durante o período do experimento.

Houve diferença significativa entres os anos de uso das glebas nos dados de micronutrientes acumulados nas raízes (Tabela 7). Segundo Godoy et al. (2012), tratando-se de grama Esmeralda, o acúmulo de micronutrientes ocorre na seguinte sequencia Fe > Mn > Zn > B > Cu, padrão próximo dos dados obtidos no presente trabalho.

Os teores de Fe foram os maiores dentre os micronutrientes, chegando a quantidades superiores à alguns macronutrientes P, Ca, Mg e S (Tabela 6). Este comportamento pode estar relacionado devido às gramas terem sido cultivadas em Latossolos, solos que comumente tem maiores teores em óxido de Fe.

Sabe-se que os micronutrientes são essenciais para as culturas, entretanto apesar de sua essencialidade, em gramados são raros o aparecimento de sintomas de deficiência de micronutrientes (GODOY et al., 2012). Dessa forma, os teores de Fe podem ser considerados adequados, pois as quantidades disponíveis deste micronutriente foram suficientes para suprir as necessidades da grama Esmeralda, sem causar prejuízos aparentes. Os resultados obtidos com altos teores de Fe são tipicamente comuns em latossolos.

Outro fator que colabora para que a deficiência de micronutrientes não seja acentuado e prejudicial ao desenvolvimento das gramas, é a presença e fornecimento indireta de alguns nutrientes (principalmente micronutrientes) na composição de defensivos químicos aplicados durante o ciclo da cultura, para

controle de plantas daninhas, pragas e doenças (MATEUS; VILLAS BÔAS; GODOY, 2012).

Além disso, a adequada nutrição em Zn é importante para diversas funcionalidades metabólicas vegetais, como os mecanismos de defesa. Em situações de estresse o Zn age no sistema de defesa vegetal, contribuindo para tolerância e superação de estresses oxidativos (GODOY et al., 2012; CAKMAK, 2000).

Na Tabela 8 são apresentados as concentrações de macronutrientes nas raízes de grama Esmeralda das glebas.

**Tabela 8 - Concentração de macronutrientes nas raízes dos tapetes de grama colhidos em glebas com diferentes anos de uso para produção. Itapetininga-SP (2020)**

Gleba	Macronutrientes nas raízes											
	N		P		K		Ca		Mg		S	
	g kg <sup>-1</sup> MS											
G1	6	a	1	a	1	b	1,7	a	0,9	a	1,7	a
G2	4	b	0,9	ab	1	b	1,8	a	0,9	a	1,7	a
G3	6	a	1	a	3	a	2,1	a	0,8	a	1,5	a
G4	X		X		X		X		X		X	
G5	4	b	0,8	b	1	b	1,9	a	0,9	a	1,7	a
DMS	1,2		0,1		0,5		0,6		0,15		0,3	
F	7,2**		7,7**		64,2**		1,2 <sup>ns</sup>		2,63 <sup>ns</sup>		1,22 <sup>ns</sup>	
CV(%)	21,3		12		26,2		29,9		15,38		16,56	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, \*\*- significativo a 1% pelo teste F. "X" Não ocorreu formação de tapetes aptos para colheita, durante o período do experimento.

Observa-se que os teores de macronutrientes nas raízes diferiram estatisticamente entre as glebas, apenas os macronutrientes N, P e K (Tabela 8). Nota-se que os teores N em maior quantidade foram encontrados em G1 e G3, coincidentemente glebas mais jovens na produção de grama. Porém, os dados obtidos não permitem relacionar teor de N nas raízes das gramas, com o tempo de uso das glebas na produção de tapetes, devido a este comportamento ser variável, uma vez que G2 com 10 anos de uso e G5 com 20, obtiveram mesmo teor de N.

Os teores de N nas raízes presentes na Tabela 8, foram consideravelmente inferiores comparados aos encontrados por Lima (2009) citado por Godoy et al, (2012), estudando a influência da adubação nitrogenada na produção de tapetes, reforçando que a baixa quantidade de N disponibilizada durante o ciclo.

Tratando das concentrações de P nas raízes, G5 a gleba com maior tempo de uso apresentou menor valor ( $0,8 \text{ g kg}^{-1}$ ), e ambas as glebas G1 e G3 atingiram o mesmo valor máximo encontrado ( $1 \text{ g kg}^{-1}$ ). Este comportamento se repetiu nos teores de macronutrientes na folha (Tabela 6), ocasionando o mesmo padrão de teores de P por gleba.

Gramados bem nutridos em P respondem fisiologicamente com crescimento acelerado e maior quantidade de rizomas e estolões, característica que pode proporcionar maior resistência ao rompimento (Godoy et al., 2012).

