

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**MORFOFISIOLOGIA DE GRAMAS  
ORNAMENTAIS E ESPORTIVAS: ASPECTOS ANATÔMICOS,  
MORFOLÓGICOS E DE MANEJO**

**CLEUSA MARIA KOJOROSKI E SILVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, setembro de 2008.

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**MORFOFISIOLOGIA DE GRAMAS  
ORNAMENTAIS E ESPORTIVAS: ASPECTOS ANATÔMICOS,  
MORFOLÓGICOS E DE MANEJO**

**CLEUSA MARIA KOJOROSKI E SILVA**

**Orientadora: Profa. Dra. Simone Meredith Scheffer-Basso  
Co-orientadora: Profa. Dra. Cerci Maria Carneiro**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, setembro de 2008.

Aos meus pais, pela VIDA e  
educação;  
Ao Luiz Fernando, meu esposo, pelo  
apoio e companheirismo;  
À Julia e Marina, minhas filhas, pela  
alegria e motivação de viver.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A todas as pessoas que contribuíram na realização deste trabalho, em especial:

A Deus e meus pais, pela VIDA;

À minha família, esposo Luis Fernando Amaral e Silva e filhas Júlia e Marina Amaral e Silva, pela compreensão, incentivo, amizade, apoio e alegrias para realização deste curso;

À Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária e Instituto de Ciências Biológicas – UPF, pela oportunidade de realizar este trabalho;

Às professoras, Dra. Simone Meredith Scheffer-Basso e Dra. Cerci Maria Carneiro, pela oportunidade, orientação, confiança, incentivo, profissionalismo, compreensão e amizade demonstrada ao longo do curso;

À empresa Green Grass, pela contribuição e auxílio;

Aos colegas do curso, pela amizade, colaboração e convivência amigável;

Aos laboratoristas e acadêmicos, Maurício, Laíse, Jaqueline, Bruna, Ana, Edinei, Fernando e Ester, pela colaboração na realização das análises de laboratório e pelos momentos maravilhosos de descontração;

Aos professores, Dr. Vilson Antonio Klein e Dra. Cláudia Petry, pela amizade e influência que tiveram em minha vida.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO .....	1
ABSTRACT .....	3
1 INTRODUÇÃO .....	5
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	7
2.1 Conceituação .....	7
2.2 Utilização dos gramados .....	8
2.3 Botânica.....	9
2.4 Características morfológicas.....	10
2.4.1 <i>Zoysia</i> Willd.....	11
2.4.2 <i>Axonopus</i> Beauvois.....	25
2.4.2.1 <i>Axonopus affinis</i> Chase.....	29
2.4.3 <i>Cynodon</i> Rich .....	31
2.4.3.1 Tifton 419 .....	33
2.5 Características anatômicas da lâmina foliar.....	35
2.6 Qualidade dos gramados.....	37
2.6.1 Influência de fatores estruturais .....	39
2.6.1.1 Densidade.....	39
2.6.1.2 Textura.....	39
2.6.1.3 Uniformidade.....	40
2.6.1.4 Cor.....	40
2.6.1.5 Hábito de Crescimento.....	41
2.6.1.6 Suavidade.....	42
2.6.2 Influência de fatores funcionais.....	42
2.6.2.1 Rigidez.....	42
2.6.2.2 Elasticidade.....	43
2.6.2.3 Matéria seca.....	44
2.6.2.4 Tolerância ao desgaste.....	44
2.7 Aspectos ecofisiológicos dos gramados.....	45
2.7.1 Luz.....	46
2.7.2 Temperatura .....	47
2.8 Compactação do solo .....	49

CAPITULO I – Desenvolvimento morfológico das gramas esmeralda, São Carlos e Tifton 419	
Resumo.....	53
Abstract.....	54
1. Introdução.....	55
2. Material e Métodos.....	57
3. Resultados e Discussão.....	59
4. Conclusões.....	70
CAPÍTULO II – Crescimento e qualidade de gramas sob distintos níveis de compactação dos solo	
Resumo.....	71
Abstract.....	72
1. Introdução.....	74
2. Material e Métodos.....	76
3. Resultado e Discussão.....	82
4. Conclusões.....	99
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101

## LISTA DE TABELAS

### CAPITULO I – Desenvolvimento morfológico das gramas esmeralda, São Carlos e Tifton 419

Tabela		Página
1	Características morfológicas das gramas São Carlos, esmeralda e Tifton 419 na média das idades.....	61

### CAPITULO II – Crescimento e qualidade de gramas sob distintos níveis de compactação do solo

Tabela		Página
1	Atributos avaliados nas gramas São Carlos, esmeralda e Tifton 419.....	79
2	Cronogramas de cortes das gramas São Carlos, esmeralda e Tifton 419.....	81
3	Produção total de matéria verde e matéria seca das gramas São Carlos, esmeralda e Tifton 419 sob dois níveis de compactação do solo durante 142 dias.....	85
4	Produção total e média por corte de matéria verde (MV) e matéria seca (MS) das gramas São Carlos, esmeralda e Tifton 419 em dois cortes.....	88
5	Densidade da camada verde acima da altura de corte das gramas São Carlos, esmeralda e Tifton 419 em dois cortes.....	90
6	Produção de matéria seca (MS) da grama São Carlos sob dois níveis de compactação do solo.....	90
7	Elasticidade e teor de matéria seca das gramas São Carlos, esmeralda e Tifton 419 na média dos níveis de compactação do solo.....	97
8	Teor de fibra em detergente neutro das gramas São Carlos, esmeralda e Tifton 419 sob dois níveis de compactação do solo.....	98
9	Tolerância à geada das gramas São Carlos, Tifton 419 e esmeralda.....	99

## LISTA DE FIGURAS

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Figura	Página
1 Aspectos das principais espécies de <i>Zoysia</i> . Fonte: ANDERSON, 2008.....	14
2 Aspectos da morfologia de <i>Zoysia japonica</i> . Fonte: ANDERSON & HATCH, 2008.....	15
3 Exsicata de estruturas morfológicas de <i>Z. matrella</i> . Fonte: ANDERSON & HATCH, 2008.....	19
4 Hábito de crescimento de <i>Axonopus affinis</i> (A) e <i>Axonopus compressus</i> (B).....	29
5 Aspectos da exsicata e hábito de crescimento de <i>Axonopus affinis</i> RSPF 5145 e 11591.....	30
6 Aspecto da exsicata de <i>Cynodon dactylon</i> . RSPF 6451.	32
7 Aspecto da exsicata RSPF 11598 de Tifton 419 - Hábito de crescimento (A), afilhos (B), inflorescência (C) – RSPF 419 Rizoma (D).	34

### CAPITULO I - Desenvolvimento morfológico das gramas esmeralda, São Carlos e Tifton 419

Figura	Página
1 Temperaturas médias ocorridas na casa de vegetação no período de crescimento das gramas.....	57
2 Altura das gramas São Carlos, esmeralda e Tifton 419 em função de dias de crescimento.....	60
3 Aspecto geral da parte aérea das gramas São Carlos (a), esmeralda (b) e Tifton 419 (c).....	60
4 Aspecto dos estolões das gramas Tifton 419, São Carlos e esmeralda.....	63
5 Comprimento médio de entrenós e número de nós em função de dias de crescimento, na média de espécie.....	63
6 Comprimento dos estolões das gramas São Carlos, esmeralda e Tifton 419 em função de dias de crescimento.....	64



7	Número de folhas das gramas São Carlos, esmeralda e Tifton 419 em função de dias de crescimento.	65
8	Quantidade específica de folhas aos 230 e 158 dias de idade.....	66
9	Acúmulo de matéria seca de caules + folhas das gramas São Carlos, esmeralda e Tifton 419 em função de dias de crescimento.....	67
10	Acumulo de matéria seca de raízes das gramas São Carlos, esmeralda e Tifton 419 em função de dias de crescimento .....	68
11	Relação raiz:parte aérea das gramas São Carlos, esmeralda e Tifton 419 na média das idades, durante 258 dias de crescimento.....	69

## CAPITULO II - Crescimento e qualidade de gramas sob distintos níveis de compactação do solo

Figura		Página
1	Temperatura (T) média e precipitação (P) mensal do período experimental (TP, PP) e as normais regionais (TN, PN) Fonte: www.cntp.embrapa.br.....	76
2	Aspecto geral do ensaio .....	77
3	Aspecto da planta, estolões e folha da grama esmeralda	83
4	Aspecto da préfoliação convoluta (a) e da lâmina foliar espessamente pilosa (b) da grama esmeralda.....	83
5	Aspecto da ráquis escavada (a) com detalhe para o pedicelo (b) e espiguetas (c), da grama esmeralda.....	83
6	Altura das gramas São Carlos, esmeralda e Tifton 419 na média dos cortes em dois níveis de compactação .....	87
7	Aspecto do hábito de crescimento das gramas Tifton 419(estolonífero/rizomatoso), esmeralda (estolonífero/rizomatoso) e São Carlos (estolonífero).....	89
8	Produção estacional de matéria seca (MS) das gramas nas estações de crescimento .....	92
9	Taxa de crescimento médio diário das gramas São Carlos, esmeralda e Tifton 419 na estação de crescimento .....	93

10	Secções transversais da lâmina foliar das gramas: esmeralda (A), Tifton 419 (B) e São Carlos (C e D) / células buliformes (bul); cutícula (cut); distância entre os feixes (dt); epiderme (ep); extensão da bainha (ext); feixe vascular (fv); quilha (qul). Aumento 800x.....	95
11	Aspectos das gramas São Carlos (A), Tifton 419 (B) e esmeralda (C), em 8/2008 pós seis geadas .....	99

**MORFOFISIOLOGIA DE GRAMAS ORNAMENTAIS E  
ESPORTIVAS: ASPECTOS ANATÔMICOS, MORFOLÓGICOS  
E DE MANEJO**

**RESUMO** – Objetivou-se avaliar o desenvolvimento morfológico das gramas tapete ou São Carlos (*Axonopus affinis*), Tifton 419 (*Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis*) e esmeralda (*Zoysia* sp.) em casa-de-vegetação e a resposta a dois níveis de compactação do solo, medidos pela densidade relativa (condição natural,  $D_{R=0,67}$ ; condição de compactação,  $D_{R=0,85}$ ) no campo. Em casa-de-vegetação, a Tifton 419 superou as demais gramas no comprimento do estolão (83,3 cm), altura de planta (23,6 cm) e número de folhas (12-24.cm<sup>-1</sup> de estolão); as folhas mediram 6,7 cm x 1,9 mm (textura fina). Os estolões da S. Carlos atingiram 58,3 cm, foram os mais espessos (2,5 cm), produziram 2-3 folhas.cm de estolão<sup>-1</sup>, com 10,9 cm x 12,3 mm (textura grossa). A esmeralda foi inferior quanto à altura (10 cm), comprimento de estolão (45 cm) e número de folhas (7.cm de estolão<sup>-1</sup>); as folhas mediram 6,2 cm x 3,7 mm (textura média). O acúmulo de matéria seca (MS) aérea (mg.planta<sup>-1</sup>) atingiu 12.100 (S. Carlos), 8.700 (Tifton 419) e 3.500 (esmeralda) e a relação raiz:parte aérea foi de 0,33, 0,15 e 0,19, respectivamente. No campo, a produção de matéria verde (MV) e MS foi avaliada mediante cortes. Somente a grama S. Carlos foi afetada pela compactação do solo quanto à produção de MV e fibra em detergente neutro ( $N_1= 1.324$  g MV. m<sup>-2</sup> e FDN= 71,5%;  $N_2= 1.786$  g MV.m<sup>-2</sup> e

FDN= 65,8%). Durante 142 dias, a grama São Carlos foi cortada seis vezes e as demais, quatro vezes. Na condição natural do solo ( $D_{R=0,67}$ ), a S. Carlos (409 g MS. m<sup>-2</sup>) e a Tifton 419 (377 g MS. m<sup>-2</sup>) superaram a esmeralda (180 g MS. m<sup>-2</sup>). A Tifton 419 apresentou maior densidade de MV (3.971 g.cm<sup>-3</sup>) em relação às demais (S. Carlos: 2.063 g.cm<sup>-3</sup>; esmeralda 1.498 g.cm<sup>-3</sup>). Tifton 419 apresentou a menor elasticidade (EG= 47,7 segundos), S. Carlos, 27,7 segundos e esmeralda, 30,3 segundos. Tifton 419 (FDN= 74,2%) e esmeralda (FDN= 74,8%) apresentaram maior rigidez em relação à S. Carlos (FDN= 68,7%), em virtude da maior quantidade relativa de esclerênquima, maior lignificação dos feixes vasculares e compactação das células do parênquima.

**Palavras chave:** anatomia, *Axonopus*, compactação do solo, *Cynodon*, morfologia, *Zoysia*

**MORPHOPHYSIOLOGY OF TURFGRASSES: ANATOMICAL,  
MORPHOLOGICAL AND MANAGEMENT ASPECTS**

**ABSTRACT** - The goal of this work was to evaluate the morphological development of carpetgrass or São Carlos (*Axonopus affinis*), Tifton 419 (*Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis*) and emerald (*Zoysia* sp.) grasses in response to two levels of soil compactness measured based on relative density (natural condition,  $D_{R=0.67}$ ; compact condition,  $D_{R=0.85}$ ). On greenhouse condition, Tifton 419 had the largest stolon (83.3 cm), height (23.6 cm) and number of leaves ( $12-24.cm^{-1}$  of stolon); the leaves measured 6.7 cm x 1.9 mm (fine texture). Carpetgrass stolons reached 58.3 cm, were thicker (2.5 cm) and produced 2-3 leaves.cm of stolon<sup>-1</sup>, which were the largest, 10.9 cm x 12.3 mm (coarse texture). Emerald had the lowest height (10 cm), stolon length (45 cm), leaf number (7.cm of stolon<sup>-1</sup>) which measured 6.2 cm x 3.7 mm (medium texture). The dry matter (DM) accumulation (mg.planta<sup>-1</sup>) reached 12,100 (carpet-grass), 8,700 (Tifton 419) and 3,500 (emerald) and the root:shoot relation was 0.33, 0.15, and 0.19, respectively. On field condition the fresh (FM) and DM production was evaluated through cuttings. Only carpetgrass was affected by soil compactness in relation to FM and neutral detergent fiber ( $N_1= 1,324$  g FM.m<sup>-2</sup> and NDF= 71.5%;  $N_2= 1,786$  g FM.m<sup>-2</sup> and NDF= 65.8%). During the 142 days, carpetgrass was cut six times and the others four times. In natural condition ( $D_{R=0.67}$ ) the total productions of carpetgrass (409 g DM.m<sup>-2</sup>) and Tifton 419 (377 g DM.m<sup>-2</sup>) were

bigger than emerald (180 g DM.m<sup>-2</sup>) in natural soil condition. The Tifton 419 showed greater density of FM (3,971 g.cm<sup>-3</sup>) compared to carpetgrass (2,063 g.cm<sup>-3</sup>) and emerald (1,498 g.cm<sup>-3</sup>). Tifton 419 showed the smallest elasticity (GE= 47.7 seconds), carpetgrass, 27.7 seconds and emerald, 30.3 seconds. Because of the greater amount of sclerenchyma, lignification of vascular bundles, and parenchyma cell compactness, Tifton 419 (NDF= 74.2%) and emerald (NDF= 74.8%) had greater rigidity than carpetgrass (NDF= 68.7%).

