



## EQUIPAMENTO PORTÁTIL PARA MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DE TAPETES DE GRAMA

Alessandro José Marques Santos<sup>1</sup>, Roberto Lyra Villas Boas<sup>2</sup>, Clarice Backes<sup>3</sup>, Leandro José Grava Godoy<sup>4</sup> & Claudinei Paulo de Lima<sup>5</sup>

**RESUMO:** Com a crescente demanda para produção e comercialização de gramas em tapetes, critérios de qualidade devem ser estabelecidos. Um atributo que pode ser determinante da qualidade dos tapetes e do rendimento (número de tapetes por área) é a resistência mecânica ao manuseio na colheita e transporte. Objetivou-se com este trabalho relatar a construção de equipamento para medição de resistência de tapetes de grama, dando ênfase ao seu funcionamento e eficiência como ferramenta útil na determinação deste atributo. O equipamento é constituído de estrutura rígida com acessórios que fixam o tapete e imprimem tração no sistema, registrando-se a força exercida em dinamômetro de carga. Para a realização do ensaio foram colhidos tapetes de grama em área experimental numa propriedade, em Capela do Alto, SP, em que os tratamentos foram constituídos por dois tipos de adubação (NPK: 300 kg ha<sup>-1</sup> + kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 200 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O e somente N: 300 kg ha<sup>-1</sup>) e três espessuras de corte do tapete (9, 16 e 22 mm). O equipamento foi eficiente na determinação da resistência à tração dos tapetes de grama esmeralda e foi capaz de diferenciar as condições como adubação e espessuras de tapete, de modo prático, no campo e de forma rápida.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gramado, Cisalhamento, Colheita, Qualidade.

### PORTABLE EQUIPMENT FOR TENSILE STRENGTH OF SOD

**ABSTRACT:** With the increasing demand for sod production and marketing, quality indexes should be established. An attribute that can be determinant to the sod quality and yield (number of sods by area) is the tensile strength in handling, harvest and transport. The aim of this work was to report the construction of an equipment to determine sods tensile strength, emphasizing its functioning and efficiency as a useful tool. The equipment consists of a rigid structure with accessories that secure the sod and print traction system, recording the force exerted on the dynamometer load. For the test sods were collected from the experimental area at a farm in Capela do Alto, São Paulo State, Brazil. The treatment had two types of fertilization (NPK: 300 kg ha<sup>-1</sup> N + 80 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 200 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O and only N: 300 kg ha<sup>-1</sup> N) and three thicknesses cutting sod (9, 16 and 22 mm). The equipment was efficient in determining the tensile strength of zoysia grass sod and was able to differentiate conditions such as fertilization and thicknesses, in a practical and quickly way, in the field.

**KEYWORDS:** Turfgrass, Shear. Harvest, Quality.

## 1 INTRODUÇÃO

A presença dos gramados seja ornamental ou esportivo trazem efeitos benéficos ao homem e ao ambiente, possibilitando a melhoria da qualidade do ar, com alto potencial de sequestro de CO<sub>2</sub> atmosférico, sendo também eficiente na proteção do solo contra a erosão. No entanto, para que os gramados desempenhem este papel é necessário que estes sejam adequadamente implantados.

A utilização de tapetes de grama é um dos mais importantes métodos no mundo para estabelecer e reparar gramados, especialmente em campos esportivos (GOLESTANI et al., 2014).

A produção de tapetes de grama no Brasil ocorre desde a região Sul até a região Norte, com aproximadamente 16.790 hectares cultivados (ZANON; PIRES, 2010). Dentro deste universo, pode-se encontrar uma variação muito grande da qualidade dos tapetes, entre os produtores e em um mesmo produtor durante todo o ano.

Um dos grandes desafios para a gramicultura no Brasil é introduzir a padronização ou pelo menos difundir o que seria um produto de qualidade, o que pode contribuir para valorização no mercado dos tapetes de grama e conseqüentemente maior remuneração aos produtores que se adequarem a essas normas.

Um atributo que vem sendo estudado e pode ser determinante na qualidade dos tapetes é a resistência ao manuseio (BACKES et al., 2009; LIMA et al., 2010).