Quanto às quantidades de K nas raízes, G3 gleba com 12 anos de uso, diferiu estatisticamente das demais, sendo a gleba com maior concentração de K nas raízes  $3 \text{ g kg}^{-1}$ . Entretanto, a discrepância do teor de K encontrado em G3 se encontra fora dos padrões, sendo o triplo dos teores encontrados em G1, G2 e G5. Sugere-se que discrepância possa ter ocorrido devido à maior deposição de adubo durante o manejo de adubação a lanço adotado nas glebas.

Na Tabela 9, são apresentados os teores de micronutrientes nas raízes encontrados nas glebas.

**Tabela 9 - Concentração de micronutrientes nas folhas dos tapetes colhidos em glebas com diferentes anos de uso para produção. Itapetininga-SP (2020)**

Gleba	Micronutrientes nas raízes									
	B		Cu		Fe		Mn		Zn	
	----- mg kg <sup>-1</sup> MS -----									
G1	7	a	12	b	3457	a	58	b	31	a
G2	8	a	12	b	3369	a	63	ab	31	a
G3	8	a	8	c	3263	ab	66	ab	22	b
G4	X		X		X		X		X	
G5	7	a	17	a	3058	b	72	a	29	a
DMS	3,9		3,3		247,68		10,7		4,6	
F	0,33 <sup>ns</sup>		66,76 <sup>**</sup>		6,88 <sup>**</sup>		4,48 <sup>**</sup>		13,29 <sup>**</sup>	
CV(%)	45		24		7		15		15	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, \*\*- significativo a 1% pelo teste F. "X" Não ocorreu formação de tapetes aptos para colheita, durante o período do experimento.

O nutriente em maior concentração na raiz foi o Fe, com valores máximos atingido por G1 ( $3457 \text{ mg kg}^{-1}$ ), porém não diferiu de forma significativa de G2 e G3, apenas de G5. A menor concentração foi encontrada em G5 ( $3058 \text{ mg kg}^{-1}$ ). A maior quantidade do elemento Fe esta relacionada às propriedades químicas predominantes dos solos das áreas de produção.



Diferente dos baixos resultados de acúmulo de Fe em G5, gleba com maior tempo de uso, para os micronutrientes Cu e Mn, esta gleba apresentou respectivamente os valores máximos obtidos na concentração desses elementos ( $17 \text{ mg kg}^{-1}$ ) e ( $72 \text{ mg kg}^{-1}$ ). De acordo com Mateus, Villas Bôas e Godoy (2012) em relação ao fornecimento indireto de micronutrientes, pode ter ocorrido que ao longo dos 20 anos de uso na produção de gramas, as práticas de adubações e o uso de defensivos possibilitaram a formação de uma reserva de micronutrientes nessa gleba, em que as quantidades mínimas disponíveis no solo supriram as exigências nutricionais da grama e não limitaram o desenvolvimento e formação de tapetes.

Dos resultados obtidos para o acúmulo de Zn (Tabela 9), G3 obteve acúmulo significativamente inferior aos demais ( $22 \text{ mg kg}^{-1}$ ) e os valor máximo atingido foi alcançado por G2 ( $31 \text{ mg kg}^{-1}$ ), porém não diferiu de forma estatística a G1 e G5, destacando que variabilidade no teor deste micronutriente não relacionada com o tempo de uso das glebas.

Os resultados expressos na Tabela 10 demonstram que houve diferença significativa a 5% entre as glebas para PCS, PSS e ST. Quanto ao efeito da passagem de rolo compactador no peso dos tapetes as glebas não diferiram estatisticamente para PCS, mas apresentaram diferença significativa a 5% para PSS e a 1% para ST. Já a relação entre os dois fatores, passagem de rolo e as glebas avaliadas, os resultados não foram significativos.

**Tabela 10 - Comparativo de peso dos tapetes colhidos com e sem a passagem de rolo compactador antes da colheita. Itapetininga-SP (2020)**