**Key words:** anatomy, *Axonopus*, *Cynodon*, morphology, soil compactness, *Zoysia*

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado de grama movimentou bilhões de dólares no mundo, principalmente nos Estados Unidos e Europa, onde o nível de especialização é altíssimo. Com o crescimento da cultura do paisagismo no Brasil, esse segmento tem sido incrementado, com novas tecnologias para produção e manutenção de plantas ornamentais e gramados. O setor mais pujante é aquele em que os gramados são estabelecidos para fins esportivos. Apesar de novo, o mercado brasileiro de gramas cultivadas apresentou durante os últimos anos uma grande evolução, impulsionada por condições impostas pelo próprio mercado consumidor, como a exigência de qualidade, preço e garantia de fornecimento.

A produção de gramas ornamentais ou de uso esportivo concentra-se nos estados de São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, seguidos de Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Goiás e Rio de Janeiro.

As espécies mais cultivadas são as gramas japonesa, coreana, mascaranha e manila (*Zoysia* spp.), grama tapete ou São Carlos (*A. affinis* Chase), sempre-verde ou curitibana (*A. compressus* var. *compressus* (Swartz) Beauv., Sto. Agostinho (*Stenotaphrum secundatum* Kuntze) e híbridos de bermudas (*Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis*). Como maiores consumidores, estão as obras públicas (rodovias, praças e prédios públicos), parques industriais, áreas esportivas (campos de futebol, golfe e outros) e jardins residenciais e comerciais.

A qualidade dos gramados pode ser avaliada segundo sua funcionalidade e estrutura, além de englobar aspectos subjetivos dependentes da apreciação visual. A funcionalidade é medida pela rigidez, elasticidade, produção de matéria verde e seca, enraizamento, tolerância ao desgaste e adaptação, entre outros. Fatores estes que podem ser auxiliados pelas características anatômicas. A estrutura é estimada pela uniformidade, densidade de indivíduos, textura, cor, hábito de crescimento e suavidade (KUHN, 1994).

O fato de plantas ornamentais terem sua importância pouco reconhecida pelas entidades de pesquisa no país leva à escassez de informações técnicas. Um dos problemas é a correta identificação das espécies e seus cultivares, pela grande similaridade e facilidade de cruzamento interespecífico, principalmente do gênero *Zoysia*. As empresas não tem tido a devida preocupação com tal aspecto e os nomes populares não são referências confiáveis, havendo confusão entre os técnicos quanto às espécies cultivadas. Isso reforça a importância do desenvolvimento de pesquisas científicas no Brasil, a fim de subsidiar o comércio das gramas ornamentais e esportivas, de forma a conferir maior segurança aos produtores, comerciantes e usuários.

Outra questão que deve ser considerada é a compactação excessiva do solo que, em áreas de produção, ocorre pelo uso de equipamentos pesados como: máquinas de corte, rolo compactador para nivelamento, tratores para adubação e coleta do produto, entre outros). Áreas de jardinagem e de uso esportivo, a compactação é decorrente do



pisoteio, especialmente sob condições de umidade inadequada. Além disso, os solos são geralmente argilosos e, por isso, apresentam grande facilidade de compactação. A excessiva compactação do solo limita a penetração do ar e nutrientes para as raízes, dificultando o seu desenvolvimento e reduzindo a qualidade e a vida útil dos gramados (CARROW, 1980; UNRUH, 2004).

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o desenvolvimento morfológico das gramas Tifton 419 (*Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis*), esmeralda (*Zoysia* sp.) e São Carlos (*Axonopus affinis*) e a produção e qualidade dos gramados formados pelas mesmas, sob dois níveis de compactação do solo por ocasião do estabelecimento.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Conceituação**

Conforme Unruh (2004), gramas são plantas que formam uma cobertura mais ou menos homogênea sobre o solo e que persistem sob cortes e tráfegos regulares. Belli (1991) define gramado como um revestimento herbáceo formado por uma ou várias espécies de plantas cespitosas, estoloníferas ou rizomatosas, perenes ou anuais. Entre essas, destacam-se as gramíneas, plantas formadoras de cobertura do solo mais ou menos contínua.

## 2.2 Utilização dos gramados

Os gramados atribuem muitos benefícios ao meio ambiente. Um gramado bem mantido proporciona um local confortável e seguro para diversão e práticas esportivas. Libera oxigênio, refresca o ar contribuindo na redução do aquecimento global, reduz a emissão de CO<sub>2</sub>, diminui a poluição do solo, bem como no controle da erosão, entre outros.

Turgeon (1985) classifica os gramados de acordo com o tipo de uso a que se destinam. Gramados utilitários são formados para estabilizar ou conter a camada superficial do solo, prevenindo a erosão pelo vento e pela água. O efeito protetor dos colmos aéreos, além de estabilizar o solo, também proporciona um resfriamento durante as épocas mais quentes do ano. Este gramado geralmente é composto de várias espécies misturadas e adaptadas às condições regionais. Os gramados com finalidades paisagísticas têm função decorativa, pois sua aparência verde e uniforme ressalta a harmonia dos elementos de uma paisagem, podendo ser associado à qualidade de vida.

Smiley (1987) destaca os gramados esportivos e considera que, servindo de cobertura para a maioria dos campos esportivos, ajuda a evitar lesões nos jogadores. Futebol, tênis e golfe são apenas alguns entre muitos esportes praticados, na maioria das vezes, sobre gramados. Belli (1991) salienta que as espécies utilizadas para criar gramados esportivos devem ser as mais resistentes possíveis ao desgaste, dentro

dos limites razoáveis de utilização. É necessário considerar as propriedades de resistência, inclusive antes de estudar as características estéticas e de textura do gramado.

### 2.3 Botânica

Na família Poaceae existem seis sub-famílias, subdivididas em 25 tribos, 650 gêneros e cerca de 10.000 espécies (CLAYTON & RENVOIZE, 1986). Apenas poucas dezenas dessas são gramas comerciais ou aptas a formar gramados. As espécies que formam gramados encontram-se normalmente em três sub-famílias: Pooideae, Panicoideae e Chloridoideae.

A sub-família Panicoidae compreende espécies de ciclo estival, megatérmicas. É constituída por quatro tribos, sendo que uma delas é a tribo Paniceae, na qual encontram-se os gêneros *Axonopus* Beauv. e *Stenotaphrum* Trin. (BOLBRINI et al., 2005).

A sub-família Chloridoideae (Erogrostoideae) inclui plantas herbáceas, de ciclo estival, megatérmicas, de regiões tropicais e subtropicais, freqüentemente xerófilas, algumas halófilas. Compreende cinco tribos, sendo uma delas a tribo Cynodonteae, caracterizada por plantas cespitosas, estoloníferas ou rizomatosas, geralmente perenes. Nesta tribo encontra-se a grama-seda (*Cynodon dactylon* Rich.), que também é utilizada para a formação de gramados (BOLDRINI et al., 2005) e as espécies de *Zoysia* Willd. A temperatura ótima de

crescimento está entre 26 a 35°C, sendo que a adaptação é limitada pela intensidade e duração das temperaturas baixas (UNRUH, 2004).

A sub-família Pooideae é constituída de plantas herbáceas, de ciclo hibernar, microtérmicas. Compreende seis tribos, sendo que espécies da tribo Poeae são utilizadas para formação de gramados. Destacam-se nessa tribo a espécie pastinho-de-inverno (*Poa annua* L.) e a festuca (*Festuca arundinaceae* Schreb.).

#### **2.4 Características morfológicas**

As características morfológicas das plantas podem servir como ferramentas para o uso adequado das espécies. Quanto ao hábito de crescimento das gramíneas utilizadas para formação de gramados, existem dois grandes grupos de plantas: as rizomatosas e as estoloníferas. Esta classificação é muito importante, pois é a partir dela que se determinam as espécies que podem ser cultivadas para diferentes situações.

As gramas rizomatosas possuem grande capacidade de regeneração, principalmente se a injúria for causada por tráfego excessivo. Isso ocorre devido ao fato dos rizomas estarem abaixo da superfície do solo, e, portanto, com suas gemas de renovação protegidas contra injúrias mecânicas. É por isso que estas variedades servem perfeitamente para gramados esportivos, onde o tráfego é intenso e sempre ocorrem danos superficiais. Entretanto, esta alta capacidade de

regeneração está ligada a altas exigências de manutenção, desde adubação até poda. As gramas bermuda e esmeralda são exemplos de plantas rizomatosas (LAURETTI, 2003).

As gramas estoloníferas são mais sensíveis ao pisoteio e não devem ser usadas em locais de tráfego intenso. Por isso, não servem para utilização em gramados esportivos. São mais recomendadas para áreas ornamentais, como, por exemplo, as gramas Sto. Agostinho e São Carlos (GURGEL, 2003). Gramas cespitosas, como o pastinho-de-inverno e a festuca são utilizadas na formação de gramados esportivos na Europa, mas, segundo Kuhn (1994), há a necessidade de altas densidades de semeadura para obtenção de maior uniformidade.

#### **2.4.1 *Zoysia* Willd.**

A posição hierárquica do gênero é a seguinte:

Reino Plantae

Divisão Magnoliophyta

Classe Liliopsida

Subclasse Commelinidae

Ordem Cyperales

Familia Poaceae

Subfamília Chloridoideae

Tribo Zoysieae

Subtribo Zoysiinae

Gênero *Zoysia*

O gênero *Zoysia* Willdenow (*Osterdamia* Necker ex Kuntze), denominado em homenagem ao botânico alemão Carls von Zois (1756-1800), compreende 11 espécies: *Z. macrostachya*, *Z. japonica*, *Z. sinica*, *Z. matrella*, *Z. seslerioides*, *Z. macrantha*, *Z. minima*, *Z. pauciflora*, *Z. pacifica*, *Z. planifolia* e *Z. tenuifolia*. Todas parecem ser sexualmente compatíveis e rapidamente hibridizáveis. As mais prolíficas produtoras de sementes são *macrostachya*, *sinica* e *japonica* (ENGELKE, 2000). São nativas das costas arenosas entre 42° N e 42° S, da Mauritânia à Polinésia. Algumas espécies também crescem em áreas perturbadas do continente asiático (ANDERSON, 2008) e ocorrem naturalmente ao longo do Pacífico. No Japão, das cinco espécies nativas (*Z. matrella*, *Z. japonica*, *Z. macrostachya*, *Z. sinica* e *Z. tenuifolia*), as duas primeiras são as mais cultivadas para formação de relvados para fins paisagísticos e esportivos. As espécies reúnem características desejáveis para tal finalidade, como hábito estolonífero, baixo requerimento de água e nutrientes e alta tolerância a doenças (YANESHITA et al., 1997).

São plantas perenes, rizomatosas, formadoras de touceiras. Colmos de 5-40 cm de comprimento. Lígula até 0,3 mm, pilosa, frequentemente pêlos mais longos na base de cada folha imediatamente atrás da lígula; lâminas geralmente glabras abaxialmente, algumas vezes ciliadas na fase do colar, glabras adaxialmente, escabrosas ou esparsamente pilosas, ápice frequentemente agudo. Inflorescências terminais, excedendo as folhas, racemos solitários, espiguetas solitárias, curtamente pediceladas, lateralmente adpressas à ráquis; desarticulação

abaixo das glumas ou não ocorrendo. Espiguetas lateralmente compressas, com um antécio bissexual. Glumas inferiores geralmente ausentes, gluma superior encobrindo o antécio, cartácea a coriácea, aristada, aristas de até 2,5 mm; lema fino, lanceolado ou linear, agudo a emarginado, 1-nervura; pálea fina, raramente presente,  $2n=20$ , 40 (ANDERSON, 2008; SHOULIANG & PHILLIPS, 2006).

Antes do trabalho de Anderson (2000), que fez a revisão taxonômica do gênero, constavam dez espécies, e a espécie *Z. matrella* era subdividida em variedades e/ou subespécie. Para a flora catarinense, Smith et al. (1982) cita duas variedades: *Z. matrella* e *Z. tenuifolia*. Outros mencionam também a variedade *pacifica* e a subespécie *tenuifolia* (syn. *Zoysia tenuifolia*), o que tem confundido os pesquisadores, técnicos e produtores quanto à real denominação da espécie estudada ou comercializada. Somente seis espécies podem ser reconhecidas pelos caracteres vegetativos, sendo o diâmetro das folhas enroladas e a presença de entrenós alongados os mais importantes. As análises moleculares indicam que há hibridação interespecífica entre *Z. matrella*, *Z. japonica* e *Z. pacifica* (ANDERSON, 2000).

Por isso, há que ser tomar cuidado quanto à nomenclatura constante em publicidades e, em geral, no comércio das espécies do gênero. A identificação mediante descrições atualizadas e chaves taxonômicas é imprescindível. Segundo Anderson (2000), nove caracteres florais são importantes para distinguir as espécies, incluindo, comprimento, largura e forma de espiguetas, número de espiguetas por

racemo, embora os limites entre *Z. matrella* e *Z. pacifica* e entre *Z. macrantha* e *Z. japonica* não estejam sucintos. As espécies mais importantes para formação de relvados são: *Z. japonica* Steud. ("Japanese Lawngrass", "Korean Lawngrass"), *Z. matrella* (L.) Merr. ("Manila grass") e *Z. pacifica* (Goudswaard) M. Hotta & Kuroki ("Mascarenegrass", "Korean Velvetgrass") (Figura 1).

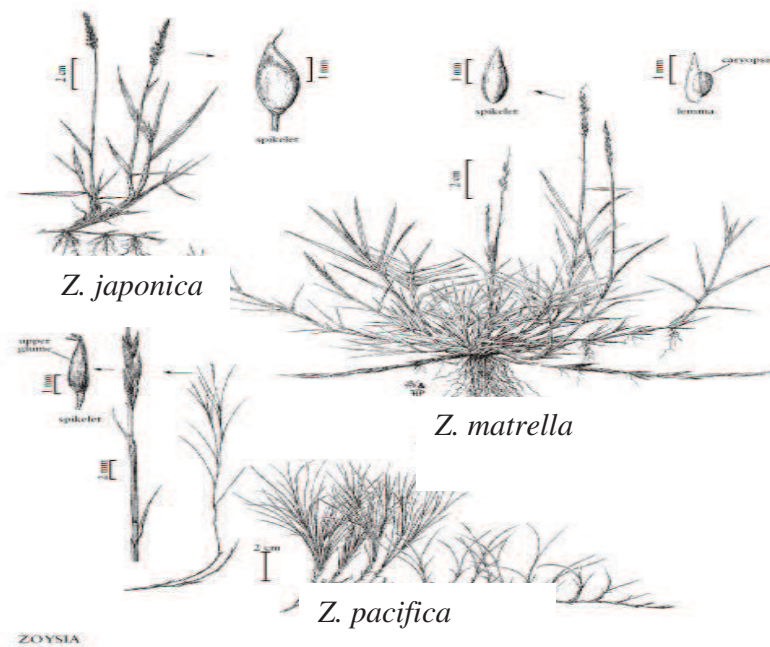


Figura 1- Aspecto das principais espécies de *Zoysia*. Fonte: ANDERSON, 2008.

1. *Zoysia japonica* (*Z. koreana* Mez.; *Z. matrella* (L.) Merril subsp. *japonica* (Steudel) Masamune & Yanagita; *Z. matrella* var.



*japonica* (Steudel) Sasaki; *Z. pungens* Willdenow var. *japonica* (Steudel) Kackel) (Figura 2).



Figura 2 - Aspecto da morfologia de *Zoysia japonica*. Fonte: ANDERSON & HATCH, 2008.