Para a produção de tapetes inteiros, o crescimento de raízes e de rizomas torna-se mais importante que o crescimento da parte aérea, pois terá maior influência na

<sup>1</sup> <sup>3</sup> Universidade Estadual de Goiás. E-mails: [alessandro.santos@ueg.br](mailto:alessandro.santos@ueg.br), [clarice.backes@ueg.br](mailto:clarice.backes@ueg.br)

<sup>2</sup> Unesp FCA Botucatu. E-mail: [rlvboas@fca.unesp.br](mailto:rlvboas@fca.unesp.br)

<sup>4</sup> Unesp Registro. E-mail: [legodoy@registro.unesp.br](mailto:legodoy@registro.unesp.br)

<sup>5</sup> FIO - Faculdade Integradas de Ourinhos. E-mail: [neiagro@yahoo.com.br](mailto:neiagro@yahoo.com.br)

resistência do tapete, permitindo melhor manuseio após colheita, aumentando o rendimento da área **CHRISTIANS** (2011).

Alguns fatores na produção de tapetes de grama podem aumentar a resistência à tração, como o uso de lodo de esgoto compostado na adubação (**BACKES et al.**, 2013) ou reduzir a resistência, como o uso de alguns herbicidas (**BROSNAN et al.**, 2014).

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 pressão na camada superficial e promover maior adesão do solo às raízes e rizomas, demonstrando seu aspecto positivo para a formação e o corte de tapete mais íntegro (**SANTOS et al.**, 2014).

A determinação da força necessária para o rompimento do tapete é importante porque este sofre manuseio na colheita, transporte e transplante, podendo se romper, dificultando as operações. O tapete rompido é descartado e reduz o rendimento da área. Além disso, o rompimento do tapete leva a perda de solo, expondo raízes e rizomas e dificultando o pegamento, podendo ocasionar falhas no gramado.

Um teste de cisalhamento pode permitir a avaliação da resistência de uma amostra de solo e conseqüentemente, o seu ângulo de atrito interno e coesão, parâmetros importantes em modelos matemáticos para previsão de estresse causada por ferramentas de lavoura.

A indisponibilidade de equipamentos que atendam às necessidades da pesquisa científica ou como parâmetro para padronização ou mesmo o uso no monitoramento da colheita de tapetes estimulam o estudo e o desenvolvimento de equipamentos específicos.

Objetivou-se com o presente trabalho relatar a construção de equipamento para avaliação de resistência de tapetes de grama à tração, simulando a resistência ao manuseio, dando ênfase ao seu funcionamento e eficiência como ferramenta útil na determinação desta característica.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A realização desta pesquisa se deu em três etapas: projeto, desenvolvimento do protótipo e avaliação, por meio da realização de ensaios de resistência dos tapetes de grama à tração. A resistência à tração simula a força exercida pelo funcionário que irá carregar o tapete até o caminhão para o transporte na hora da venda ou no momento de descarregar ou até na hora do plantio.

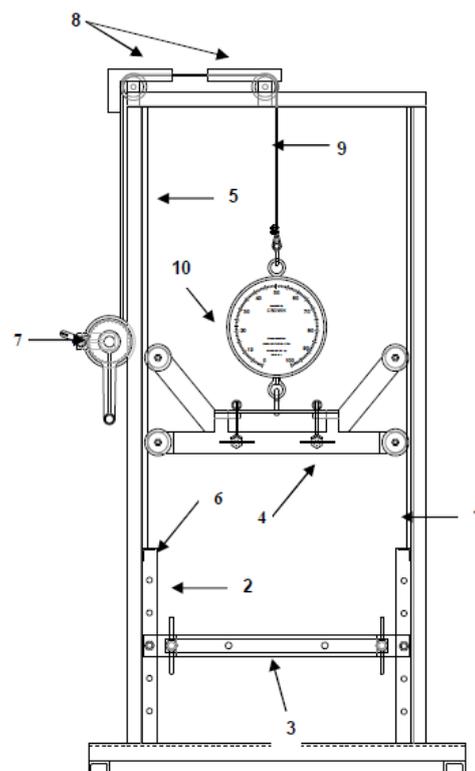
### 2.1 PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO EQUIPAMENTO

O equipamento foi projetado e desenvolvido no Núcleo de Estudos de Máquinas e Pneus Agrícolas (NEMPA) da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Botucatu, SP.