Gleba	Peso fresco do tapete com solo (PCS)		Peso fresco do tapete sem solo (PSS)		Porcentagem do peso do tapete devido ao solo (ST)	
	----- kg ----- % -----					
	Passagem de rolo compactador antes da colheita					
	Sem rolo	Com rolo	Sem rolo	Com rolo	Sem rolo	Com rolo
G1	3,08 bA	3,46 aA	2,35 bB	2,87 aA	24 cA	17 cA
G2	4,00 aA	4,17 aA	2,38 bA	2,74 aA	40 bA	34 bA
G3	4,24 aA	4,20 aA	1,15 cA	1,30 bA	73 aA	68 aA
G4	X	X	X	X	X	X
G5	4,20 aA	3,81 aA	3,10 aA	3,12 aA	25 cA	17 cA
DMS <sub>coluna</sub>	0,8		0,56		12	
DMS <sub>linha</sub>	0,6		0,42		9,6	
F <sub>área</sub>	7,92**		57,80**		96,50**	
F <sub>rolo</sub>	0,04 <sup>ns</sup>		6,21*		7,54**	
F <sub>área x rolo</sub>	1,18 <sup>ns</sup>		1,14 <sup>ns</sup>		0,12 <sup>ns</sup>	
CV(%)	13,38		15,43		22	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, \*\*- significativo a 1% pelo teste F. "X" Não ocorreu formação de tapetes aptos para colheita, durante o período do experimento.

Para os resultados de PCS destacaram-se G2 (4,00 kg), G3 (4,24 kg) e G5 (4,20 kg), que obtiveram maior peso independente da presença ou não da passagem de rolo compactador, apesar da oscilação numérica os valores não diferiram de forma estatística entre si.

Porém, considera-se que a resistência dos tapetes é fornecida pela combinação das estruturas vegetativas da grama e a camada de solo aderida a essas estruturas no momento em que o tapete é colhido. Assim, são expostas na Tabela 11, as massas de solo removidas pelos tapetes colhidos nas glebas.

**Tabela 11 - Massa de solo removida pelos tapetes colhidos com e sem a passagem de rolo compactador antes da colheita. Itapetininga-SP (2020)**

Glebas	Massa de solo dos tapetes (Kg/tapete)		"X" Não ocor reu form açã o de tape tes apto s
	Sem rolo	Com rolo	
G1	0,73	0,59	
G2	1,62	0,43	
G3	3,09	2,9	
G4	X	X	
G5	1,1	0,69	

para colheita, durante o período do experimento.

Observando a tabela acima nota-se uma variação muito grande na quantidade de solo extraída por tapete, tendo o valor mínimo de 0,59 kg e máximo de 3,09. Estes resultados demonstram a desuniformidade das características dos tapetes colhidos, sendo esta influenciada pelas varias características já discutidas, ou seja, compactação e umidade.

Ainda na Tabela 10 os valores de PSS, correspondem ao peso do tapete composto apenas pelas estruturas vegetativas da grama (raízes, rizomas, estolões e folhas). Nota-se que a colheita dos tapetes com e sem passagem de rolo antes da colheita, apenas G1 apresentou diferença estatística na utilização deste implemento.

Os maiores valores de PSS foram alcançados pela gleba G5, sendo 3,10 kg sem passagem de rolo e 3,12 kg com passagem de rolo, conseqüentemente, G5 foi o local onde a grama desenvolveu maior volume de estruturas vegetativas. Tal comportamento pode ter ocorrido devido as condições químicas do solo que permitiu a grama absorver maior conteúdo de nutrientes observados pelos maiores acúmulos de macronutrientes nas folhas (Tabela 7), macronutrientes nas raízes (Tabela 8) e micronutrientes nas raízes (Tabela 9). Além disso, deve-se considerar que os teores de Ca e Mg no solo foram os mais elevados, gerando uma soma de bases e um V% maior. O Ca, principalmente é responsável pela formação de tecidos novos a tanto radicular como na parte aérea.

Quanto ST a gleba G3 foi a única que atingiu valores superiores a 50% de solo no tapete (sendo 72,83% sem passagem de rolo e 68,33% com passagem de rolo), sendo também a gleba que obteve as maiores porcentagens de umidade média no solo (30%). Este fato apesar de conferir uma maior resistência ao tapete é prejudicial a longo prazo para gramicultura, uma vez que quanto maior for

quantidade de solo retirada a camada superior do perfil, mais reservas nutricionais são exportadas do solo, exigindo uma reposição via adubação para crescimento e desenvolvimento das plantas no ciclo posterior, encarecendo os custos de produção.

A diferença de volume de solo removida em G3 foi alta comparada às glebas G1 e G2, essa característica tende a tornar os tapetes colhidos a ser mais pesados, aspecto indesejável, pois além de encarecer os custos de transporte devido ao peso da carga nos caminhões, limita a quantidade de m<sup>2</sup> transportada por caminhão.

Quanto aos dados de umidade média do solo, os resultados obtidos evidenciaram uma diferença numérica na umidade dos solos no momento da colheita (Tabela 12). Os menores valores de umidade foram encontrados em G1, fator que poder ter influenciado os tapetes colhidos nessa gleba obterem os menores valores de ST (Tabela 10), devido a pouca umidade não favorecer o adensamento do solo nos tapetes.