Plantas perenes, com estolões finos e longos, formando touceiras vigorosas; colmo ereto até 20 cm, algumas vezes ramificado na base; folhas com bainhas glabras, pilosas na borda da união com a lâmina foliar, pelos 1-2 mm; bainhas basais persistentes; lâminas foliares agregadas ao redor da base do colmo, linear-lanceoladas, planas ou com margens involutas, patentes, comprimento 2,5-6 cm, largura 2-4 mm, superfície abaxial subglabra, superfície adaxial finamente pilosa, ápice pungente; lígula 0,07-0,25 mm. Inflorescência linear-elíptica, 2-4 x 0,3-0,5 mm, muitas espiguetas, pedicelos finos, levemente flexuosos, mais

longos que as espiguetas, até 5 mm. Espiguetas 2,5-3,5 cm x 1-1,5 mm, verde-amareladas e tornando-se marrom-púrpuras; gluma inferior ausente, gluma superior obliquamente ovada, obscuramente 5-7 nervada, margens superiores largas, papirácea, ápice obtuso, algumas vezes mucronado; lema em forma de barco, levemente mais curto que a gluma, 1-nervado; pálea ausente, cariopse 1,5-2 mm (SHOULIANG & PHILLIPS, 2006).

Anderson (2008) acrescenta: plantas rizomatosas, entrenós 2-10 mm. Lígula 0,05-0,25 mm; lâminas até 6,5 cm de comprimento, 0,5-5 mm de largura, ascendente, planas ou fracamente involutas quando totalmente hidratadas, involutas quanto estressadas. Pedúnculos se estendendo 0,8-6,5 cm acima da bainha da folha bandeira. Racemos 2,5-4,5 cm, com 25-50 espiguetas; pedicelos 1,6-3,5 cm. Espiguetas 2,5-3,4 mm de comprimento, 1-1,4 mm de largura, ovadas, aristas, arista 0,1-1,1 mm.  $2n = 40n$ .

*Z. japonica* foi a primeira espécie do gênero cultivada nos Estados Unidos, com a introdução do cv. Meyer na década de 50. É mais tolerante ao frio e de textura mais grossa das três espécies, sendo a única com disponibilidade de sementes nesse país (ANDERSON, 2008). Segundo Shouliang & Phillips (2006), essa espécie pode ser facilmente reconhecida pelas folhas relativamente curtas e largas, inflorescências lineares e bem posicionadas acima das folhas, muitas espiguetas curtas arredondadas sobre pedicelos longos e frágeis.

2. *Zoysia pacifica* (Goudswaard) M. Hotta & S. Kuroki (*Z. matrella* (L.) Merrill var. *pacifica* Goudswaard)

Plantas perenes, estoloníferas, formando relvado denso e baixo. Colmos 5-10 cm de comprimento, muito ramificado. Bainhas glabras, pelos 2-5 mm na borda da união com a lâmina foliar, folhas setáceas, macias, 4-6 cm de comprimento, 1 mm de largura. Inflorescências lineares, até 1,5 cm, espiguetas 6-12; ráquis ondulada. Pedicelos mais curtos que as espiguetas, até 1,6 mm, escabrosos, levemente alargados no ápice. Espiguetas 2-3 até 0,6 mm, gluma inferior ausente; gluma superior lanceolada, brilhante, obscuramente 5-nervada, ápice subagudo, às vezes com arista subapical, levemente mais curta que a gluma superior, 1-nervada, pálea ausente. Anteras 0,6-0,8 mm.  $2n = 40$  (SHOULIANG & PHILLIPS, 2006). Plantas rizomatosas. Bordas da bainha se sobrecruzam; lígula 0,07-0,25 mm; bainha até 3 cm de comprimento, 0,5 mm em diâmetro, patente, involuta a fortemente convoluta, a maioria glabra abaxialmente, calos abaxiais 0,2-0,6 mm, pêlos de 1 mm. Pedúnculos incluídos ou excedendo até 1 cm a bainha da folha bandeira. Racemos 0,4-2 cm, com 3-12 espiguetas. Espiguetas 2,2-2,9 mm de comprimento, 0,5-0,8 mm de largura, lanceoladas a linear, com ou sem aristas, aristas até 0,5 mm.  $2n = 40$  (ANDERSON, 2008).

A espécie é menos tolerante ao frio que *Z. matrella* e *Z. japonica*. Não é comum em relvados dos Estados Unidos. O cv. Cashemere tem muitas características de *Z. pacifica* e é provavelmente derivado de um híbrido entre *Z. matrella* e *Z. pacifica* (ANDERSON,

2008). Essa espécie é conhecida como *Z. tenuifolia* Thiele, mas o espécime-tipo pertence à *Z. matrella* (SHOULIANG & PHILLIPS, 2006).

3. *Zoysia matrella* (L.) Merrill (*Agrostis matrella* L.; *Z. pungens* Willdenow; *Z. serrulata* Mez; *Z. tenuifolia* Thiele) (Figura 3)

Plantas rizomatosas. Entrenós do colmo 5-40 mm, ao menos em algum de cada planta é maior que 14 mm. Bainhas glabras; lígulas 0,07-0,25 mm; lâminas até 7 cm de comprimento, 0,5-2,5 mm de largura, patente, fracamente involuta quando totalmente hidratada, fortemente involuta quando estressada, superfície glabra ou esparsamente pilosa. Pedúnculos estendendo-se (0,3) 1-6 cm acima da folha bandeira. Racemos 1-4 cm, com 10-40 espiguetas; pedicelos 0,6-1,6 mm. Espiguetas 2,1-3,2 mm de comprimento, 0,6-1 mm de largura, lanceolada, sem arista ou com arista pequena, aristas até 1 mm.  $2n = 20, 40$  (ANDERSON, 2008). Plantas perenes estoloníferas, formando densos emaranhados a partir de rizomas subterrâneos delicados. Colmos eretos a partir dos nós dos rizomas, ásperos, 10-30 cm de comprimento, ramificados na base. Bainha foliar glabra, geralmente persistente na base, pilosa na entrada da lâmina; lâminas foliares amplamente lineares, abertas ou com margens involutas, ásperas, sub-eretas ou patentes, 2-10 cm de comprimento, 2-3 mm de largura, verde ou verde-acinzentado, glabra, ápice pungente. Inflorescência linear-elíptica; pedicelos mais curtos que as espiguetas, até 3 mm, largos no ápice. Espiguetas amarelo-

amarronzadas a púrpuras; gluma inferior ausente, gluma superior lanceolada-oblonga a estreitamente oblonga com ápice levemente falcado, obscuramente com 7-11-nervuras, 3-4 mm; lema lanceolado-oblongo, 1-nervado; pálea ausente. Antera 1,5-2,5 cm (SHOULIANG & PHILLIPS, 2006).



Figura 3- Aspecto da exsicata e das estruturas morfológicas de *Z. matrella*.  
Fonte: ANDERSON & HATCH, 2008.

Muitas das gramíneas utilizadas para a formação de relvados nos Estados Unidos são derivadas de híbridos entre *Z. matrella* e *Z. pacifica* ou *Z. japonica*, e tem retido muito das características de *Z. matrella*. Como é comum com espécies comercialmente importantes, diversos cultivares de *Zoysia* tem sido desenvolvidos, algumas vezes a partir de híbridos. Se forem ou não híbridos, os cultivares frequentemente excedem a amplitude de variação de uma espécie em um

ou mais caracteres. Isto torna difícil quantificá-los para uma chave taxonômica.

A seguinte chave foi apresentada para identificar as três principais espécies cultivadas do gênero. Deve ser usada com precaução, pois a hibridação tem resultado em cultivares com características vegetativas e reprodutivas de mais de uma espécie (ANDERSON, 2008).

- 1.0. Lâminas até 0,5 mm de diâmetro; racemos com 3-12 espiguetas; pedúnculos inclusos ou 1 cm acima das bainhas da folha-bandeira .....*Z. pacifica*
- 1.1. Lâminas 0,05-5 mm de largura; racemos com 10-50 espiguetas; pedúnculos a (0,3) 1-6,5 cm acima das bainhas das folhas bandeiras..... 2.0
- 2.0. Pedicelos 1,6-3,5 mm de comprimento; espiguetas ovadas, 1-14 mm de largura; entrenós de colmos 2-10 mm de comprimento; lâminas ascendentes.....*Z. japonica*
- 2.1. Pedicelos 0,6-1,6 mm de comprimento; espiguetas lanceoladas, 0,6= 1 mm de largura; entrenós do colmo 5-40 mm de comprimento, todas as plantas com pelo menos alguns entrenós com mais de 14 mm de comprimento; lâminas patentes.....*Z. matrella*

Shouliang & Phillips (2006), em trabalho divulgado na China, publicaram a seguinte chave, para identificar cinco espécies de *Zoysia*:

- 1.0. Espiguetas geralmente com cerca 2 mm de largura; bainhas foliares infladas, fechando a base da inflorescência.....*Z. macrostachya*
- 1.1. Espiguetas menos que 1,5 mm de largura; bainhas foliares não infladas.
- 2.1. Espiguetas ovadas, comprimento 2-2,5 vezes a largura; pedicelos flexuosos, geralmente mais longo que a espiguetas.....*Z. japonica*

2.2. Espiguetas lanceoladas a oblongas, comprimento 3-4 vezes a largura; pedicelos retos, geralmente mais curtos que a espiguetas.

3.1. Espiguetas 4-8 mm .....3. *Z. sinica*

3.2. Espiguetas 2-3 mm.

4.1. Lâminas foliares 1,5-2,5 mm de largura (quando abertas); inflorescência 2-4 cm; espiguetas 10-30.....4. *Z. matrella*

4.2. Lâminas foliares cerca de 1 mm de largura, setáceas; inflorescências até 1,5cm; espiguetas 6-12 .....*Z. pacifica*

Hikaru et al. (2005) apontaram outro detalhe morfológico para distinguir *Z. matrella* e *Z. tenuifolia*: a préfoliação da primeira é convoluta e da última é conduplicada.

Dentre os híbridos mais conhecidos, o cv. Emerald foi lançado em 1955, nos Estados Unidos, sendo registrado por Forbes (1962). Esse híbrido foi resultado de um cruzamento entre *Z. japonica* e *Z. pacifica* (ex *Z. tenuifolia*) em Maryland, em 1949. O cultivar herdou de *Z. pacifica*, os estolões púrpura, as folhas mais finas, gramado denso e folhas verde escuras da *Z. japonica* herdou a maior tolerância ao frio, e a rapidez de estabelecimento. Provavelmente, esse cultivar não corresponda ao que é conhecido no Brasil como grama esmeralda (GODOY, 2007). Além do cv. Emerald, outros cultivares de *Z. japonica* incluem Belaire, Meyer, Crowne, El Toro, Empire, Empress e Palisades.

*Z. matrella*, que lembra a grama bermuda em cor, textura e qualidade, é recomendada para relvados de alta qualidade, onde a lenta taxa de estabelecimento não é desvantagem. Alguns cultivares são Cashmere, Cavalier e Diamond (UNRUH et al., 2000).

Dentre as principais espécies de *Zoysia*, Forbes et al. (1955) destacaram as seguintes diferenças em termos de aparência de gramado: *Z. japonica* tem folhas mais largas, maior altura, é mais tolerante ao frio, é a melhor produtora de sementes, não produz tufo e produz relvados menos densos. *Z. matrella* tem folhas mais finas, é mais curta, é menos tolerante ao frio, pobre produtora de sementes e tende a produzir relvados densos. *Z. pacifica* (ex *Z. tenuifolia*) tem as folhas mais finas, é de menor altura, produz relvados muito densos e com muitos tufo. Essas espécies são mais tolerantes à geada em relação à *Cynodon* sp.

A tradução do nome comum da “zoysia grass” nos Estados Unidos, é grama dourada, em virtude da sua cor durante o período de dormência, no inverno. Nesse país, a gramínea foi introduzida em 1890 e o primeiro cultivar foi denominado Meyer, lançado na década de 50. Na década seguinte foi registrado o cv. Emerald e em seguida El Toro.

Segundo Diesburg (2000), o cv. Meyer foi denominado inadvertidamente por alguns como Amazoy. Embora haja outros cultivares, esse é o melhor para áreas de gramados, em que poucos o sobrepõem em qualidade. Para o autor, considerando a diversidade genética de *Zoysia*, sua amplitude adaptativa quanto à temperatura, umidade e nutrientes é relativamente ampla. Contudo, três problemas se apresentam: dormência sob baixas temperaturas, plântulas pouco vigorosas e baixa produção de sementes.

*Z. japonica* foi introduzida nos Estados Unidos em 1835 e a partir da sua domesticação diversos cultivares foram desenvolvidas. É a



grama que se encontra na maioria dos gramados do país (ZANON, 2003). Landry (2002), nos Estados Unidos, cita híbridos oriundos do Brasil, como Empire e Empress. Souza (2004) cita, ainda, os cvs. ITG-5 (folhas mais largas) e ITG-3 (folhas mais finas e delicadas), que estão chegando ao mercado brasileiro. Apesar disso, a dúvida quanto à origem do que é conhecida como “grama esmeralda” persiste. Hoje é tida como zoysia comum, sem identificação de cultivar, segundo a informação dos produtores.

A grama manila (*Z. matrella*) ocorre naturalmente na costa do Oceano Índico, Mar da China às Ilhas Ryukyu, e particularmente em todos os países do sudeste asiático. É estolonífera, raramente rizomatosa, de altura até 35 cm e com estolões de 45 cm. A bainha foliar é pilosa, a lígula é membranosa e finamente pilosa, com cerca de 0,25 mm, folha lanceolada de 8 cm x 3 mm quando expandida. A inflorescência é terminal de 4 cm, pedicelos de 0 a 3 mm de comprimento, espiguetas ovóides-oblongas, de 2 a 3,8 mm x 1 mm, gluma inferior frequentemente ausente, gluma superior 5-nervada, pálea ausente. Duas variedades são distintas: var. *matrella*: lâmina foliar com 1,5 a 2,6 mm de largura, racemo distintamente acima das folhas, de até 4,2 cm de comprimento; var. *pacifica*: lâmina foliar de 0,7-1 mm de largura, geralmente ereta; o racemo é pouco saliente acima da folhagem, de até 1,5 cm de comprimento (t MANNETJE, 2008). Sua propagação é vegetativa, pois as cariopses têm tegumento duro, o que ocasiona baixas taxas de germinação (DHANDAPANI et al., 2008). É frequentemente

confundida com a bermuda, em virtude da textura e cor (UNRUH et al., 2000).

As espécies de *Zoysia* têm textura fina ou média, dependendo da cultivar. Possuem densidade excelente, cor verde claro, podendo chegar a verde mais forte. São de lento estabelecimento, crescem bem no verão e permanecem dormentes no inverno. Se não forem bem manejadas podem desenvolver uma grande camada de colchão, conhecido como *thatch*, que é, na verdade, a porção basal do dossel da gramínea, formada pelo material morto resultante das podas de manutenção. Como os estolões e rizomas são muito fortes e se decompõem lentamente, as roçadas infrequentes, excesso de adubação e de irrigação conduz à formação dessa camada, cujos problemas iniciam quando sua camada ultrapassa meia polegada. Quando isso ocorre, há restrição à movimentação da água e à formação de raízes superficiais, o que requer mais irrigação. Para contornar o problema há que se fazer, de forma gradual, a aplicação superficial de solo (LANDRY, 2002).

É muito exigente em adubação nitrogenada e, segundo Godoy & Villas Boas (2003), é extremamente invasora, apesar de ser considerada de lento estabelecimento (LANDRY, 2002).

A grama esmeralda é de ampla adaptação às condições brasileiras, podendo ser usada de norte a sul, em regiões litorâneas ou nos planaltos. Devido à sua boa capacidade de resistência ao pisoteio, foi durante muitos anos a principal espécie dos gramados de futebol do Brasil. Também é a espécie da maioria dos gramados residenciais e sua

produção está concentrada no estado de São Paulo (GURGEL, 2003). O híbrido foi desenvolvido no estado da Georgia, EUA. Suas características incluem cor verde escuro, folhas de textura muito fina (estreitas), boa tolerância à sombra, alta densidade de caules e rizomas, lento crescimento e pouca tolerância ao frio (LANDRY, 2002). Devido ao seu vigoroso sistema subterrâneo, é uma grama bastante usada em contenção de taludes e em áreas com potenciais de erosão. Adapta-se a diferentes tipos de solo, desde arenosos a argilosos, exceto os solos com baixa capacidade de drenagem. Desenvolve-se bem em áreas de plena insolação, tolerando um mínimo de sombreamento. Sua altura de corte ideal é de 1,25 a 3,0 cm (GODOY & VILLAS BOAS, 2003).