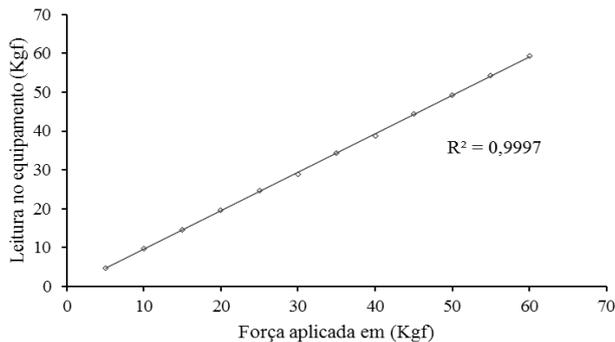
A concepção e desenvolvimento do projeto foram divididos em três fases: (1) fase informacional - verificando bases teóricas e as dificuldades encontradas no funcionamento do mecanismo utilizado por **Backes et al.** (2009); (2) fase preliminar - foram definidos mecanismos e suas funções específicas, os custos, e os materiais a serem adquiridos; (3) fase construtiva - construção dos constituintes estruturais, montagem, testes preliminares e calibração.

O equipamento foi constituído por: (1) estrutura principal, constituída por uma base robusta, colunas laterais e fechamento superior; (2) conjunto regulador fixador, compostos por chapas laterais perfuradas; (3) conjunto semifixo, cumpre a função de fixação da extremidade inferior do tapete de grama; (4) conjunto fixador deslizante, composto de chapas rígidas de apoio e encaixe da extremidade superior do tapete, com pressionamento regulável e deslocamento vertical auxiliado por um conjunto de quatro rolamentos nas extremidades; (5) corrediças laterais; (6) batente; (7) manivela de acionamento, aciona o deslocamento do conjunto deslizante conferindo tração ao sistema; (8) protetores de segurança; (9) cabo de aço tensor e (10) dinamômetro de carga com ponteiro morto, responsável pelo registro de força máxima no rompimento do tapete de grama (Figura 1).



**Figura 1** - Vista frontal do equipamento para medir a resistência à tração dos tapetes de grama, com as suas partes constituintes. (Botucatu, SP, 2013).

Para calibrar o equipamento, foi estabelecida a relação entre a força (F), isto é, a carga vertical transmitida ao dinamômetro, e a leitura do seu visor analógico.



**Figura 2** - Curva de calibração do dinamômetro: variação da leitura do equipamento em função da força aplicada (Botucatu, SP, 2013).

A variação de F em função de diferentes leituras no visor analógico foi determinada por meio de uma célula de carga, com capacidade máxima de 100 kgf e sensibilidade de 2 mV/V, fixada na parte superior do dinamômetro. Os dados de calibração (Figura 2) foram utilizados no ajuste da equação  $F = (aL + b)$ , em que a e b são o coeficiente angular e o intercepto, respectivamente.

## 2.2 AVALIAÇÃO

A avaliação do equipamento se deu por meio de ensaios de resistência, em amostras de tapetes de grama esmeralda, provenientes de área experimental no município de Capela do Alto, SP. As coordenadas geográficas da área são aproximadamente: 23°28' de latitude sul e 47°44' de longitude oeste de Greenwich e altitude média de 625 m.

O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, de textura média, com as seguintes características: pH (CaCl<sub>2</sub>) de 4,7; 17 g dm<sup>-3</sup> de M.O.; 10 mg dm<sup>-3</sup> de P (resina); 45; 0,7; 18 e 8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup>, K, Ca e Mg, respectivamente; saturação por bases de 37%.

A adubação e a espessura de corte podem influenciar diretamente na resistência dos tapetes, proporcionando desta forma maior variação nos valores. Assim, na expectativa de que o equipamento detectasse estas diferenças, utilizaram-se os seguintes tratamentos: dois tipos de adubação (NPK: 300 kg ha<sup>-1</sup> N na forma de adubo organomineral fluído + 80 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato simples + 200 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O na forma de cloreto de potássio e N: somente 300 kg ha<sup>-1</sup> N na forma de adubo organomineral fluído) e três espessuras de corte de tapete (9, 16 e 22 mm). O delineamento experimental foi o de parcelas subdivididas com quatro repetições, em esquema fatorial 2 x 3.