**Tabela 12 - Porcentagem de umidade no solo na profundidade de 0,0 – 0,10m no momento da colheita de tapetes**

Gleba	Umidade média do solo no momento da colheita ----- % -----	
	Passagem de rolo compactador antes da colheita	
	Sem rolo	Com rolo
G1	15,6	14,7
G2	25,8	26,6
G3	30	30
G4	X	X
G5	23,9	20,7

“X” Não ocorreu formação de tapetes aptos para colheita, durante o período do experimento.

A umidade média do solo máxima foi encontrada em G3 (30%), valor semelhante ao encontrado por Carribeiro (2014), que obteve valor máximo de 32%. Porém no presente trabalho, a alta umidade média refletiu de forma negativa no momento da colheita, proporcionando a colheita de tapetes com maior peso (Tabela 10).

Possivelmente, a variação da umidade do solo, ocorreu devido a lamina de água aplicada possa ter ocorrido de maneira desuniforme nas glebas, devido a mesma ser disponibilizada por meio de caminhão pipa cuja precisão pode não ideal. Outro fato é a diferença de tempo entre o momento da aplicação de água e a leitura da umidade

do solo, que pode ter proporcionado maiores perdas de umidade pela evapotranspiração em determinadas glebas.

Outro aspecto observado foi que a faixa de umidade média entre 20 - 24% refletiu positivamente na qualidade dos tapetes, que aliada com outros fatores favoreceu no aumento da resistência dos tapetes ao rompimento, característica de interesse para a comercialização dos tapetes.

Os resultados de G3 na Tabela 12 indicam que a alta umidade favoreceu o aumento de RTR (53,3 kgf) (Tabela 13). Porém, visto que o outro resultado obtido por G3 (22, kgf) foi inferior, supõem-se que a alta umidade no momento da colheita não garante um aumento na resistência ao manuseio dos tapetes. Além disso, esta umidade média colabora para adensamento e exportação do solo e nutrientes da área e eleva o peso dos tapetes limitando o número de tapetes transportado por caminhões.

**Tabela 13 - Resistência dos tapetes ao rompimento com e sem a passagem de rolo compactador antes da colheita. Itapetininga-SP (2020)**

Gleba	Resistência do tapete ao rompimento (RTR) ----- kgf -----	
	Passagem de rolo compactador antes da colheita	
	Sem rolo	Com rolo
G1	13 bA	17,2 bA
G2	21,7 bA	23,5 bA
G3	53,3 aA	22,4 bB
G4	0 bA	0 bA
G5	65,8 aA	58,7 aA
DMS <small>coluna</small>	30,2	
DMS <small>linha</small>	21,02	
F <small>área</small>	22,146**	
F <small>rolo</small>	2,027 <sup>ns</sup>	
F <small>área x rolo</small>	2,023 <sup>ns</sup>	
CV(%)	44,79	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, \*\*- significativo a 1% pelo teste F. "X" Não ocorreu formação de tapetes aptos para colheita, durante o período do experimento.

Os resultados de resistência dos tapetes ao rompimento (RTR) (Tabela 13), indicam que a utilização ou não do rolo compactador antes da colheita não interferiu no desempenho dos tapetes de forma significativa entre as glebas de estudo. A relação do uso do rolo compactador e áreas de estudo também não diferiram

significativamente. Entretanto, o desempenho dos tapetes colhidos em glebas com diferentes anos de uso foi significativamente diferente.

A gleba com menor tempo de uso na produção G1 (8 anos), atingiu o valor mínimo de resistência encontrado (13 kgf), sendo o pior desempenho de RTR quando comparada as demais.

Os tapetes com maior resistência ao rompimento foram provenientes da gleba com maior tempo de uso na produção de grama G5 (20 anos), sendo respectivamente 65,8 kgf e 58,7 kgf de RTR. Estes valores foram superiores aos encontrados por Backes et al, (2017), avaliando efeito residual de lodo de esgoto e manejos do solo em produção de grama Esmeralda, com RTR máxima de 14,89 kgf obtida com a dose estimada de 29,13 mg ha<sup>-1</sup>.

Outros autores alcançaram maiores resistências como Lima (2009), trabalhando com doses de N em áreas de produção, constatou RTR de 36 kgf e Backes et al, (2013) utilizando doses de lodo na produção de tapetes de grama Esmeralda Imperial obteve RTR de 34,4 kgf. Entretanto ambos foram inferiores aos encontrados em G5 na Tabela 12.