#### **2.4.2 *Axonopus* Beauvois**

O gênero *Axonopus* foi criado por Beauvois em 1812, baseado na espécie *Axonopus compressus* Beauv.

Esse gênero, segundo Smith et al. (1982), possui mais de cem espécies, encontradas do sudeste dos Estados Unidos até o norte da Argentina.

A posição hierárquica do gênero *Axonopus* é a seguinte (CRONQUIST, 1981):

Reino Plantae

Divisão Magnoliophyta

Classe Liliopsida

Subclasse Commelinidae

Ordem Cyperales  
 Família Poaceae  
 Subfamília Panicoideae  
 Tribo Paniceae  
 Subtribo Panicinae  
 Gênero *Axonopus*

Na região sul do Brasil, segundo Valls (1973), encontram-se as espécies *A. obtusifolius* var. *obtusifolius*, *A. compressus* var. *compressus*, *A. compressoides*, *A. repens*, *A. araujoii*, *A. jesuiticus*, *A. marginatus*, *A. fissifolius*, *A. riograndensis*, *A. parodii*, *A. affinis*, *A. polystachyus*, *A. marginatus*, *A. purpusii* e *A. pottii*. A chave para identificação de *Axonopus* no Brasil foi desenvolvida recentemente por Valls et al. (2001):

1. Plantas estoloníferas
2. Préfoliação convoluta.
  3. Espiguetas 4-6 mm de comprimento .....*A. obtusifolius* var. *obtusifolius*
  - 3'. Espiguetas com menos de 3,5 mm de comprimento.
    4. Lâminas ciliadas ao longo das margens. Inflorescências formadas por 2-3 (-4) ramos unilaterais conjugados ou subdigitados.
      5. Anteras amarelas. Uma ou duas inflorescências axilares por colmo florífero.....*A. compressus* var. *compressus*
      - 5'. Anteras roxas ou amarelo-arroxeadas.
        6. Numerosas inflorescências axilares por colmo florífero. Espiguetas lanceolado-agudas. Pedúnculo das inflorescências mais longo do que a bainha da última folha. Inflorescências exsertas da última bainha foliar.....*A. compressoides*
        - 6'. Uma ou mais inflorescências axilares por colmo florífero. Espiguetas elíptico-agudas. Pedúnculo das inflorescências mais curtos ou, no máximo, do mesmo comprimento que a bainha da última folha. Inflorescências

- parcialmente incluídas na última bainha foliar  
 .....*A. repens*
- 4'. Lâminas glabras, ou ciliadas nas margens apenas na base. Inflorescências formadas por 2-8(-10) ramos unilaterais conjugados, subverticilados ou digitados.
7. 2-3 ramos unilaterais conjugados ou subdigitados por inflorescências, divergentes e pouco firmes. Espiguetas 2,5-3,2 mm de comprimento. Inovações intravaginais.  
 .....*A. araujoii*
- 7'. 4-8(-10) ramos unilaterais por inflorescências, ascendentes e eretos, firmes. Espiguetas (1,8-)2,1-2,4 mm de comprimento. Inovações extravaginais.....*A. jesuíticus*
- 2'. Préfoliação conduplicada.
8. Espiguetas com intensa pilosidade junto às nervuras, tricomas arroxeados ou castanho-arroxeados.....*A. marginatus*
- 8'. Espiguetas glabras ou com pilosidade branca esparsa.
9. Espiguetas (1,9-)1,8 mm de comprimento. Estolhos delgados. Lâminas 2-4 mm de largura.....*A. fissifolius*
- 9'. Espiguetas de 2 ou mais mm de comprimento. Lâminas de 4 a mais mm de largura.
10. Ráquis com tricomas longos e rijos junto à inserção das espiguetas.....*A. riograndensis*
- 10'. Ráquis sem tricomas rijos junto à inserção das espiguetas.
11. Nervura média da gluma superior presente e pouco evidente. Espiguetas 2,4-3 mm de comprimento (excepcionalmente 2,1 mm). Gluma superior até 7-nervada. Antécio superior normalmente menor do que a gluma respectiva. Plantas psamófilas, com estolhos vigorosos e, freqüentemente, "rizomas supraterrâneos" (semelhantes aos de *Paspalum. notatum*). Entrenós dos estolhos verde-acinzentados....*A. parodii*
- 11'. Nervura média da gluma superior inconspícua ou ausente. Gluma superior 2-4-nervada. Espiguetas ca. 2-2,3 mm de comprimento. Antécio superior igual ou pouco menor que a gluma respectiva. Plantas de campos interioranos, secos a úmidos. Entrenós dos estolhos arroxeados.....*A. affinis*
- 1'. Plantas cespitosas.
12. Préfoliação convoluta. Inflorescência com ramos unilaterais geralmente em grande número (5-20) .....*A. polystachyus*
- 12'. Préfoliação conduplicada. Inflorescência com (2)3-9(11) ramos unilaterais.

13. Gluma superior e lema inferior com intensa pilosidade junto às nervuras.
14. Espiguetas 2,5-3mm de comprimento. Inovações extravaginais..... *A. marginatus*
- 14'. Espiguetas 1,7-2,2 mm de comprimento. Inovações intravaginais.....*A. purpusii*
- 13'. Gluma superior e lema inferior glabros ou com pilosidade escassa junto às nervuras..... *A. pottii*

São plantas herbáceas, pequenas até grandes, geralmente perenes, acaules ou com rizomas ou estolhos. Colmos eretos ou geniculados nos nós, completamente glabros ou com nós pubescentes. Folhas todas basais ou algumas para cima, bainhas abertas, roliças ou carinadas, às vezes mergulhando com a lâmina; lígulas pequenas até quase faltando; lâminas normalmente lineares, atenuadas até arredondadas, planas ou conduplicadas ou involutas, rígidas ou moles (SMITH et al., 1982).

Segundo Christians (1998), há duas espécies utilizadas para gramados, *A. affinis* Chase, conhecida como São Carlos ou tapete, e *A. compressus* [Swartz] Beauv., conhecida como sempre-verde ou curitibana (Figura 4). Ambas são gramas de clima quente, estoloníferas, propagadas por sementes e leivas. Tem baixa densidade de folhas e baixa tolerância ao frio e à seca. Kuhn (1994) cita ainda as espécies *A. compressus* var. *compressus*, *A. araujo* e *A. barreto*, para formação de gramados.

A grande semelhança entre as espécies utilizadas para gramados pode ocasionar confusão entre as espécies, que muitas vezes

são trocadas. *A. repens* e *A. affinis* possuem características similares, porém a préfoliação permite a correta identificação da espécie. *A. repens* tem préfoliação convoluta e a *A. affinis* conduplicada (Figura 4).

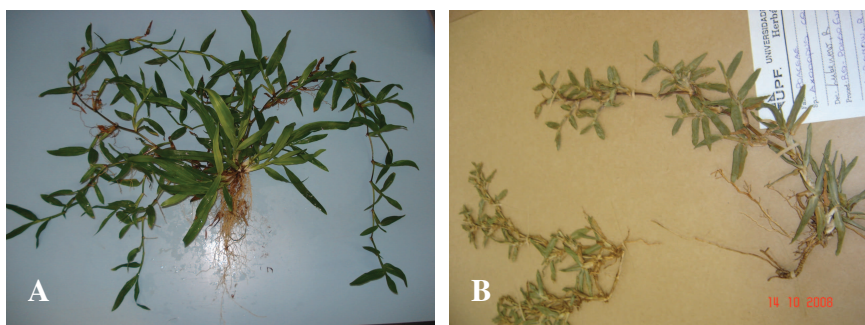


Figura 4- Hábito de crescimento de *Axonopus affinis* (A) e *A. compressus* (B).

#### 2.4.2.1 *Axonopus affinis* Chase

Espécie perene, estolonífera, com curtos rizomas nas partes vegetativas mais antigas, nós glabros ou pouco pubescentes, inovações intravaginais e préfoliação conduplicada (excepcionalmente, com pequena dobra longitudinal e próxima a cada margem, que não alcança a base da lâmina, mas que aparenta préfoliação convoluta); bainha da última folha com cerca da metade a dois terços do comprimento da inflorescência principal, quilhada e glabra; lâmina plana, com cerca de um quarto a um sexto do comprimento da bainha, em geral com 0,3 a 0,5 cm de largura, linear, com ápice obtuso, superfície glabra, e margem

com cílios frouxos e esparsos localizados apenas próximos a região ligular.

A inflorescência principal é exserta da bainha, normalmente acompanhada por duas (até cinco) inflorescência axilares; todas as inflorescências com 2, 3 ou 4 (-6) racemos espiciformes, conjugados, subdigitados, ou digitados, de 4 a 10 cm de comprimento, com dimensões variando em torno de 1,9 x 0,8 mm a 2,5 x 0,9 mm, verde-amareladas, verde-claras, verde-arroxeadas ou roxas, com escassa pubescência ao longo das nervuras ou completamente glabras, cerca de 18 por 25 mm de ráquis; antécio estramíneo, com cerca de 2mm de comprimento; anteras e estigmas roxos; cariopse em geral desenvolvida, ocupando todo o interior do antécio (NASCIMENTO, 1973).

Por seu hábito de crescimento estolonífero e intensa ressemeadura natural, tem sua expansão incrementada pelos fatores bióticos (Figura 5).

Figura 5- Aspecto da exsicata e hábito de crescimento de *Axonopus affinis* RSPF 5145 e 11591.



### 2.4.3 *Cynodon* Rich.

A posição hierárquica do gênero *Cynodon* é a seguinte (CRONQUIST, 1981):

Reino Plantae

Divisão Magnoliophyta

Classe Liliopsida

Subclasse Commelinidae

Ordem Cyperales

Família Poaceae

Subfamília Chloridoideae

Tribo Cynodonteae

Gênero *Cynodon*

Esse gênero possui a maior distribuição geográfica do planeta. As variedades primitivas são originárias da África tropical, Eurásia, Índia e Malásia, de onde foram introduzidas nos Estados Unidos em meados de 1800, inicialmente nos estados do sul e posteriormente nos demais estados (HARLAN, 1970).

Nesse gênero está a espécie *C. dactylon* (L.) Pers., denominada de grama paulistinha (Figura 6), grama-seda, grama-miúda, capim-bermuda, capim-de-burro, grama-brava e pata-de-perdiz. É descrita como uma das mais temíveis ervas daninhas do mundo, pela sua alta agressividade e rápida dispersão. É considerada uma série invasora de culturas, gramados e mesmo pastagens artificiais, sendo muito difícil

sua erradicação, uma vez que revigora com o revolvimento mecânico dos solos.



Figura 6- Aspecto da exsicata de *Cynodon dactylon*. Exsicata RSPF 6451.

As espécies do gênero requerem altas temperaturas e radiação, povoando todas regiões quentes do hemisfério, sendo que o sombreamento pode ser usado para controle da mesma. São normalmente tolerantes à seca, mas uma boa umidade aumenta sua taxa de crescimento (BURTON et al., 1987). A temperatura ótima para crescimento é de 24 a 38°C, sendo inibido por temperaturas inferiores a 10°C. Toleram vários tipos de solos, com maior crescimento em solos

argilosos e pesados, devido a sua boa capacidade de exploração da água em argila. Podem sobreviver a longos períodos de cheia, mas seu crescimento não ocorre se o solo não for arejado (BURTON & HANNA, 1985). O principal meio de propagação é por meio de rizomas e estolões (WHITE, 1973). Essa característica atribui às bermudas grande resistência ao pisoteio, pois as injúrias causadas pelo tráfego podem ser rapidamente recuperadas pelo desenvolvimento de novos brotos e afilhos.

Muitos cultivares do gênero são utilizados como plantas forrageiras e outros para fins esportivos e ornamentais, devido a sua característica de rápida recuperação sob corte ou pisoteio. Em campos de futebol no Brasil é gradual a substituição da grama esmeralda por variedades de grama bermuda, principalmente os híbridos. Também podem ser usadas em gramados residenciais, com investimento pesado em poda, nutrição e irrigação.

#### **2.4.3.1. Tifton 419**

Desde o lançamento do primeiro híbrido da grama-bermuda nos Estados Unidos, em 1953, a evolução de novos híbridos e sementes melhoradas foi lenta. O trabalho mais bem sucedido ocorreu em 1960, realizado pelo Dr. Glenn W. Burton e seus colegas, culminando com o registro do cv. Tifton 419, resultante do cruzamento *C. dactylon* x *C.*

*transvaalensis* (BUSEY & DUDECK, 2008), uma das melhores gramas para campos de golfe (Figura 7).

Esse cultivar, por ser estolonífero/rizomatoso, apresenta alta resistência ao pisoteio, com rápida e vigorosa recuperação após ocorrência de danos. Tem folhas de textura fina, cor verde claro e crescimento lateral intenso formando ótima densidade. É resistente à seca e tolera bem temperaturas de até 40°C. Entra em dormência após algumas geadas e recupera-se rapidamente quando aumenta a temperatura.

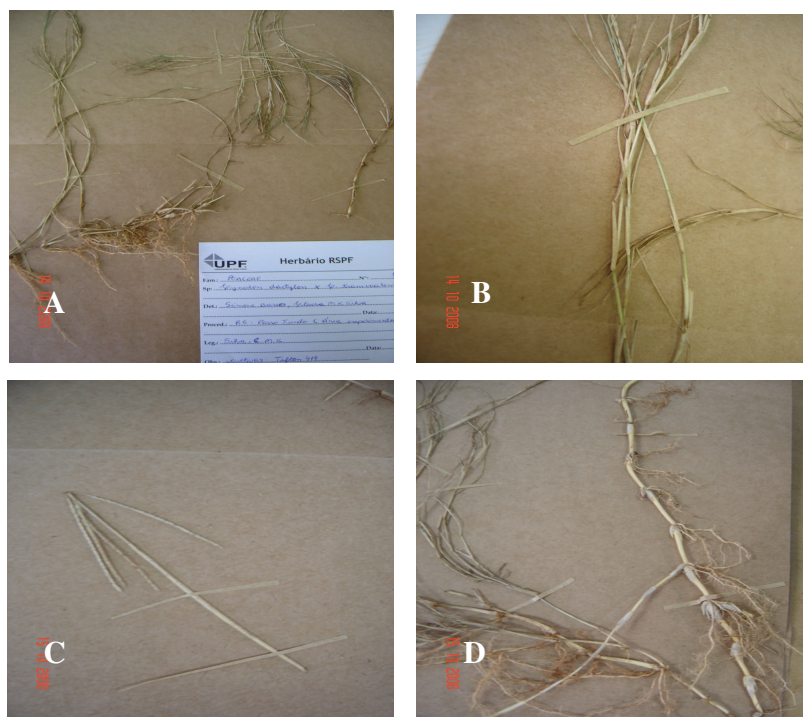


Figura 7- Aspecto da exsicata RSPF 11589 de Tifton 419. Hábito de crescimento (A), afilhos (B), inflorescência (C), Rizoma (D) Exsicata RSPF 419.

## 2.5 Características anatômicas da lâmina foliar

As estruturas anatômicas podem auxiliar nas descrições das características morfológicas externas, que podem servir como ferramenta importante em estudos de identificação de espécies e variedades.