Após a completa formação dos tapetes, se realizou o corte dos mesmos por meio de colhedora específica acoplada ao trator. Um dia antes do corte, a área foi irrigada com aproximadamente 10 mm e passado rolo compactador (massa aproximada de 5.000 kg, com diâmetro de 1,30 m e comprimento de 1,70) por três vezes, prática comum entre os produtores para dar maior firmeza aos tapetes. Os tapetes utilizados apresentavam tamanho padrão de 0,40 x 0,625 m.

Logo após o corte dos tapetes se realizou o ensaio de resistência, em três tapetes por repetição. O procedimento de ensaio de resistência iniciou-se, fixando a extremidade superior do tapete no conjunto fixador deslizante. Com o dinamômetro de carga zerado foi feita a leitura e coleta do peso do tapete, em seguida se realizou a fixação da extremidade inferior do tapete no conjunto semifixo, zerando-se novamente o dinamômetro. Em seguida o sistema foi tracionado por meio da manivela de acionamento e após o completo rompimento do tapete anotou-se o registro da força no dinamômetro, finalizando com a retirada dos mesmos dos pontos de fixação do equipamento. O tempo médio total de execução foi de, aproximadamente, três minutos por tapete.

Foi determinada a quantidade de fitomassa seca acumulada pelas partes da grama e a quantidade de solo retirada com o tapete, foram coletados, dos tapetes já colhidos, quatro "plugs" por parcela através de trado amostrador (tubo de aço inox com 500 mm de comprimento e 80 mm de diâmetro afunilando na extremidade com 68 mm de diâmetro). Após a retirada do solo dos "plugs" o material vegetal foi lavado e separado em folhas + caules, estolões + rizomas e raízes. Esse material foi seco em estufa de circulação e renovação de ar forçada à 65 °C e pesado, determinando-se a massa de matéria seca de cada parte da grama. O solo retirado dos "plugs" também foi seco em estufa de circulação forçada até que atingisse peso constante, determinando-se posteriormente a quantidade de solo que é levada juntamente com o tapete colhido.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e correlações utilizando-se o programa Sisvar, versão 4.2. As médias dos tratamentos foram comparadas por meio da aplicação do teste t (LSD) a 1 e 5%. As correlações lineares estabelecidas foram obtidas pelo método de Pearson e a significância avaliada pelo teste t.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos utilizados permitiram variação na resistência de 38,4%, de 28,4 a 39,3 kgf, permitindo avaliar a capacidade do equipamento em detectar estas diferenças (Tabela 1).

A resistência foi superior nos tapetes do tratamento com 300 kg ha<sup>-1</sup> N + P e K em relação ao tratamento com somente 300 N, sem P e K, em todas as espessuras estudadas, comprovando a influência da adubação fosfatada e potássica na formação de tapetes íntegros. Segundo Backes et al. (2010) a quantidade de P extraída

pela grama é baixa, sugerindo que pequenas quantidades de P aplicadas, podem atender a demanda da planta.

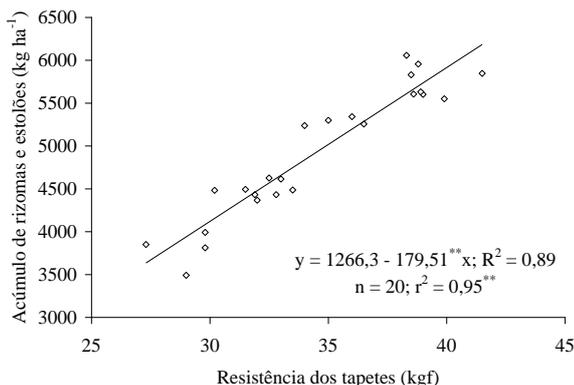
**Tabela 1 - Resistência à tração dos tapetes de grama esmeralda em função dos tratamentos.**