Dessa forma, sugere-se que apesar de G5 ser a gleba explorada por maior número de anos, o manejo de adubação e a condição nutricional do solo no início e durante o ciclo produtivo são fundamentais para produção de tapetes de qualidade. Essas características favoreceram o desenvolvimento das estruturas vegetativas (rizomas, estolões e raízes) que juntamente com a aplicação de lamina de água que permita que a umidade média do solo se encontre entre 20-24% no momento da colheita, são fatores primordiais para proporcionarem maior resistência ao tapete que será manuseado após a colheita (CHISTIANS, 2016).

As glebas com mais anos de uso possivelmente possibilitaram maior desenvolvimento das estruturas vegetativas no solo, conferindo aos tapetes formados maior resistência ao rompimento.

## **5 CONCLUSÃO**

Maior tempo de produção proporcionou tapetes mais resistentes.

O uso ou não do rolo compactador na colheita dos tapetes não interferiu na resistência dos mesmos.





## REFERÊNCIAS

- ALFAIA, S. S.; AYRES, M. I. D. C.; PUENTE, R. J. A.; NETO, J. G.F.; UGUEN, K. **Princípios agroecológicos para o manejo ecológico do solo e a saúde das áreas produtivas: cartilha para produtores rurais**. Manaus:Editora Inpa. 2018. XXp.
- ALI HARIVANDI, M. **Turfgrass traffic and compaction: problems and solutions**. Berkeley. University of Califórnia, Agriculture and Natural Resources, 2002. p.6. Disponível em: <<http://ucanr.org/freepubs/docs/8080.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2020.
- AMARAL, K. F. S.; ROSA, H. A.; GIESE, V.; MONTIEL, C. B.; BRONDANI, S. T.; SECCO, D. Propriedades físico-hídricas de um latossolo argiloso após compactação induzida mecanicamente. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering** v. 11, n.3, p.308-316, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18011/bioeng2017v11n3p308-316>
- ANDOGNINI, J.; ALBUQUERQUE, J. A.; WARMLING, M. I.; TELES, J. S.; SILVA, G. B. D. Soil compaction effect on black oat yield in Santa Catarina, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.44, p 1-16, 2020. DOI: [10.36783/18069657rbcs20190157](https://doi.org/10.36783/18069657rbcs20190157)
- ANDRADE, P. F. S. **Análise da conjuntura agropecuária**. Safra 2015/2016: Estado do Paraná. Secretaria da agricultura e do abastecimento. Departamento de Economia Rural. 2016. Disponível em: <[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2016/flores\\_2015\\_16.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2016/flores_2015_16.pdf)>. Acesso em: 08 ago. 2020.
- ANTONIOLLI, D. Produção, regularização e conquistas do mercado de gramas cultivadas no Brasil. In: MATEUS, C. M. D.; VILLAS BÔAS, R. L.; ANDRADE, T. F.; OLIVEIRA, M. R.; BACKES, C.; SANTOS, A. J. M.; GODOY, L. J. G. (Org.) **Tópicos atuais em gramados IV. Botucatu**: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, FEPAF/UNESP/FCA, 2015. p.9-22.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL GRAMA LEGAL. **Manual para aquisição, instalação e manutenção de gramas. Especial Rodovias e Áreas de Segurança**. 2014. Disponível em: <<https://gramalegal.com/consumidor-qual-melhor-forma-implementar-gramados>> Acesso em: 25 set. 2020.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL GRAMA LEGAL. **Plantio de grama em tapetes, rolos e placas**. 2020a. Disponível em: <<https://gramalegal.com/grama-tapetes-rolos>> Acesso em: 17 out. 2020.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL GRAMA LEGAL. **Variedades de gramas**. 2020b. Disponível em: <<https://gramalegal.com/grama-variedades>> Acesso em: 20 set. 2020.
- BACKES, C. **Aplicação e efeito residual do lodo de esgoto em sistemas de produção de tapetes de grama Esmeralda**. 2008. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Agronomia, Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas,

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu. 2008. Disponível em: < <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/103250>> Acesso em: 15 ago. 2020.

BACKES, C.; BÜLL, L. T.; GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L.; LIMA, C. P. D.; PIRES, E. C. Uso de lodo de esgoto na produção de tapetes de grama esmeralda. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1045-1050, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000400014>

BACKES, C.; LIMA, C. P.; VILLAS BOAS, R. L.; FERNANDES, D. M. Resultados de pesquisas sobre a produção de grama: resistência e espessura de corte de tapetes. In: GODOY, L. J. G.; MATEUS, C. M. D.; BACKES, C.; VILLAS BOAS, R. L. (org.) **Tópicos Atuais em Gramados II**. Botucatu: FEPAF, 2010. p.82-91.