A composição celular, a quantidade e o arranjo dos diferentes tecidos auxiliam no entendimento da funcionalidade das espécies. Segundo Sherman & Bread (1975), várias características fisiológicas, morfológicas e anatômicas da planta podem estar relacionadas à tolerância e ao desgaste devido ao pisoteio em gramas. Essa tolerância pode ser influenciada pelo grau de hidratação dos tecidos da gramas, pela quantidade e localização das fibras de esclerênquima, pelo conteúdo de lignina e pela densidade de ramos.

Os tecidos da lâmina foliar são diferenciados em tecidos condutores (feixe vascular), consistindo das células do xilema e do floema e tecido de suporte ou sustentação (esclerênquima), freqüentemente associado aos feixes vasculares e ao tecido assimilatório, formado pelas células do parênquima clorofiliano que constitui o mesófilo (WILSON, 1993). Em geral, as espécies C<sub>4</sub> apresentam na lâmina foliar maior proporção de tecidos condutores, bainha parenquimática dos feixes e esclerênquima (AKIN, 1989).

Os estômatos podem ocorrer em uma superfície da folha ou em ambas, mais comumente na abaxial, e nas folhas das gramíneas se

desenvolvem seqüencialmente em fileiras longitudinais, devido à atividade do meristema basal. São formados por células estreitas associadas a células subsidiárias e, em certas partes da folha podem estar presentes células silificadas, suberificadas e tricomas (CUTTER, 1986).

A epiderme das gramíneas contém vários tipos de células. O tecido básico é constituído de células alongadas e estreitas, muitas vezes providas de paredes anticlinais fortemente onduladas. Células buliformes volumosas formam faixas de diferentes larguras, também chamadas células motoras, estando envolvidas no processo de enrolamento e dobramento de folhas (ESAU, 1974). Golombek (2006) cita que gramados mantidos sob irrigação, possuem folhas com camadas cuticulares mais delgadas do que aqueles sob estresse hídrico.

Alvarez et al. (2005) descreveu anatomicamente *A. prupusii* (Mez), como possuindo lâmina foliar em vista frontal com células longas e paredes onduladas, células silificadas cruciformes e halteriformes, estômatos, cerdas e micropelos. Em seção transversal apresenta lâmina em forma de V, quilha proeminente constituída por células buliformes, células incolores, clorênquima e feixes vasculares; mesofilo diferenciado em clorênquima lobado em posição subepidérmica em ambas as superfícies e clorênquima radiado em torno dos feixes vasculares; vascularização constituída por feixes de três calibres (1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ordens), esclerênquima visto como grupos associados aos feixes vasculares e em forma de casquete de fibras na borda da lâmina.

Silva & Alquini (2003), ao compararem anatomicamente as folhas de *A. scoparius* e *A. fissifolius*, verificaram a presença da estrutura Kranz em ambas, mas diferiram quanto às células buliformes. Na epiderme da face adaxial da lâmina foliar de *A. fissifolius* essas células estão presentes, o que não ocorre em *A. scoparius*. Foi observada presença de tricomas longos, unicelulares na epiderme da face adaxial da lâmina foliar de *A. scoparius* e ausência destas estruturas em *A. fissifolius*.

Costa (2007), aplicando doses de redutor de crescimento, trinexapac-ethyl observou na região da nervura central, alterações nos caracteres anatômicos. Houve aumento do tamanho e do número das células do parênquima, promovendo leve aumento da espessura foliar na grama *S. secundatum*. Em *Z. japonica* houve aumento do tamanho e número das células buliformes na porção adaxial, o que promoveu aumento da espessura foliar, aumentando, assim, a tolerância dessa grama às condições de sombreamento e déficit hídrico.

## **2.6 Qualidade dos gramados**

A qualidade de um gramado é dada pela utilidade, aparência e, no caso de gramados esportivos, pela sua capacidade de jogo. Assim, um gramado ornamental deve ser denso, uniforme e ter coloração agradável para ressaltar a beleza de uma paisagem.

Um gramado esportivo deve ser seguro e preencher certos requisitos, que variam conforme o esporte.

A qualidade decorrente das características apresentadas pode estar relacionada à estrutura fisiológica da espécie ou a função à que se destina. A qualidade também engloba aspectos subjetivo, dependente da apreciação visual (KUHN, 1994).

Para Golombek (2006), diversas respostas morfológicas também se associam à baixa intensidade luminosa, com folhas mais finas, redução na largura das folhas, redução na densidade dos brotos, entrenós mais longos, redução no perfilhamento, no diâmetro do caule e crescimento mais ereto. As fragilidades geradas pela baixa intensidade luminosa acarretam em menor resistência ao uso, doenças, calor, seca e tolerância ao frio.

A irrigação correta de um gramado, além de possibilitar economia na manutenção, é de grande importância para sua boa qualidade.

Silva et al. (2007), trabalhando com a grama esmeralda, constataram que o incremento da irrigação nos meses em que a temperatura foi superior a 20°C aumentou a produção de matéria seca da grama esmeralda e, com uma lâmina d'água de 80% da evapotranspiração é suficiente para manter a boa qualidade do gramado.

Os fatores que influenciam na qualidade dos gramados podem ser estruturais ou funcionais.



## **2.6.1 Influência de fatores estruturais**

Conforme Unruh (2004), a qualidade da grama pode ser avaliada por características básicas como densidade, textura, uniformidade, cor, hábito de crescimento e suavidade.

### **2.6.1.1 Densidade**

De acordo com Barreta & Nascimento (1991), densidade é o número de indivíduos ou órgãos (perfilhos) por unidade de área. Esse é um atributo muito desejado na formação dos tapetes vegetais, sobretudo nos destinados à prática esportiva. Esta característica depende do hábito de crescimento, da quantidade e do tamanho das folhas e dos entrenós das espécies formadoras de gramados. Entre cultivares de uma mesma espécie pode haver ampla variação em densidade.

### **2.6.1.2 Textura**

Unruh (2004) define textura de gramas como sendo a medida da largura da lâmina foliar, pode variar com a espécie, cultivar, densidade e estresse ambiental. Kuhn (1994) complementa que gramados de textura fina têm folhas estreitas e espécies de folhas mais largas formam gramados de textura mais grossa. Muitas vezes a textura depende da forma e disposição das folhas. A textura influencia na

compatibilidade das gramas nas misturas, onde gramas de textura fina e grossa geralmente não são consorciadas, por resultar em um gramado desuniforme. Densidade e textura são fatores frequentemente relacionados, pois, quando se aumenta a densidade, a textura geralmente se torna mais fina.

### **2.6.1.3 Uniformidade**

A uniformidade refere-se à aparência homogênea de um gramado. Turgeon (1985) cita dois parâmetros para uniformidade: um relacionado à composição e matéria verde ou parte aérea vegetal, e o outro diz respeito à característica da superfície de um gramado. Segundo Kuhn (1994), a uniformidade de um gramado é influenciada por fatores como o clima, o solo e as técnicas usadas para implantação e manutenção do mesmo. Diferenças em textura, densidade, composição de espécies, cor e altura de corte também influenciam na uniformidade e, por conseqüência, na qualidade visual de um gramado.

### **2.6.1.4 Cor**

A cor pode ser um indicador muito útil das condições gerais das plantas. A aparência amarelada ou clorótica a pode indicar deficiências nutricionais, moléstia ou outro fator desfavorável que esteja

influenciando no desenvolvimento. Coloração escura ou anormal pode ser evidência de fertilização excessiva ou estágio inicial de moléstia.

A qualidade do corte também pode influenciar na coloração, quando feito de maneira imprópria rasgando a ponta das folhas, pode ficar com aparência marrom.

Espécies e cultivares podem variar em coloração, desde o verde claro ao verde bem escuro ou azulado. A cor também pode ser característica determinante na opção de espécies para fins paisagísticos (KUHN, 1994).

Godoy (2005), trabalhando com a grama Santo Agostinho, testou doses de nitrogênio relacionando com a incidência da cor verde na lâmina foliar. Ocorreu influência das doses de N na intensidade da cor verde. Este método auxilia na recomendação das doses de N, sendo que este pode ser medido no campo instantaneamente.

#### **2.6.1.5 Hábito de crescimento**

Hábito de crescimento é a forma vegetativa característica ou aparência da planta. Os tipos básicos referentes a gramíneas que formam gramados são estoloníferas, rizomatosas e cespitosas, sendo que as estoloníferas e rizomatosas tendem a formar gramados mais espalhados horizontalmente e mais uniformes (KUHN, 1994).

### **2.6.1.6 Suavidade**

É a característica de superfície de um gramado (UNRUH, 2004). Esta característica afeta a qualidade visual e a capacidade de jogo no gramado. É uma característica intrínseca de cada espécie, e está relacionada a textura das lâminas foliares. O corte incorreto do ápice das folhas diminui essa característica. Quando a ponta das folhas não é suave, decai muito a qualidade dos gramados em campos de golfe, pois a velocidade e duração da rolagem da bola ficam muito reduzidas (KUHN, 1994).

## **2.6.2 Influência de fatores funcionais**

Os fatores funcionais são características que a espécie apresenta que podem auxiliar na função a que se destina o gramado (KUHN, 1994). A seguir são descritos os principais fatores funcionais de gramados.

### **2.6.2.1 Rigidez**

Segundo Unruh (2004), rigidez é a resistência das folhas do gramado a compressão e está relacionada à tolerância e ao desgaste. É influenciada pela composição química do tecido da planta, pelo teor de água, temperatura, tamanho da planta e densidade. Canaway et al.

(1985) conceituam rigidez como a proporção da força aplicada em relação à flexibilidade ou curvamento da superfície, ou seja, o grau de rigidez ou maciez desta superfície, variando com o tamanho e a duração da força aplicada.

Um gramado que proporciona uma superfície muito rígida pode lesionar o jogador numa queda, e uma superfície muito macia pode causar excessivo cansaço.

#### **2.6.2.2 Elasticidade**

A elasticidade é a capacidade das folhas de um gramado de voltar à posição inicial no momento em que a força é retirada ou a capacidade do gramado de absorver uma força sem alterar as características de sua superfície (UNRUH, 2004).

Canaway et al. (1985) definem elasticidade como a quantidade de energia que retorna para o jogador após este entrar em contato com a superfície, proporcional à energia que foi despendida.

A elasticidade é fornecida pelas folhas e pelos estolões, mas ela será predominantemente uma característica do meio no qual o gramado se desenvolve. O colchão que se forma na base e a estrutura do solo são fatores que aumentam a elasticidade do gramado (KUHN, 1994).

### **2.6.2.3 Matéria seca**

Sendo a estimativa de produção de uma área, é freqüentemente utilizado na pesquisa em gramados como indicador do desenvolvimento das plantas. É influenciada pela adubação, irrigação, tratos culturais e condições ambientais (KUHN, 1994). Godoy et al. (2007), ao testarem doses de nitrogênio e potássio na produção de matéria seca (MS) da grama esmeralda, concluíram que a dose de 408 kg.ha<sup>-1</sup> de N promoveu maior taxa de cobertura do solo, ao passo que o K não influenciou nesse parâmetro.

### **2.6.2.4 Tolerância ao desgaste**

Para Kuhn (1994), a tolerância ao desgaste é um fator de extrema importância em todos os gramados esportivos ou de uso intenso. Esta tolerância tem sido definida como a capacidade de suportar uso intenso ou a capacidade de um gramado manter-se em padrão aceitável durante período de uso. A capacidade de recuperação também pode ser definida como o potencial de um gramado de recuperar-se de danos desencadeados por organismos causadores de moléstias, insetos ou tráfego.

Os efeitos do desgaste podem ser atribuídos a dois fatores. Primeiro, aos danos causados na superfície, como esmagamento, lesões e rompimento dos tecidos das folhas, colmos e gemas. Segundo,

problemas relacionados à compactação e estrutura do solo. A capacidade de recuperação das gramíneas é influenciada pelas condições culturais, como compactação, adubação e irrigação e por condições ambientais (CANAWAY, 1975).

Unruh (2004) menciona o corte como um fator de estresse, o qual pode promover perda de água, desenvolvimento de doenças, redução do armazenamento de carboidratos, aumento da densidade de brotação e diminuição do crescimento das raízes.

Maciel et al. (2006), ao testarem fitohormônios no desenvolvimento da grama bermuda, no intuito de diminuir custos de manutenção com cortes e diminuir a agressão às plantas, verificaram que não houve efeito nas características visuais da parte aérea, ocorrendo redução no crescimento. No entanto, com ethyl-trimexapae ocorreu branqueamento na região da borda das folhas que foram submetidas ao corte antes da aplicação.

## **2.7 Aspectos ecofisiológicos dos gramados**

São diversas as interações entre gramados e o meio que os circunda. Todos os componentes do meio, naturais ou artificiais, bióticos ou abióticos afetam o ótimo funcionamento fisiológico de uma planta, sendo a luz e a temperatura os fatores de maior influência no desenvolvimento de gramados (GOLOMBEK, 2006).

### 2.7.1 Luz

A quantidade de luz recebida por um gramado é influenciada por muitas características do meio ambiente como nuvens, prédios, árvores e outros fatores que podem reduzir substancialmente a insolação, tornando o sombreamento um fator limitante no desenvolvimento de gramados (KUHN, 1994). Os efeitos do sombreamento em uma área gramada podem ser benéficos ou prejudiciais, dependendo da intensidade dos fatores envolvidos. O efeito moderador do sombreamento sobre as temperaturas extremas é positivo, sendo que muitas vezes gramados parcialmente sombreados tem aparência mais saudável do que aqueles expostos a sol pleno, principalmente durante verões rigorosos. Por outro lado o sombreamento pode resultar num menor movimento de correntes de ar e aumento da umidade relativa, deixando o gramado mais suscetível ao ataque de patógenos, principalmente em áreas de drenagem deficiente (KUHN, 1994).

A grama bermuda e a grama esmeralda perdem a coloração quando altas taxas luminosas (maior que  $0,75 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$ ) estão associadas a baixas temperaturas (menor que  $7^{\circ}\text{C}$ ). Isso porque as altas taxas luminosas quebram a molécula de clorofila e as baixas temperaturas reduzem a síntese de clorofila. Mecanismos semelhantes ocorrem com a grama Santo Agostinho e a grama São Carlos (GOLOMBEK, 2006). A redução de luz pode vir pelo sombreamento de espécies mais altas, resíduos de cortes não removidos, exposição sul do



terreno, práticas de cobertura e outros. A fragilidade gerada pela baixa intensidade luminosa diminui a resistência ao uso, doenças, calor, seca e tolerância ao frio.

### **2.7.2 Temperatura**

A temperatura é um fator ambiental que afeta a adaptação de um gramado a uma região geográfica em particular. É uma expressão mensurável da energia, na forma de calor, proveniente da radiação solar. Muitos fatores afetam o acúmulo líquido de energia de calor por objetos específicos numa paisagem (UNRUH, 2004).

Conforme Kuhn (1994), a taxa de crescimento de cada espécie ou cultivar, assim como todos os processos biológicos, são caracterizados por três temperaturas cardeais que estabelecem a amplitude de temperatura dentro do qual este crescimento ocorre, a temperatura máxima efetiva, a temperatura mínima efetiva e a temperatura na qual o ponto ótimo de crescimento ocorre. Além disto, duas outras temperaturas cardeais (mínima e máxima para sobrevivência) estabelecem os extremos de temperatura além da qual um gramado não sobrevive.

