

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL

CRESCIMENTO DE GRAMA-ESMERALDA EM DIFERENTES  
EXPOSIÇÕES E DECLIVIDADES

**Ruchele Marchiori Coan**  
Engenheira Agrônoma

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL  
Outubro de 2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL

CRESCIMENTO DE GRAMA-ESMERALDA EM DIFERENTES  
EXPOSIÇÕES E DECLIVIDADES

Ruchele Marchiori Coan

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Kathia Fernandes Lopes Pivetta

Co-orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. José Eduardo Pitelli Turco

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO

Outubro de 2008

## **DADOS CURRICULARES DA AUTORA**

**RUCHELE MARCHIORI COAN**, nascida em 24 de novembro de 1972, em Jaboticabal - SP, filha de Osvaldo Coan e Leonice Marchiori Coan, é Engenheira Agrônoma formada pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Câmpus de Jaboticabal – FCAV/UNESP, onde foi bolsista FUNDAP, desenvolvendo trabalhos na área da engenharia e recebeu o título de Engenheiro Agrônomo em junho de 1996. Desde 1995, foi proprietária e responsável técnica pela empresa de paisagismo e viveiro de mudas ornamentais “Tropical Flora” até junho de 2004, quando ingressou na mesma Universidade para iniciar o curso de Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal, com conclusão em julho de 2005 e, em seguida, iniciou o curso de Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal. É autora e co-autora de diversas publicações científicas dentre artigos, resumos e livros. Participou em bancas examinadoras de trabalhos e estágio curricular de graduação. Coordenadora dos Cursos de Jardinagem e Paisagismo realizados pela UNESP/Funep desde 2004, e membro do Grupo de Paisagismo *Oficina da Paisagem* da FCAV/UNESP.

## **Dedico**

A DEUS, por me levantar nos momentos em que me encontrava desacreditada e por me mostrar que o meu caminho, agora, seria construído em “superfícies inclinadas”, certas horas lá em cima, outras, lá embaixo, mas, sempre, sempre verde e iluminado...

**Muito obrigada, Pai**

Aos meus queridos e amados pais, Osvaldo e Leonice - meus maiores exemplos de vida, amor e confiança, que sempre me ajudaram a superar todos meus desafios e me apoiaram em minhas importantes decisões...

**Obrigada**

## **Ofereço**

Ao meu querido irmão Rogério, pelas orientações e pelo exemplo do profissional competente a cada dia, mais!

## **Agradecimentos Especiais**

À Universidade Estadual Paulista (FCAV/UNESP), pela excelência do ensino e oportunidade de cursar o doutorado e ao CNPq, pela oportunidade oferecida para a realização deste curso.

À Fazenda *Green Park* - Gramas Ornamentais, pela doação dos tapetes da grama usada neste ensaio e pelo apoio dado à minha pesquisa.

À Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta, minha orientadora, colega dos nossos projetos de paisagismo do Câmpus, cujo apoio foi imprescindível para a coordenação dos nossos Cursos de Jardinagem e Paisagismo da Funep .

Ao Profº Dr. José Eduardo Pitelli Turco pelo apoio, pela co-orientação.

Ao Profº Dr. José Carlos Barbosa, pela orientação na estatística.

À Profª Dra. Isabel Cristina Leite, pela orientação nos estudos envolvendo fisiologia e radiação solar.

À Profª. Dra. Maria Esmeralda Soares Payão Demattê, pelo apoio e atenção destinados em todas as minhas etapas profissionais, pela dedicada lapidação.

Ao Profº Vitório Barato, pelas correções do português.

Aos membros da banca examinadora, pelas valiosas contribuições no aprimoramento deste trabalho.

Aos demais professores do Departamento de Produção Vegetal e Engenharia Rural, pelo privilégio de, mais uma vez, estar aprendendo com vocês.

À seção de Pós-Graduação, pela pronta atenção sempre dispensada.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural, pelo carinho e dedicação prestados ao nosso experimento.

À nossa inesquecível EQUIPE: Eduardo Gerolineto, Rafael G. Zacharias, Bruno H. Mazarón, Madson N. da Costa, Danielle C. Rosa, José Antônio Costa, Luís Mário Vendramin e Luís Cláudio da Silva - pela infundável gratidão, estima e apoio, em todos os momentos das nossas pesquisas, pelo acompanhamento durante a coleta de dados. Em especial ao Madson, pelo trabalho exaustivo nos

finais de semana e noites “quase sem fim”, pela paciência nos momentos diários de estresse e pelas maravilhosas risadas no escritório.