BACKES, C.; SANTOS, A. J. M.; GODOY, L. J. G. D.; VILLAS BÔAS, R. L.; OLIVEIRA, M. R. D.; OLIVEIRA, F. C. D. (2013). Doses de lodo de esgoto compostado em produção de tapete de grama esmeralda imperial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, n.5, p.1402-1414. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000500029>

BACKES, C.; SANTOS, A. J. M.; GODOY, L. J. G.; VILLAS BOAS, R.; BESSA, S. V. Efeito residual do lodo de esgoto e de manejos mecanizados na produção de tapetes e na extração de nutrientes pela grama Esmeralda. **Espacios**, v.38, n.14, p.03, 2017.

BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R. L.; LIMA, C. P. D.; GODOY, L. J. G.; BÜLL, L. T.; SANTOS, A. J. M. (2010). Estado nutricional em nitrogênio da grama Esmeralda avaliado por meio do teor foliar, clorofilômetro e imagem digital, em área adubada com lodo de esgoto. **Bragantia**, v.69, n.3, p.661-668, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052010000300018>

BEARD, J.B. **Turfgrass Science and culture**. Prentice Hall, Engle-wood Cliff s, N. J. 1973.

BIBBY, F. F.; TURTTLE, D. M. Notes on phytophagos and predatory mites of Arizona. **Journal of Economic Entomology**. v. 52, n. 2, p. 186-190, 1959. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/52.2.186>

BRANDY, N. C.; WEIL, R. R. **Natureza e propriedade dos solos**. 7<sup>o</sup> edição, Rio de Janeiro, 898 p., 1999.

CAMPOS, M. C.; AQUINO, R. E.; DE OLIVEIRA, I. A.; BERGAMIM, A. C. (2013). Variabilidade espacial da resistência mecânica do solo à penetração e umidade do solo em área cultivada com cana-de-açúcar na região de Humaitá, Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 2, p. 305-310, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v8i2a2091>

CANARACHE, A. P. – A generalized semi-empirical model estimating soil resistance to penetration. **Soil and Tillage Research**, v.16, p.51-70, 1990. DOI: [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(90\)90021-5](https://doi.org/10.1016/0167-1987(90)90021-5)

CAKMAK, I. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. **New Phytologist**, v. 146, p. 185-205, 2000.

CARRIBEIRO, L. S. **Potencial de água no solo e níveis de compactação para o cultivo de grama Esmeralda**. 2010. Dissertação de Mestrado. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu. 2010. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/93790>> Acesso em: 18 set. 2020.

CARRIBEIRO, L. S.; **Compactação e lâminas de água do solo para a colheita de tapetes de grama**. 2014. Tese (Doutorado em Agronomia – Irrigação e Drenagem). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. Disponível em: <<http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq1131.pdf>> Acesso em: 15 out. 2020.

CARRIBEIRO, L. S.; NASCIMENTO, M. V. L.; SANTOS, P. L. F. **Importância do acompanhamento técnico da produção de grama para obtenção de altas produtividades**. In: Associação Nacional Grama Legal. 2020. Disponível em: <<https://gramalegal.com/importancia-acompanhamento-tecnico-producao-grama>> Acesso em: 15 out. 2020.

CARROW, R. N.; WADDINGTON, D. V.; RIEKE, P. E. **Turfgrass soil fertility & chemical problems: Assessment and management**. John Wiley & Sons, 2002. 412p.

CHRISTIANS, N. E.; PATTON, A. J.; LAW, Q. D. **Fundamentals of turfgrass management**, 5ed. New York: John Wiley & Sons, 2016. 480p.

DINALLI, R. P. **Adubação nitrogenada e aplicação de herbicidas como reguladores de crescimento em grama esmeralda**. 2014. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/110297/000794076.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 15 out. 2020.

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. Aplicação de herbicidas como reguladores de crescimento de capim-Esmeralda *Zoysia* fertilizado com nitrogênio. Semina: **Ciências Agrárias**, v. 36, p. 1875-189, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3Supl1p1875>

DUBLE, R. **Turfgrass rootzones**. Disponível em: <<http://turfdiag.com/turfgrassrootzones.htm>>. Acesso em: 12 dez. 2020.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2013.

FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. DOI: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>

GAZOLA, Raíssa Pereira Dinalli. Adubação nitrogenada e doses do herbicida glyphosate como regulador de crescimento em grama esmeralda. 2017. Tese (Doutorado em Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2017. Disponível em: < <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/150612> > Acesso em: 15 out. 2020.