Dependendo da espécie, a tolerância ao frio ou calor fica dentro de uma faixa de temperatura ampla. Em geral, a morte se deve a destruição do protoplasma. Acima de 51°C e abaixo de 0°C há pouca atividade metabólica, sendo que a faixa normal de crescimento e

desenvolvimento gira em torno de 4 a 40°C. A planta recebe o calor solar e outros, mantendo sua temperatura essencialmente por evapotranspiração. A variação de temperatura é maior acima e próxima à superfície do solo e cada espécie de gramado tem sua faixa ideal de temperatura, onde a temperatura ideal para máximo crescimento nem sempre coincide com aquela em que as plantas aparentam melhor qualidade (GOLOMBEK, 2006). A temperatura ótima para crescimento da parte aérea de gramados de clima frio oscila entre 15,5 e 24°C e para gramados de clima quente entre 27 e 35°C. O mínimo além do qual o crescimento da grama esmeralda torna-se nulo é de aproximadamente 13°C e para a bermuda essa temperatura cai para 10°C. Para as raízes, a faixa de temperatura ótima para crescimento está entre 24 e 30°C, sendo esta temperatura medida a 15 cm de profundidade. Já, para a fotossíntese os ótimos de temperatura são ligeiramente mais altos, cerca de 35°C.

Um dos principais sintomas do excesso de calor é o aumento na taxa de maturação do sistema radicial, deixando as raízes marrons, espiraladas e fracas, bloqueando a formação de novos tecidos meristemáticos, causando declive no crescimento aéreo, reduzindo a largura, comprimento e área foliar. Altas temperaturas provavelmente causam destruição de certas enzimas, e um desbalanço entre processos metabólicos acelerando-os ou degradando algum metabólito essencial. Também influenciam outros processos fisiológicos, tal como o funcionamento dos estômatos, o que afeta o resfriamento da planta,

causando um aumento na temperatura das folhas a níveis possivelmente letais (GOLOMBEK, 2006).

## **2.8 Compactação do solo**

Um solo pode ser quimicamente bom, mas se a compactação ocorre, as plantas não se beneficiam adequadamente dos nutrientes, uma vez que o desenvolvimento de novas raízes fica prejudicado, e é nelas que ocorre a maior taxa de absorção. Além disso, com a compactação diminuem os espaços livres do solo, e conseqüentemente, a quantidade de oxigênio disponível na rizosfera, podendo ser limitante para o desempenho dos processos metabólicos da planta (QUEIROZ-VOLTAN et al., 2000).

O aumento da densidade do solo ou compactação tem efeitos indiretos nos gramados, tais como restrição ao movimento do ar e água, maior resistência física ao desenvolvimento das raízes, entre outros. Isso ocorre em geral mais próximo à superfície, de 5 a 8 cm do solo, (GOLOMBEK, 2006). Carlesso & Zimmermann (2005) destacaram que a compactação do solo e a ocorrência de crosta superficial diminuem a infiltração da água no solo. Isso afeta tanto a infiltração inicial como a capacidade de infiltração do solo.

Queiroz-Voltan et al. (2000), avaliando a estrutura anatômica da raiz de soja em solos compactados, observaram que a compactação não afetou a estrutura anatômica, o número de folhas, a altura das

plantas, mas diminuiu a produção de MS da raiz e do caule e aumentou o comprimento da raiz.

No sistema de produção de tapetes de grama, uma certa compactação das camadas superficiais é desejada para facilitar no corte dos mesmos para que fiquem firmes e inteiros. Como a produção de grama é realizada em solos compactados, a quantidade de fertilizantes adicionadas neste sistema deve ser alta, para suprir a redução de aeração nas raízes e absorção ativa de nutrientes (GODOY & VILLAS BOAS, 2003).

Além da utilização do rolo compactador, o tráfego de máquinas é intenso (roçadeira, trator com adubadora, pulverizador, máquinas de corte e outros). Este fator é de grande importância nos gramados, pois afeta o crescimento saudável do mesmo, causando compactação, ferimentos, raleamento ou morte, quando em excesso, concretizando-se pelo amassamento de tecidos das folhas, caule, coroa, rizomas e raízes, sendo mais agudo quando o solo está úmido (GOLOMBEK, 2006). Godoy (2005), testando doses de nitrogênio na grama *Sto. Agostinho*, descreveu que a existência de uma camada compactada do solo reduziu a absorção e favoreceu as perdas de N por desnitrificação.

Godoy & Villas Boas (2003) citam que em campos esportivos é comum a substituição da camada superficial do solo por uma camada composta principalmente de areia, para uma maior textura, consequentemente melhor drenagem e menor compactação. No entanto,

a mudança na textura do solo afeta a nutrição e adubação desse gramado, reduzindo sua fertilidade, pela menor retenção de nutrientes, devido sua baixa CTC e a perda de nutrientes pela lixiviação.

As condições favoráveis na zona radicial estão relacionadas com a estrutura do solo e são determinadas pela disponibilidade de água, aeração, temperatura e resistência que o solo ofereça à penetração de raízes. No que diz respeito à funcionalidade, a estrutura do solo ideal é aquele que permite uma grande área de contato entre raízes e o solo, apresentando espaço poroso suficiente para movimentação de água e difusão de gases (KLEIN et al., 1998). Golombek (2006) cita que áreas compactadas ou de má drenagem reduzem as chances de um gramado sobreviver a geadas, pelo fraco sistema radicial.

A densidade do solo sofre influência da textura. Dessa forma, a observação dessa propriedade não fornece informações suficientes sobre a sua compactação. Com isso, foi estabelecido o conceito de densidade relativa do solo, o que segundo Carter (1990), Hakansson (1990) e Klein (2006), é a relação da densidade do solo com sua densidade máxima, obtida pelo teste de Proctor normal.

A densidade relativa apresenta influência sobre o volume de macroporos do solo, como observaram Carter (1990) e Ferreras et al. (2001). Além disso, a densidade relativa afeta no crescimento radicial e rendimento das plantas (LIPIEC et al., 1991).

Com base nos atributos e aspectos acima mencionados, é possível o desenvolvimento de estudos aprofundados sobre as principais

gramas utilizadas na formação de gramados. Como o mercado de gramas está evoluindo com grande rapidez no Brasil, tais estudos podem auxiliar na escolha de espécies e cultivares adaptadas às distintas regiões e condições de cultivo e manejo. As informações científicas, tão escassas em nosso país quanto aos gramados, serão importantes para produtores, paisagistas e consumidores.

## CAPÍTULO I

### DESENVOLVIMENTO MORFOLÓGICO DAS GRAMAS ESMERALDA, SÃO CARLOS E TIFTON 419

**RESUMO** – Avaliou-se o desenvolvimento morfológico das gramas tapete ou São Carlos (*Axonopus affinis*), Tifton 419 (*Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis*) e esmeralda (*Zoysia* sp.), cultivadas em casa-de-vegetação e colhidas integralmente aos 97, 118, 146, 174, 202, 230 e 258 dias de idade. A Tifton 419 mostrou os maiores comprimento de estolão (83,3 cm), altura de planta (23,6 cm) e número de folhas (12-24.cm<sup>-1</sup> de estolão); as folhas mediram 6,7 cm x 1,9 mm (textura fina). Os estolões da São Carlos atingiram, em média, 58,3 cm, foram os mais espessos (2,5 cm), com 2-4 folhas.cm de estolão<sup>-1</sup>; suas folhas mediram 10,9 cm x 12,3 mm (textura grossa) e a altura máxima da planta foi de 13 cm. A esmeralda foi inferior quanto à altura (10 cm), comprimento de estolão (45 cm) e número de folhas (7 folhas.cm de estolão<sup>-1</sup>); suas folhas mediram 6,2 cm x 3,7 mm (textura média). O acúmulo de matéria seca da parte aérea (mg.planta<sup>-1</sup>) atingiu 12.100 (São Carlos), 8.700 (Tifton 419) e 3.500 (esmeralda) e a relação raiz:parte aérea foi de 0,33, 0,15 e 0,19, respectivamente.

**Palavras-chave:** *Axonopus*, *Cynodon*, morfologia, *Zoysia*

**MORPHOLOGICAL DEVELOPMENT OF EMERALD,  
CARPETGRASS AND TIFTON 419 TURFGRASSES**

**ABSTRACT** - This study evaluated the morphological development of carpetgrass or São Carlos (*Axonopus affinis*), Tifton 419 (*Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis*) and emerald (*Zoysia* sp.), that were grown in greenhouse and harvested at 97, 118, 146, 174, 202, 230 and 258 days old. Tifton 419 showed the largest stolons (83.3 cm), height (23.6 cm) and leaf numbers (12-24.cm<sup>-1</sup> of stolon); leaves measured 6.7 cm x 1.9 mm (fine texture). Carpetgrass stolons reached on average 58.3 cm, were thicker (2.5 cm), with 2-4 leaf cm<sup>-1</sup>; their leaves measured 10.9 cm x 12.3 mm (coarse texture) and the maximum height of the plant was 13 cm. The emerald had the lowest height (10 cm), stolon length (45 cm), number of leaves (7.cm of stolon<sup>-1</sup>); their leaves measured 6.2 cm x 3.7 mm (medium texture). The dry matter accumulation (mg.planta<sup>-1</sup>) reached 12,100 (carpetgrass), 8,700 (Tifton 419) and 3,500 (emerald), with root: shoot relation of 0.33, 0.15 and 0.19, respectively.

**Key-word:** *Axonopus*, *Cynodon*, morphology, *Zoysia*



## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, as principais gramas cultivadas para formação de gramados são as gramas japonesa e coreana (*Zoysia* spp.), Sto. Agostinho (*Stenotaphrum secundatum* Kuntze), bermudas (*Cynodon* spp.) e sempre-verde ou tapete (*Axonopus* spp.).

Dentre as espécies de *Axonopus*, a grama-tapete ou São Carlos (*A. affinis* Chase) e a sempre-verde ou curitibana (*A. compressus* (Sw.) P. Beauv. destacam-se pela tolerância ao frio. Suas diferenças mais marcantes para fins de identificação é a préfoliação, que na primeira é conduplicada e na segunda convoluta .

As espécies de *Zoysia* spp. são oriundas da China, Japão e sudeste da Ásia. Em nível mundial, as principais espécies para fins esportivos e ornamentais são *Z. japonica* Steud., *Z. matrella* (L.) Merrill e *Z. pacifica*, que diferem quanto à textura das folhas, de mais grosseira para mais fina, respectivamente. O desenvolvimento de cruzamentos interespecíficos entre tais espécies resultou em diversos híbridos, o que torna difícil a identificação e denominação de materiais comumente encontrados no comércio.

No Brasil, essas gramas são denominadas normalmente de esmeralda ou gramas japonesa, e normalmente são identificadas como *Z. japonica*. Anderson (2000) e Shouliang & Phillips (2006) estabeleceram chaves taxonômicas, que permitiram sua identificação, embora em níveis comerciais haja um grande número de híbridos, pois, além dos

trabalhos de melhoramento, as espécies do gênero cruzam com facilidade.

O que é denominada de grama esmeralda no Brasil não é cv. Emerald desenvolvido nos Estados Unidos. Com base nas chaves de identificação de espécies de *Zoysia* recentemente publicadas (ANDERSON, 2008; SHOULIANG & PHILLIPS, 2006), o exame dos caracteres morfológicos indica que essa grama é um híbrido de *Z. japonica* x *Z. matrella*. Da primeira, apresenta similaridade apenas quanto ao comprimento do pedicelo e largura de folha. Os demais caracteres, como tamanho e forma da espiguetas, comprimento do entrenó, posição das folhas, relação largura x comprimento da espiguetas são de *Z. matrella*.

Entre os cultivares de *Cynodon*, destaca-se o Tifton 419 (BURTON & HANNA, 1985), resultante do cruzamento entre *Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis*. Caracteriza-se pela textura fina e formação de uma camada de material morto, conhecido como *thatch* ou colchão, o que o confunde com *Z. matrella*. Desenvolve-se bem sob elevadas temperaturas, é tolerante à seca, mas pouco tolerante ao frio.

O fato de plantas ornamentais terem sua importância pouco reconhecida pelas instituições de pesquisa no país leva à escassez de informações técnicas, acarretando generalização de soluções e recomendações sem base científica. Com intuito de disponibilizar novas informações sobre as principais gramas ornamentais utilizadas no Brasil,

este estudo avaliou o desenvolvimento morfológico das gramas esmeralda, São Carlos e Tifton 419.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em Passo Fundo, entre março e novembro de 2007, na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, a 28°15'S e 52° 24'W e 687 m de altitude. O clima é temperado úmido, com temperatura média anual de 22°C (MORENO, 1961). O local de cultivo foi um telado com cobertura impermeável transparente e paredes laterais de tela do tipo clarite, dentro do qual foram registradas as temperaturas ocorridas a partir de julho (Figura 1).

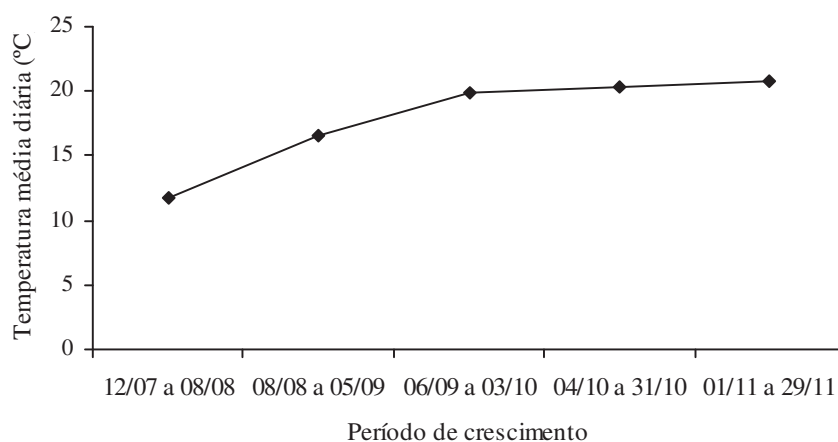


Figura 1 - Temperaturas médias ocorridas na casa-de-vegetação no período de crescimento das gramas.

O trabalho constou de um bifatorial (espécie x idade) e os tratamentos foram alocados em delineamento de blocos casualizados, com três repetições. As plantas das gramas esmeralda, São Carlos e Tifton 419 foram cultivadas durante 258 dias, nos quais foram realizadas sete avaliações, mediante colheitas destrutivas, aos 97 (21/06), 118 (12/07), 146 (09/08), 174 (06/09), 202 (04/10), 230 (01/11) e 258 (29/11) dias de idade. No Herbário RSPF, da Universidade de Passo Fundo, encontram-se tombados exemplares das espécies acima referidas (RSPF 11588, 11589, 11590, 11591, 11592, 11593).

As unidades experimentais foram constituídas de floreiras plásticas (14 cm x 44 cm), com capacidade para 9 kg de substrato, que constou de um solo oriundo de área de lavoura, do tipo latossolo, com os seguintes atributos: argila 35%; pH= 5,7; pH SMP= 6,4; P= 53 mg.dm<sup>-3</sup>; K= 781 mg.dm<sup>-3</sup>; Al= 0 cmol.dm<sup>-3</sup>; Ca= 5,8 cmol.dm<sup>-3</sup>; Mg= 3,0 cmol.dm<sup>-3</sup>; H + Al= 2,8 cmol.dm<sup>-3</sup>; CTC= 13,6 cmol.dm<sup>-3</sup>; M.O.= 3,7%; Saturação de bases= 80%; Al= 0%; K= 14,7%. Em 16/03/07, foram transplantadas do campo para floreira duas mudas contendo três nós. Mensalmente, foi aplicado 1 g de Nitrabor (N=15,5%; Ca= 19%; B= 0,3%) diluído em 200 mL de água, em cada unidade experimental.