Aos amigos da universidade: Caroline de M. D’A. Matheus, Camila S.Rosa, Juliana G. Santos, Márkilla Z. Beckmann-Cavalcante, Patrícia U. C. Pizetta e Petterson B. da Luz, pelo carinho, apoio e risadas...

A todos os que, de alguma forma, contribuíram pela realização deste trabalho, meu agradecimento.

## SUMÁRIO

|   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| <b>LISTA DE TABELAS</b> .....   | iii           |
| <b>LISTA DE FIGURAS</b> .....   | vi            |
| <b>RESUMO</b> .....   | xii           |
| <b>SUMMARY</b> .....  | xiii          |
| I. INTRODUÇÃO.....  | 1             |
| II. REVISÃO DE LITERATURA.....  | 2             |
| 2.1. Aspectos gerais da grama-esmeralda.....  | 2             |
| 2.2. Importância do mercado brasileiro de plantas ornamentais.....                        | 4             |
| 2.3. Comercialização da grama-esmeralda.....  | 5             |
| 2.4. Importância da vegetação na cobertura de taludes e encostas.....                     | 6             |
| 2.5. O comportamento das plantas conduzidas sob diferentes exposições e declividades..... | 9             |
| III. MATERIAL E MÉTODOS.....  | 16            |
| 3.1. Caracterização da área experimental.....   | 16            |
| 3.2. Descrição da Bacia Hidrográfica Experimental.....                                    | 16            |
| 3.3. Características químicas do solo.....  | 19            |
| 3.4. Obtenção dos dados meteorológicos.....   | 19            |
| 3.4.1. Obtenção da radiação PAR.....  | 20            |
| 3.5. Cultura utilizada.....   | 23            |
| 3.6. Instalação e condução da cultura.....  | 23            |
| 3.7. Manejo da irrigação.....   | 24            |
| 3.8. Caracterização das amostragens.....  | 25            |
| 3.9. Análise estatística.....   | 26            |
| 3.10. Variáveis estudadas.....  | 26            |
| IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....   | 27            |
| 4.1. Altura foliar.....   | 28            |
| 4.2. Massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA).....                                    | 36            |
| 4.3. Massa de matéria seca da parte radicular (MMSPR).....                                | 44            |

|  |    |
|--|----|
| 4.4. Massa de matéria seca total (MMST)..... | 52 |
| 4.5. Radiação PAR.....                       | 62 |
| V. CONCLUSÕES.....                           | 81 |
| VI. REFERÊNCIAS.....                         | 82 |



## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1. Dados meteorológicos mensais no período de novembro/2006 a outubro/2007, respectivamente. Jaboticabal-SP, 2008.....  | 28 |
| Tabela 2. Análise de variância (quadrados médios) e médias de altura da parte aérea (cm) de grama-esmeralda, submetidas a diferentes declividades, no período de novembro/2006 a outubro/2007.....   | 30 |
| Tabela 3. Regressão polinomial (quadrados médios) para médias de altura da parte aérea (cm) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007, para grama-esmeralda, submetida a diferentes declividades (50, 30, 10 e 0%).....                                  | 31 |
| Tabela 4. Análise de variância (quadrados médios) e médias de massa de matéria seca da parte aérea ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) de grama-esmeralda, submetidas a diferentes declividades, no período de novembro/2006 a outubro/2007.....                                | 38 |
| Tabela 5. Regressão polinomial (quadrados médios) para médias de massa de matéria seca da parte aérea ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007, para grama-esmeralda, submetida a diferentes declividades (50, 30, 10 e 0%)..... | 39 |
| Tabela 6. Análise de variância (quadrados médios) e médias de massa de matéria seca da parte radicular ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) de grama-esmeralda, submetidas a diferentes declividades, no período de novembro/2006 a outubro/2007.....                            | 46 |
| Tabela 7. Regressão polinomial (quadrados médios) para médias de massa seca da parte radicular ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007, para grama-esmeralda, submetida a diferentes declividades (50, 30, 10 e 0%).....        | 47 |
| Tabela 8. Análise de variância (quadrados médios) e médias de massa de matéria seca total ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) de grama-esmeralda, submetidas a diferentes declividades, no período de novembro/2006 a outubro/2007.....   | 56 |