GAZOLA, R. P. D.; BUZETTI, S.; GAZOLA, R. D. N.; CASTILHO, R. M. M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; CELESTRINO, T. D. S.; DUPAS, E. Nitrogen dose and type of herbicide used for growth regulation on the green coloration intensity of Emerald grass. **Ciência Rural**, v.46, n.6, p.984-990, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20150276>

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: 12 out. 2020.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Tecnologias para auxiliar o manejo da adubação na produção de gramas. In: GODOY, L. J.; MATEUS, C. M. D.; BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R. L. **Tópicos atuais em Botucatu:FEPAF 2010**. p. 92-102

GODOY, L. J. G. **Adubação nitrogenada para produção de tapetes de grama santo agostinho e Esmeralda**. 2005. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Agronomia, Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu. 2005. Disponível em: < <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/99973> > Acesso em: 15 out. 2020.

GODOY, L. J. G. 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>

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

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

JIMÉNEZ, R. J. M. **Céspedes ornamentales y deportivos**. Sevilla: Ed. Junta de Andalucía, 2008. 527p.

KUMAR, V.; JAIN, M.; RANI, V.; KUMAR, A.; KUMAR, S. A Review of Soil Compaction-Concerns, Causes and Alleviation. **International Journal of Plant and Soil Science**, v.22, p.1-9, 2018. .DOI: <https://doi.org/10.9734/IJPSS/2018/40351>

LANÇAS, K. P. Diagnóstico e controle localizado da compactação do solo. IN: Congresso Internacional Do Agronegócio Do Algodão/Seminário Estadual Da Cultura Do Algodão, 5. 2000. Cuiabá, **Anais...** Cuiabá: Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso, 2000. p.25-32.

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.; FERNANDES, D.M.; SANTOS, A.J.M.; GODOY, L.J.G.; VILLAS BÔAS, R.L. V. Uso de índices de reflectância das folhas para avaliar o nível de nitrogênio em grama-bermuda. **Ciência Rural**, v.42, n.9, 2012. DOI:

LIMA, C. P.; BACKES, C.; SANTOS, A. J. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; FERNANDES, D. M.; GODOY, L. J. G.; OLIVEIRA, M. R. D. Sod production and the effects of liquid organo-mineral fertilizers and thickness of sod. **Scientia Agricola**, v.75, n.4, p.346-353, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2016-0320>

LIMA, R. P.; LEON, M. J.; GONZAGA, B. A. B.; SANTOS, R. F. Resistência a penetração e densidade do solo como indicativos de compactação do solo em área de cultivo da cana-de-açúcar. In.: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 32., 2009, Fortaleza - CE. **Anais...** Fortaleza: CBCS, 2009.

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

MARQUES, R. H.; SILVA, T. B. G.; NASCIMENTO, T. S.; ANDRADE, T. F.; VILLAS BÔAS, R. L. Viabilidade de implantação de grama Esmeralda em rodovias. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, SIGRA, 7, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP/FCA, 2015. PENDRIVE.

MATEUS, C. D. M. D.; VILLAS BÔAS, R. L.; GODOY, L. J. G. Repensando a adubação para *greens* de campo de golfe. In: BACKES, C.; GODOY, L. J. G.; MATEUS, C. M. D.; SANTOS, A. J. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; OLIVEIRA, M. R. (Org.) **Tópicos atuais em gramados III**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, FEPAF/UNESP/FCA, 2012. p.148-163

MEURER, E. J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. (editor). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: SBCS/UFV, 2009. p.281-298.

MILLS, H. A.; JONES, J. B. **Plant analysis handbook II: a practical sampling, prep-aration, analysis and interpretation guide**. Athens: MicroMacro, 1996. 456 p.

MOTA, F. D.; VILLAS BÔAS, R. L.; MATEUS, C. D. M. D.; SILVA, T. B. G. D. Sewage sludge compost in zoysia grass sod production. **Revista Ambiente & Água**, v.14, n.1, 2019. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2301>

OLIVEIRA, N. B.; OLIVEIRA, J. F. V.; SANTOS, P. L. F.; GAZOLA, R. P. D.; CASTILHO, R. M. M. Avaliação do estado nutricional de três gramados ornamentais

em Ilha Solteira–SP: um estudo de caso. **Revista LABVERDE**, v.9, n.1, p.96-119, 2018. DOI: <https://dx.doi.org/10.11606/%20issn.2179-2275.v9i1p96-119>

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. 6 ed. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 420p. 2011.

REINERT, D. J.; ALBUQUERQUE, J. A.; REICHERT, J. M.; CELSO AITA, C.; ANDRADA, M. M. C. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em argissolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.32, p.1805-1816, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000500002>

RODRIGUES, C. K.; LOPES, E. S.; MÜLLER, M. M. L.; GENÚ, A. M. Variabilidade espacial da compactação de um solo submetido ao tráfego de harvester e forwarder. **Revista Scientia Forestalis**, v.43,n.106, p.387-394. 2015. DOI: <https://doi.org/0.18671/scifor.v48n126.21>

ROSA, H. A.; FILHO, P. R.; SANTOS, A. C. S.; PINTO, J. S.; LAVRATTI, M. B. Efeito de níveis de compactação induzida com trator nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho. **Revista Técnico-Científica**, ed. Especial Fotovoltaica, n. 17, 11f. 2019.