As plantas foram avaliadas por meio de medidas lineares, de contagem e de peso (BENINCASA, 2003). No momento da colheita foram tomadas as medidas relativas à altura. Posteriormente, as plantas foram retiradas das floreiras, lavadas em água corrente e levadas ao laboratório. O estolão mais longo, oriundo da planta mais vigorosa, foi

avaliado quanto ao comprimento, espessura (diâmetro do segundo entrenó) e número de folhas. A partir desses dados foi calculado o número específico de folhas, pela razão do número de folhas e comprimento de estolão. Três folhas totalmente expandidas foram medidas quanto ao comprimento e largura da folha. Em seguida, nas duas plantas, foram separados os caules + folhas e as raízes, que, após pesagem, foram levados à estufa à 60°C até peso constante, quando, então, foram pesadas novamente.

Os resultados foram submetidos à análise da variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Para avaliação do efeito da idade foi realizada análise de regressão em função da idade das plantas, caracterizada pelo número de dias após o transplante das mudas para as floreiras.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A altura aumentou linearmente nas três espécies, mas com distintas grandezas (Figura 2). A partir do final do inverno as plantas exibiram maior crescimento, em virtude da elevação das temperaturas (Figura 1). As espécies estudadas são estivais e sua faixa térmica preferencial está entre 27 e 35°C (BEARD, 1973), sendo que, para o Tifton 419, a temperatura mínima é de 13°C (GOLOMBEK, 2006). Esse híbrido exibiu a maior taxa de crescimento em altura, por possuir afilhos eretos e mais longos, formados nos nós dos estolões. Nas demais, os

afilhos mostraram-se curtos e com pouco alongamento de entrenó (Figura 3). Aos 258 dias de idade, as gramas esmeralda (10 cm) e São Carlos (15 cm) foram similares quanto à altura e inferiores à Tifton 419 (23,6 cm).

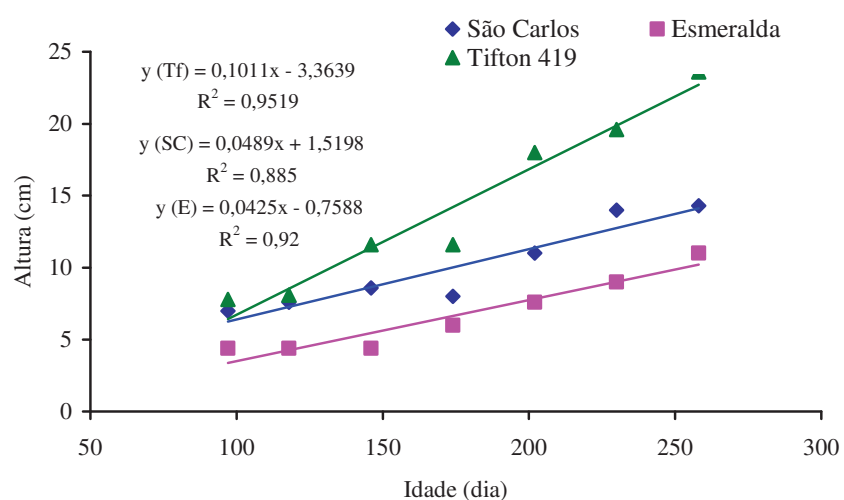


Figura 2 - Altura das gramas São Carlos, esmeralda e Tifton 419 em função de dias de crescimento.



Figura 3 - Aspecto geral da parte aérea das gramas São Carlos (a), esmeralda (b) e Tifton 419 (c).

O maior tamanho de folhas foi observado na São Carlos, tanto em comprimento quanto em largura (Tabela 1). O comprimento de suas folhas superou as demais espécies em 74% e 62%, mas a principal variação foi quanto à largura. As folhas dessa grama superaram em 546% e 321% a largura da Tifton 419 e esmeralda, respectivamente.

Esse caractere é importante para o reconhecimento das espécies no campo. No entanto, devido às variedades de formas nativas e/ou melhoradas das gramas, outros caracteres são necessários para sua identificação. Nogueira et al. (1999) apontaram para a probabilidade de confundir a Sto. Agostinho com a São Carlos, em virtude da variedade de tipos morfológicos dessa última. Porém, quando ocorre florescimento, as inflorescências são distintas e não há problema para o reconhecimento das espécies.

Tabela 1 - Características morfológicas das gramas São Carlos, esmeralda e Tifton 419, na média de idade

Caracteres	Gramas		
	São Carlos	Esmeralda	Tifton 419
Comprimento de folha (mm)	109 A	62 B	67 B
Largura de folha (mm)	12,3 A	3,7 B	1,9 C
Espessura de estolão (mm)	2,5 A	1,1 B	0,9 B
Número de nós/estolão	10,0 AB	6,5 B	11,8 A
Entrenó (mm)	29 A	18 B	30 A

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Segundo Beard (1973), ocorrem grandes variações morfológicas entre as espécies, como textura, largura e comprimento da

folha, que diferenciam, também, os cultivares. Além das variações intraespecíficas, Murdoch et al. (1998) afirmaram que a textura do gramado também pode ser alterada com a frequência e a intensidade dos cortes, sendo que, quanto mais frequentes e severos, mais fino será o gramado. Dentre as espécies estudadas, a cv. Tifton 419 é a que possui as folhas mais estreitas, o que atribui ao seu gramado a classificação de textura fina. Um dos motivos para a impossibilidade da grama esmeralda aqui estudada ser o cv. Emerald é justamente a largura da folha, que nesse cultivar é de cerca de 0,5 mm (FORBES, 1955), e o material cultivado no Brasil possui cerca de 3,7 mm (Tabela 1).

Os estolões da esmeralda e Tifton 419 foram semelhantes quanto à espessura. A São Carlos apresentou estolões com mais do que o dobro de espessura das outras espécies, o que sugere maior durabilidade (Figura 4). Talvez, essa característica seja o motivo do forte arraigamento desses caules no solo, conforme enfatizado por Nascimento (1973).

As espécies mostraram a mesma tendência e grandeza quanto ao número de nós e comprimento dos entrenós (Figura 5). Quanto maior o número de nós, maior o potencial de formação de folhas, filhotes e/ou novos estolões, pois são sítios meristemáticos. Sua importância também está atrelada ao fato de que são regiões de formação de raízes adventícias, capazes de aumentar a fixação dos estolões no solo e de aumentar a área de absorção de nutrientes no solo.



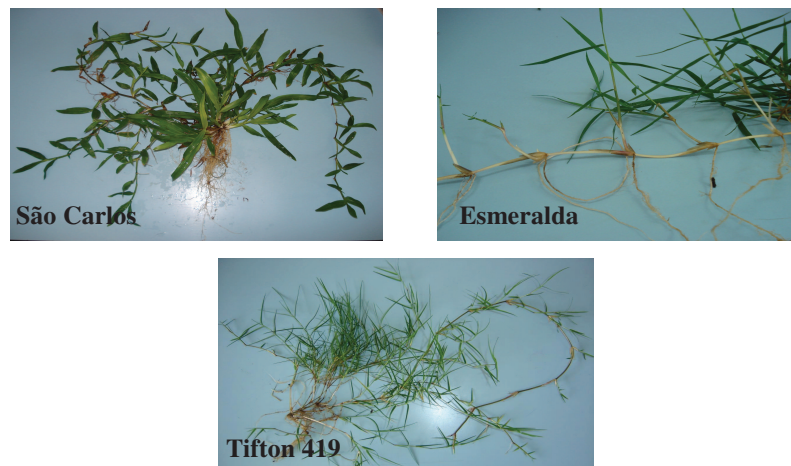


Figura 4- Aspecto dos estolões das gramas Tifton 419, São Carlos e esmeralda.

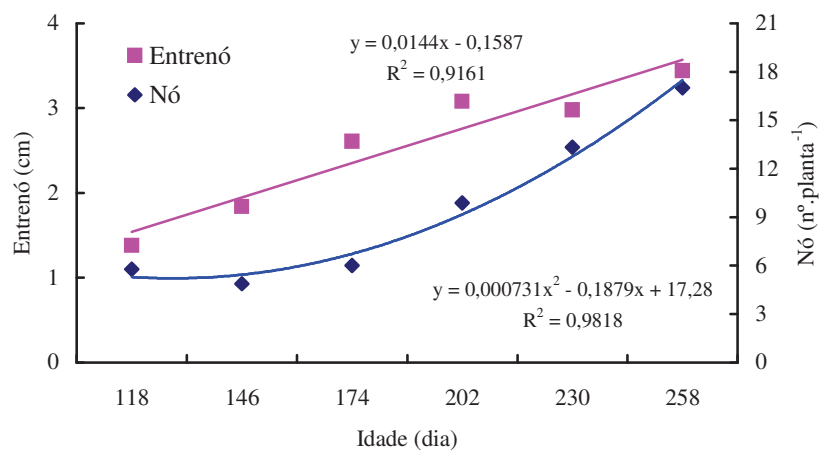


Figura 5- Comprimento médio de entrenós e número de nós em função de dias de crescimento, na média de espécie.

As gramas Tifton 419 (83,3 cm) e São Carlos (58,3 cm) mostraram maiores estolões em relação à esmeralda (45 cm), indicando maior capacidade de mobilidade e de colonização de novas partes áreas (Figura 6). A maior ou menor capacidade de estabelecimento de gramas estoloníferas é dependente desse atributo. Segundo Patton et al. (2007), genótipos de *Zoysia* spp. que alocam mais matéria seca para estolões e rizomas, ao invés de folhas, se estabelecem mais rapidamente.

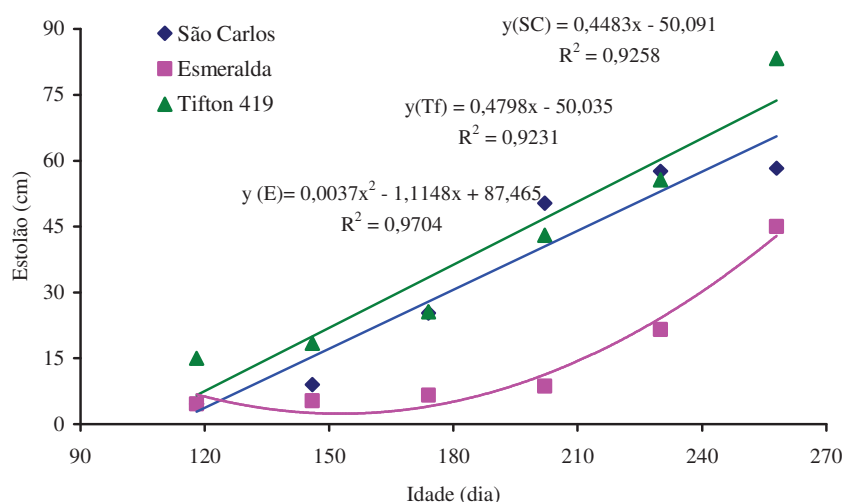


Figura 6 - Comprimento do estolão das gramas São Carlos, Esmeralda e Tifton 419 em função de dias de crescimento.

A maior formação de folhas ocorreu na Tifton 419, sem haver diferença entre as demais espécies (Figuras 7). Kim & Beard (1988) obtiveram maior produção de folhas no cv. Emerald ( $7.550.10^3.m^{-2}$ ) em relação ao Tifton 419 ( $4.560.10^3.m^{-2}$ ). Neste estudo,

a superioridade da Tifton 419 se deveu aos estolões mais longos e aos afillhos aéreos, similar à espécie *Z. matrella*, com a qual é confundida.

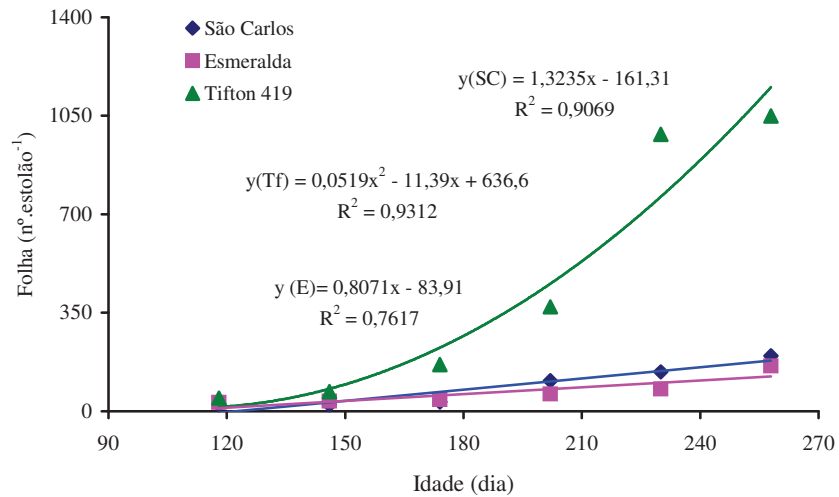


Figura 7 - Número de folhas nas gramíneas São Carlos, Esmeralda e Tifton 419 em função de dias de crescimento.

Esse híbrido forma um dossel vegetativo espesso, proveniente dos afillhos eretos e do grande número de folhas. Como conseqüência, seus gramados exigem maiores cuidados na manutenção, com cortes freqüentes para evitar a formação excessiva do *thacht* (HENSLEY, 1996). As diferenças entre as espécies podem ser observadas, também, pela quantidade específica de folhas, especialmente evidenciadas a partir dos 200 dias de crescimento (Figura 8).

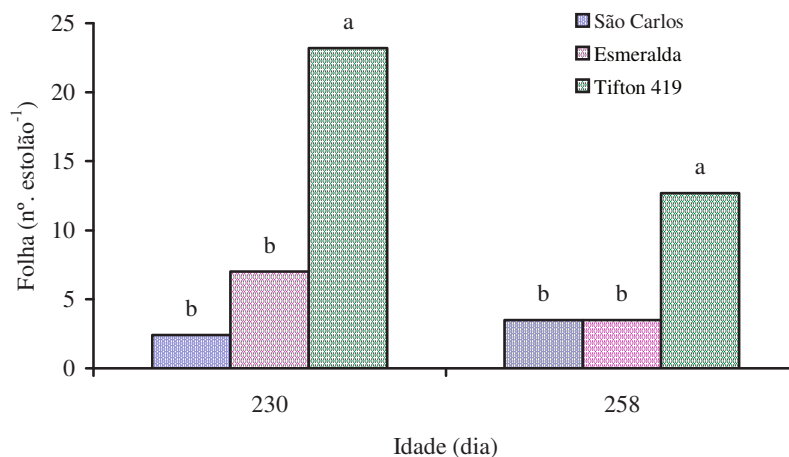


Figura 8 - Quantidade específica de folhas aos 230 e 258 dias de idade. Médias indicadas nas colunas seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

As gramas mostraram tendência quadrática de acúmulo de matéria seca (Figura 9), com pequenos aumentos nas quatro primeiras colheitas, em virtude das temperaturas mais baixas. A grama Tifton 419 é considerada fortemente estacional, com baixas produções no outono-inverno, pois é tipicamente tropical (UNRUH et al., 1996). Com o aumento das temperaturas a resposta das gramas foi expressiva, especialmente para esse híbrido e para a São Carlos, com menores taxas de crescimento para a grama esmeralda.

Apesar da similaridade dessas espécies quanto à magnitude da matéria seca acumulada, os componentes da produção foram distintos. A Tifton 419 tem como características o elevado número de folhas, formadas verticalmente ao longo dos afilhos, ao passo que na São

Carlos, as folhas têm maior tamanho e são formadas ao longo dos estolões, em curtos afileiros, com no máximo três folhas. Essas diferenças se refletem na aparência e manutenção dos seus gramados e reforçam a necessidade de cortes severos e frequentes na Tifton 419, ao contrário do que normalmente é realizado em gramados residenciais, em que apenas a altura é tomada como indicativo de cortes. Assim, na grama São Carlos, a altura do gramado pode ser um bom indicativo para cortes de manutenção, ao contrário da Tifton 419.