Tratamentos	Resistência dos tapetes			Média
	Espessuras (cm)			
	0,9	1,6	2,2	
	-----kgf-----			
NPK	35,4 bA	39,1 aA	39,3 aA	37,9
N	28,4 aB	31,4 aB	32,9 aB	31,1
Média	32,2	35,2	36,1	-
CV1 (%)	3,67			
CV2 (%)	8,05			

Letras maiúsculas iguais na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste LSD (0,05)

Todavia, observou-se que o P teve papel de destaque, juntamente com o potássio, na produção de tapetes mais resistentes ao manuseio, devido à maior produção de raízes, rizomas e estolões, sendo este efeito detectado pelo equipamento. Este comportamento é esperado, já que a importância do P para o crescimento de raízes é bem conhecida, e gramas cultivadas em solos deficientes em P são incapazes de produzir sistema radicular bem desenvolvido (CHRISTIANS, 2011).

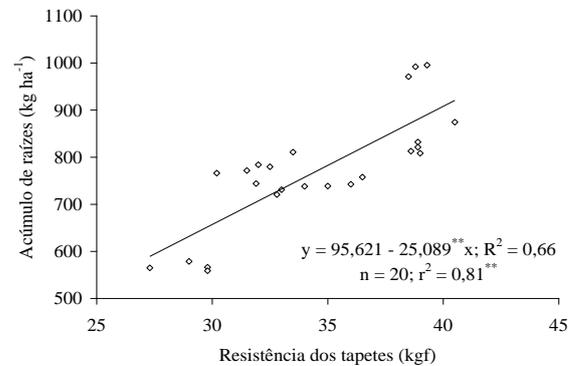
Para a espessura de corte observou-se que houve influência apenas no tratamento que recebeu  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  N com complementação de P e K. Houve aumento da resistência (3,7 kgf) apenas com o aumento da espessura, de 9 para 16 mm, não havendo efeito no aumento da espessura para 22 mm. McCalla Jr. et al. (2008) trabalhando com a produção de tapetes de grama Bermuda cv. Riviera, com espessura de 19 mm e dimensões de 0,76 x 0,46 m, observaram valores de resistência do tapete semelhantes aos encontrados no presente experimento. Já Deying, Wenjuan e Liebao (2011), avaliando tapetes de Kentucky bluegras (*Poa pratensis* L.), concluíram que a resistência à tração do tapete foi maior quando se utilizou a dose de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  N em comparação com a dose de  $210 \text{ kg ha}^{-1}$  N.



**Figura 3 - Correlação de Pearson (teste t) entre a resistência dos tapetes e o acúmulo de**

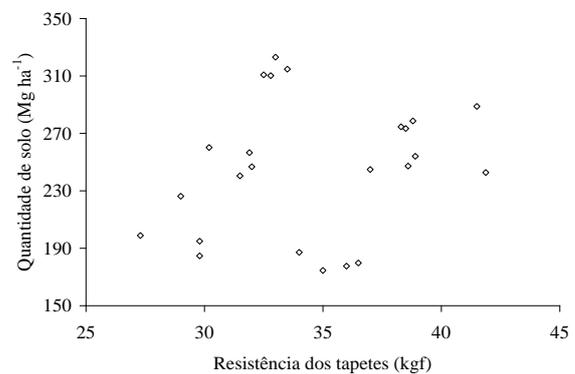
**fitomassa seca de rizomas e estolões de grama esmeralda (Botucatu, SP, 2013).**

As medidas obtidas pelo equipamento permitiram observar a relação entre a resistência dos tapetes e a quantidade de rizomas e estolões (Figura 3) e a quantidade de raízes (Figura 4), com coeficientes de correlação linear iguais a 0,8 e 0,9, respectivamente. Lima et al. (2010) verificaram correlação positiva da resistência dos tapetes e fitomassa seca de rizomas e estolões da grama bermuda submetida a doses crescentes de N.



**Figura 4 - Correlação de Pearson (teste t) entre a resistência de tapetes e o acúmulo de fitomassa seca de raízes de grama esmeralda (Botucatu, SP, 2013).**

Não houve relação da resistência de tapetes e a quantidade de solo retirado da área com o corte dos tapetes, demonstrando que apenas o solo, sem a formação adequada de raízes, rizomas e estolões, não incrementa resistência adicional aos tapetes (Figura 5).