SANTOS A. J. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; BACKES, C.; GODOY, L. J. V.; BARDIVIESSO, D. M. Mobilização do solo, velocidade de infiltração de água e taxa de cobertura do solo na grama Esmeralda, sob manejos mecanizados. **Energia na Agricultura**, v.29, n.3, p.197-204, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.17224/EnergAgric.2014v29n3p197-204>

SANTOS, A. J. M. **Características físicas do solo e produção de tapetes de grama Esmeralda em função de manejos mecanizados**. 2012. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Agronomia, Energia na Agricultura) Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho, Botucatu. 2012. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/101681>> Acesso em: 21 out. 2020.

SANTOS, P. L. F.; CASTILHO, R. M. M. Avaliação nutricional de folhas de grama esmeralda, cultivada em diferentes substratos. In: MAGNONI JUNIOR, L. ; SILVA JUNIOR, E. C.; TONDATO, C.; COLOMBO, A. S.; SILVA, A. P.; TONIN, G. A.; BRANCO JUNIOR, G. A.; MAGNONI, M. G. N.; FIGUEIREDO, W. S. (Org). **Mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil**. São Paulo: Centro Paulo Souza, 2018a. p.80-89.

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.; SILVA, D. B. F. Teores de macronutrientes em grama esmeralda cultivada em diferentes substratos após adubação química. In: VII Encontro de Ciências da Vida - ENCIVI, 2013, Ilha Solteira, SP. **anais...** 2013. 4p.

SANTOS, P. L. F.; CASTILHO, R. M. M. Caracterização físico-química de diferentes substratos e sua influência no desenvolvimento da grama Esmeralda. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.10, n.6, p.1-5, 2016.

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, 2018b. DOI: <https://doi.org/10.14295/oh.v24i2.1155>

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, n.3, p.381-389, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2447-536x.v26i3.2216>

SISTEMA DE MONITORAMENTO AGROMETEOROLÓGICO – AGRITEMPO.

Dados meteorológicos município de Itapetininga -SP. Disponível em:

<<https://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/PesquisaClima/index.jsp?siglaUF=SP>>  
Acesso em: 25 set. 2020.

SOUZA, F. R.; BERGAMIN, A. C.; VENTUROSO, L. R.; VIEIRA, M.; PELLIN, D. M. P. C.; MONTANARI, R. (2013). Estrutura anatômica de raízes de cana-de-açúcar cultivada em solo compactado. **Agrarian**, v. 6, n. 22, p. 423-428, 2013.

SOUZA, F. H. D.; GUSMÃO, M. R.; MATTA, F. D. P.; CASTRO, A. C. R.; MITTELMANN, A.; FÁVERO, A. P.; JANK, L. Atributos desejáveis para gramados a serem cultivados sob condições brasileiras: uma proposta. **Ornamental Horticulture**, v.22, n.2, p.154-165, 2016. DOI: <https://doi.org/10.14295/oh.v22i2.841>

STONE, L. F.; GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, J. A. A. Compactação do solo na cultura do feijoeiro: I. Nas propriedades físico-hídricas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, p.213-218, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662002000200004>

STRECK, C. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; KAISER, D. R. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. **Ciência Rural**. vol.34, n. 3, p.755-760, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000300016>

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

TORRES, E.; SARAIVA, O. F. **Camadas de impedimento do solo em sistemas agrícolas com a soja**. Londrina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999. 58p. (Circular Técnica, 23).

VILLAR, M. L. P. **Manual de interpretação de análise de plantas e solos e recomendação de adubação**. Cuiaba: EMPAER-MT, 2007. 182p.

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

ZANON, M. E. O mercado de gramas no Brasil, cadeia produtiva, situação e perspectiva. In: VILLAS BÔAS, R.L.; GODOY, L.J.G. (org.). **I SIGRA - Simpósio sobre Gramados: Produção, implantação e manutenção**. Botucatu:GEMFER, 2003. p. 1-12.

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

ZANON, M. E. **Desenvolvimento de grama Esmeralda, grama bermudas ‘Tifway 419’ e ‘Celebration’ submetidas a aplicação de reguladores de crescimento**. 2015. Tese (Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015. Disponível em:<<http://hdl.handle.net/11449/136722>>. Acesso em: 21 set. 2020.