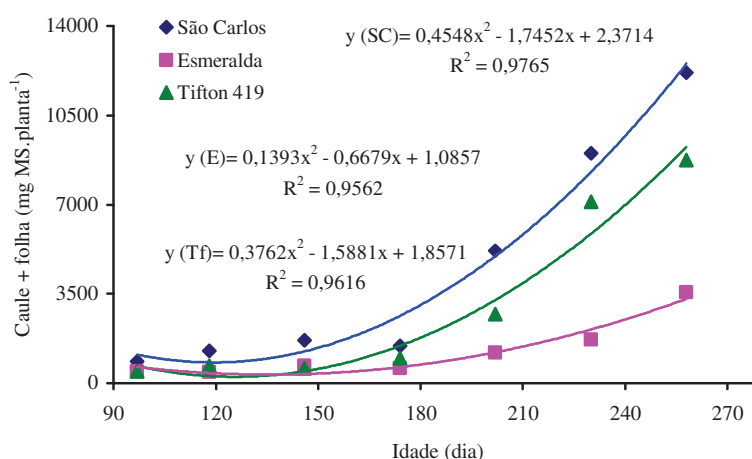


Figura 9 – Acúmulo de matéria seca de caules+folhas das gramas São Carlos, esmeralda e Tifton 419 em função de dias de crescimento.

Os gramados formados por *Zoysia* spp., apesar da baixa altura, podem formar expressiva quantidade de matéria seca. Em Kinkasan Island, no Japão, as pastagens nativas de *Z. japonica* são

altamente produtivas, capazes de suportar alta densidade de cervos (*Cervus nippon* Temminck), chegando a lotações de 814 animais.km<sup>-2</sup> (ITO & TAKATSUKI, 2005). Segundo os autores, isso se deve aos vigorosos estolões e à produção de afillhos. Como no Japão o clima é quente e úmido, a única maneira de manter tais pastagens durante a estação quente é sob intensa desfolhação, de forma a evitar a invasão por outras espécies.

Neste estudo, a grama esmeralda, em consequência de seu padrão morfogênico, apresentou acúmulo de MS inferior às demais, sugerindo maior facilidade de manutenção. Porém, em relação à MS de raízes, foi similar à Tifton 419 (Figura 10).

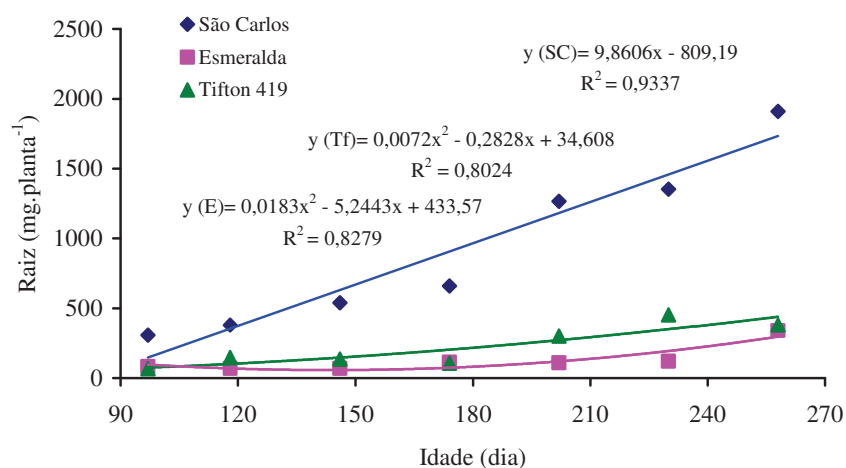


Figura 10 – Acúmulo de matéria seca de raízes das gramas São Carlos, esmeralda e Tifton 419 em função de dias de crescimento.

A grama São Carlos manifestou maior acúmulo de MS de raízes, pressupondo ser um forte dreno de fotoassimilados (Figura 11). Segundo Grzesiak et al. (2002), a relação entre raiz e parte aérea (RPA) é de vital importância para o balanço hídrico das plantas e acredita-se que as espécies com maior relação RPA sejam mais tolerantes à seca. No entanto, no campo, as espécies de *Zoysia* e *Cynodon* são consideradas mais tolerantes à seca do que a *Axonopus* sp., em virtude de caracteres fisiológicos, anatômicos e de tipo de dossel, que ocasionam baixas taxas de evapotranspiração (KIM & BEARD, 1988).

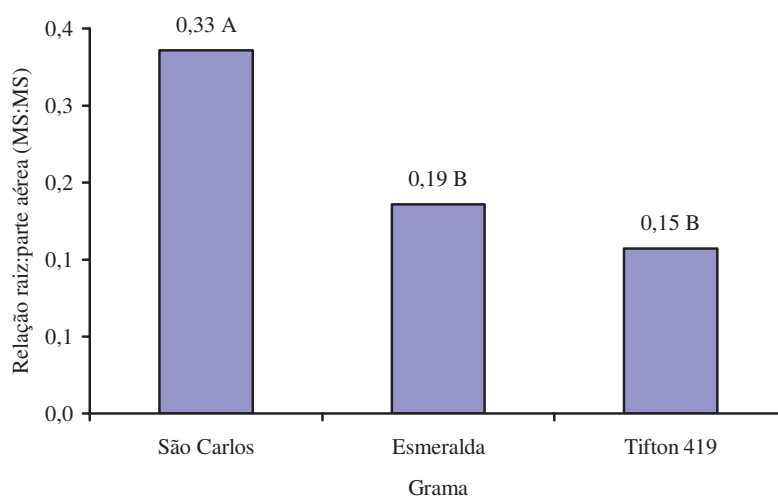


Figura 11 - Relação raiz:parte aérea das gramas São Carlos, esmeralda e Tifton 419 na média das idades, durante 258 dias de crescimento.

#### 4 CONCLUSÕES

A grama Tifton 419 tem elevada capacidade de expansão horizontal, pela formação e alongamento dos estolões, e aérea, pela formação de afilhos longos, onde são formadas folhas estreitas, conferindo-lhe textura fina. A matéria seca da parte aérea é formada pelos estolões, afilhos e folhas, principais drenos de fotoassimilados.

A grama São Carlos se expande horizontalmente pela formação e alongamento de estolões, com curtos afilhos aéreos. A matéria seca acumulada na parte aérea é formada pelos estolões e folhas de textura grossa e sua alocação de matéria seca para raízes é expressiva, conferindo-lhe maior relação raiz:parte aérea em relação às demais espécies.

A grama esmeralda tem maior crescimento horizontal do que vertical e a matéria seca acumulada na parte aérea é composta por estolões e afilhos curtos, com folhas de textura média.



## CAPÍTULO II

### CRESCIMENTO E QUALIDADE DE GRAMADOS SOB DISTINTOS NÍVEIS DE COMPACTAÇÃO DO SOLO

**RESUMO** – Objetivou-se caracterizar e avaliar a resposta das gramas tapete ou São Carlos (*Axonopus affinis*), Tifton 419 (*Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis*) e esmeralda (*Zoysia* sp.) em solos com dois níveis de compactação, medidos pela densidade relativa (condição natural,  $D_{R=0,67}$ ; condição de compactação,  $D_{R=0,85}$ ) no campo. A produção de matéria verde (MV) e seca (MS) foi avaliada mediante cortes periódicos em intervalos de 13 a 15 dias (São Carlos) e de 19 a 22 dias (esmeralda e Tifton 419) na primavera-verão. Durante 142 dias, a São Carlos foi cortada seis vezes e as demais, quatro vezes. A elasticidade (EG) dos gramados foi estimada mediante uma pressão de  $65,5 \text{ g.cm}^{-2}$  removida após 30 segundos, e o tempo de retorno das folhas à posição natural foi avaliado. Somente a São Carlos foi afetada pela compactação do solo quanto à produção de MV e fibra em detergente neutro ( $N_1= 1.324 \text{ g MV.m}^{-2}$  e  $\text{FDN}= 71,5\%$ ;  $N_2= 1.786 \text{ g MV.m}^{-2}$  e  $\text{FDN}= 65,8\%$ ). na condição natural ( $D_{R=0,67}$ ). Na condição natural ( $D_{R=0,67}$ ), a produção total da São Carlos ( $409 \text{ g MS.m}^{-2}$ ) e da Tifton 419 ( $377 \text{ g MS.m}^{-2}$ ) superou a da esmeralda ( $180 \text{ g MS.m}^{-2}$ ). A Tifton 419 apresentou maior densidade de MV ( $3.971 \text{ g.cm}^{-3}$ ) em relação às demais (São Carlos:  $2.063 \text{ g.cm}^{-3}$ ; esmeralda:  $1.498 \text{ g.cm}^{-3}$ ). A Tifton 419 mostrou a menor

elasticidade (EG= 47,7 segundos), São Carlos, 27,7 segundos e a esmeralda 30,3 segundos. A Tifton 419 (FDN= 74,2%) e a esmeralda (FDN= 74,8%) apresentaram maior rigidez em relação à São Carlos (FDN= 68,7%) em virtude da maior quantidade relativa de esclerênquima, maior lignificação dos feixes vasculares e compactação das células do parênquima.

**Palavras-chave:** anatomia, *Axonopus*, *Cynodon*, densidade relativa do solo, elasticidade, *Zoysia*

#### **GROWTH AND QUALITY OF LAWNS AT DIFFERENT LEVELS OF SOIL COMPACTION**

**ABSTRACT** - This work was carried out to characterize and evaluate the carpetgrass (*Axonopus affinis*), Tifton 419 (*Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis*) and emerald (*Zoysia* sp.) grasses response to two levels of soil compactness measured based on relative density (natural condition,  $D_{R=0.67}$ ; compactness condition,  $D_{R=0.85}$ ). The production of fresh (FM) and dry matter (DM) was evaluated by cuttings at each 13 to 15 days (carpetgrass) and 19 to 22 days (emerald and Tifton 419) during Spring-Summer. Grass elasticity (GE) was estimated by applying a pressure of  $65.5 \text{ g.cm}^{-2}$  during 30 seconds and leaf return time to natural position was evaluated. Carpetgrass was cut six times and the other four times during 142 days. Only carpetgrass was affected by soil

compactness in relation to FM and neutral detergent fiber ( $N_1= 1,324$  g FM.m<sup>-2</sup> and NDF= 71.5%;  $N_2= 1,786$  g FM.m<sup>-2</sup> and NDF= 65.8%). The total carpetgrass (409 g DM.m<sup>-2</sup>) and Tifton 419 (377 g DM.m<sup>-2</sup>) production was bigger than emerald (180 g DM.m<sup>-2</sup>) at natural soil condition ( $D_R=0.67$ ). Tifton 419 showed greater density of FM (3,971 g.cm<sup>-3</sup>) in relation to the others (carpetgrass: 2,063 g.cm<sup>-3</sup>; emerald: 1,498 g.cm<sup>-3</sup>). Tifton 419 had the smallest elasticity (GE= 47.7 seconds), carpetgrass, 27.7 seconds and emerald, 30.3 seconds. Tifton 419 (NDF= 74.2%) and emerald (NDF= 74.8%) had greater rigidity in relation to carpetgrass (NDF= 68.7%) due to greater amount of sclerenchyma, lignification of vascular bundles and parenchyma cell compactness.

**Kew-words:** anatomy, *Axonopus*, *Cynodon*, elasticity, relative density soil, *Zoysia*

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado de gramas ornamentais movimenta bilhões de dólares no mundo todo, principalmente nos EUA e Europa. No Brasil, com a valorização dos trabalhos paisagísticos, tem aumentado o mercado para produção e manutenção de gramados. Apesar disso, os trabalhos de pesquisa ainda são incipientes e as informações disponíveis são mais concentradas no manejo da adubação (GODOY et al., 2007).

Um dos principais problemas que se encontra em gramados é a compactação excessiva do solo decorrente do pisoteio em condições de umidade inadequada e principalmente pelo tipo de solo utilizado como base, que geralmente são solos argilosos e, por isso, apresentam grande facilidade de compactação. A excessiva compactação do solo limita a penetração do ar e nutrientes até o sistema radicial, dificultando o desenvolvimento, reduzindo a qualidade e a vida útil dos gramados (CARROW, 1980; UNRUH, 2004).

A qualidade de um gramado é dada pela utilidade, aparência e, no caso de gramados esportivos, pela sua resistência ao pisoteio. Assim, um gramado ornamental deve ser denso, uniforme e ter coloração agradável para ressaltar a beleza de uma paisagem. Um gramado esportivo deve ser seguro e preencher certos requisitos, que variam conforme o esporte (KUHN, 1994).

A qualidade pode estar relacionada à estrutura fisiológica da espécie escolhida ou a função a que se destina, além de englobar

aspectos subjetivos, dependente da apreciação visual. A produção de matéria seca é outro bom indicador do desenvolvimento das plantas e frequentemente usado em pesquisas com gramados.

Os gramados podem ser avaliados segundo sua funcionalidade e estrutura. A funcionalidade é medida pela rigidez, elasticidade, produção de matéria, enraizamento, tolerância ao desgaste e adaptação, entre outros. A estrutura é estimada pela uniformidade, densidade de indivíduos, textura, cor, hábito de crescimento e suavidade (KUHN, 1994).

Entre as espécies mais utilizadas estão híbridos de *Zoysia japonica* Steud x *Z. matrella* (L.) Merrill, *Z. japonica* x *Z. pacifica* Goudsward, a grama sempre-verde (*Axonopus compressus* (Swartz) Beauv., São Carlos (*A. affinis* Chase) e o híbridos de bermuda (*Cynodon* sp.), todas estivais e estoloníferas. No Brasil, o que se conhece como grama esmeralda não é o cv. Emerald (FORBES, 1955).

O entendimento de fatores que afetam o estabelecimento, bem como a resposta das gramas esmeralda, São Carlos e Tifton 419 (*Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis*) às condições ambientais, é necessário para as recomendações de manejo.

Os objetivos desse estudo foram: a) identificar a qual espécie pertence à grama esmeralda; b) avaliar a resposta das gramas esmeralda, São Carlos e Tifton 419 à compactação do solo; c) verificar a tolerância às condições ambientais contrastantes, em especial à geada; e)

identificar a necessidade de manutenção de cortes; f) determinar fatores estruturais e funcionais dos gramados.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em Passo Fundo, entre janeiro de 2007 e fevereiro de 2008, na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, localizado a 28°15'S e 52° 24"W e 687 m de altitude. O clima é temperado subtropical úmido (Cfa), com temperatura média anual de 22°C (MORENO, 1961). Na Figura 1 constam os dados referentes às precipitações mensais e temperaturas médias mensais e as normais regionais.

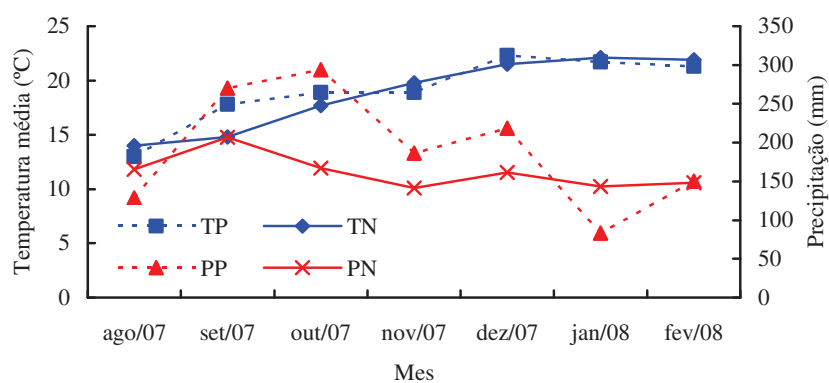


Figura 1- Temperaturas (T) média e precipitação (P) mensal do período experimental (TP, PP) e as normais regionais (TN, PN). Fonte: [www.cnpt.embrapa.br](http://www.cnpt.embrapa.br)