**Figura 5 - Correlação de Pearson (teste t) entre a resistência de tapetes e a quantidade de solo retirado da área com o corte dos tapetes de grama esmeralda (Botucatu, SP, 2013).**

A quantidade de solo retirada por hectare, neste experimento, variou de 176 a 315  $\text{Mg ha}^{-1}$ , bem superior ao determinado por Millar, Stolt e Amador (2010), no noroeste dos Estados Unidos. A maior resistência observada no aumento das espessuras de corte do tratamento que recebeu complementação com P e K é

atribuída à maior quantidade de raízes e rizomas presentes nestes tapetes. O solo retirado na forma de uma lâmina quando se remove o tapete, somente incrementará a resistência se estiver ligado à planta.

De acordo com os resultados obtidos, fica demonstrada a capacidade do equipamento em registrar valores de resistência à tração, sendo sensível a diferentes quantidades de raízes, rizomas e estolões da grama esmeralda.

A possibilidade de detectar este rompimento ainda no campo pode fazer com que o produtor retarde a colheita do tapete esperando até que o mesmo forme de modo adequado raízes e rizomas que irão lhe dar mais resistência, ou invista em compactação antes da colheita para aumentar a resistência.

#### 4. CONCLUSÃO

O equipamento foi eficiente na determinação da resistência à tração dos tapetes de grama esmeralda, de modo prático, no campo e de forma rápida.

#### 5. REFERÊNCIAS

- BACKES, C.; BULL, L. T.; GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L.; LIMA, C. P.; PIRES, E. C. Uso de lodo de esgoto na produção de tapetes de grama esmeralda. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 4, p. 1045-1050, 2009.
- BACKES, C.; LIMA, C. P.; GODOY, L. J. G.; SANTOS, A. J. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; BÜLL, L. T. Produção, acúmulo e exportação de nutrientes em grama esmeralda adubada com lodo de esgoto. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 413-422, 2010.
- BACKES, C.; SANTOS, A. J. M.; GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L.; OLIVEIRA, M. R.; OLIVEIRA, F. C. Doses de lodo de esgoto compostado em produção de tapete de grama esmeralda imperial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 1402-1414, 2013.
- BROSNAN, J. T.; BREEDEN, G. K.; THOMS, A. W.; SOROCHAN, J. C. Effects of preemergence herbicides on the establishment rate and tensile strength of hybrid bermudagrass sod. **Weed Technology**, Cambridge, p. 28, n. 1, p. 206-212, 2014.
- CHRISTIANS, N. E. **Fundamental of turfgrass management**, Chelsea: Arbor Press, 2011. 398 p.
- DEYING, L.; WENJUAN, F.; LIEBAO, H. Nitrogen fertilization influences shear strength and quality of Kentucky bluegrass sod grown on clay. **Agronomy Journal**, Madison, v. 103, n. 3, p. 751-755, 2011.
- GOLESTANI, M. A.; DOLATKHAHI, A.; VAHDATI, N.; ROUDSARI, O. N.; STREET, E. Utilization of rice hull as a new substrate for turf grass seed germination in sod production as a sustainable approach. **Journal of Ornamental Plants**, Pol-e-Taleshan, v. 4, n. 1, p. 33-37, 2014.
- LIMA, C. P.; BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R. L.; OLIVEIRA, M. R.; KIIHL, T. A.; FREITAG, E. E. Bermuda grass sod production as related to nitrogen rates. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, p. 371-377, 2010.
- MILLAR, D.; STOLT, M.; AMADOR, J. A. Quantification and implications of soil losses from commercial sod production. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 74, p. 892-897, 2010.
- MCCALLA JR., J.; RICHARDSON, M.; KARCHER, D.; LANDRETH, J.; PATTON A. Sod Production utilizing an improved seeded bermudagrass cultivar.. **Applied Turfgrass Science**, Madison, v. 5, n. 1, p.1-9, 2008.
- SANTOS, A. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; BACKES, C.; GODOY, L. J. G.; BARDIVIESSO, D. M. Mobilização do solo, velocidade de infiltração de água e taxa de cobertura do solo pela grama esmeralda, sob manejos mecanizados. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 29, n. 3, p. 197-204, 2014.