|   |    |
|---|----|
| Tabela 9. Regressão polinomial (quadrados médios) para médias de massa de matéria seca total ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007, para grama-esmeralda, submetida a diferentes declividades (50, 30, 10 e 0%).....                                       | 57 |
| Tabela 10. Coeficiente de correlação em função dos dados de massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA: $\text{g.dm}^{-2}$ ) e radiação (PAR: $\text{MJ.m}^{-2}.\text{mês}^{-1}$ ) para cada superfície avaliada durante o período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008. .... | 78 |
| Tabela 11. Coeficiente de correlação em função dos dados de massa de matéria seca da parte aérea ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) e radiação (PAR: $\text{MJ.m}^{-2}.\text{mês}^{-1}$ ) para cada mês avaliado durante o período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.....               | 78 |
| Tabela 12. Coeficiente de correlação em função dos dados de massa de matéria seca da parte radicular ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) e radiação (PAR: $\text{MJ.m}^{-2}.\text{mês}^{-1}$ ) para cada superfície avaliada durante o período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.....    | 79 |
| Tabela 13. Coeficiente de correlação em função dos dados de massa de matéria seca da parte radicular ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) e radiação (PAR: $\text{MJ.m}^{-2}.\text{mês}^{-1}$ ) para cada mês avaliado durante o período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.....           | 79 |
| Tabela 14. Coeficiente de correlação em função dos dados de massa de matéria seca total ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) e radiação (PAR: $\text{MJ.m}^{-2}.\text{mês}^{-1}$ ) para cada superfície avaliada durante o período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.....                 | 80 |
| Tabela 15. Coeficiente de correlação em função dos dados de massa de matéria seca total ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) e radiação (PAR: $\text{MJ.m}^{-2}.\text{mês}^{-1}$ ) para cada mês avaliado durante o período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.....                        | 80 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Croqui da Bacia Hidrográfica Experimental (N – S).....   | 18 |
| Figura 2. Croqui da Bacia Hidrográfica Experimental (L – O).....   | 19 |
| Figura 3. Curva de regressão entre a altura da parte aérea (cm) para a grama-esmeralda (exposição norte) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.....                                  | 32 |
| Figura 4. Curva de regressão entre a altura da parte aérea (cm) para a grama-esmeralda (exposição sul) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.....                                    | 33 |
| Figura 5. Curva de regressão entre a altura da parte aérea (cm) para a grama-esmeralda (exposição leste) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.....                                  | 34 |
| Figura 6. Curva de regressão entre a altura da parte aérea (cm) para a grama-esmeralda (exposição oeste) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.....                                  | 35 |
| Figura 7. Curva de regressão entre a massa de matéria seca da parte aérea ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (exposição norte) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008..... | 40 |
| Figura 8. Curva de regressão entre a massa de matéria seca da parte aérea ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (exposição sul) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.....   | 41 |
| Figura 9. Curva de regressão entre a massa de matéria seca da parte aérea ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (exposição leste) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008..... | 42 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 10. Curva de regressão entre a massa de matéria seca da parte aérea ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (exposição oeste) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.....     | 43 |
| Figura 11. Curva de regressão entre a massa de matéria seca da parte radicular ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (exposição norte) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008..... | 48 |
| Figura 12. Curva de regressão entre a massa de matéria seca da parte radicular ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (exposição sul) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.....   | 49 |
| Figura 13. Curva de regressão entre a massa de matéria seca da parte radicular ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (exposição leste) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008..... | 50 |
| Figura 14. Curva de regressão entre a massa de matéria seca da parte radicular ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (exposição oeste) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008..... | 51 |
| Figura 15. Curva de regressão entre a massa de matéria seca total ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (exposição norte) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.....              | 58 |
| Figura 16. Curva de regressão entre a massa de matéria seca total ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (exposição sul) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.....                | 59 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 17. Curva de regressão entre a massa de matéria seca total ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (exposição leste) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.....  | 60 |
| Figura 18. Curva de regressão entre a massa de matéria seca total ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (exposição oeste) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.....  | 61 |
| Figura 19. Radiação acumulada ( $\text{PAR: MJ.m}^{-2}.\text{mês}^{-1}$ ) e média de massa de matéria seca da parte aérea ( $\text{MMSPA: g.dm}^{-2}$ ), da parte radicular ( $\text{MMSPR: g.dm}^{-2}$ ) e massa de matéria seca total ( $\text{MMST: g.dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (50 N) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008..... | 65 |
| Figura 20. Radiação acumulada ( $\text{PAR: MJ.m}^{-2}.\text{mês}^{-1}$ ) e média de massa de matéria seca da parte aérea ( $\text{MMSPA: g.dm}^{-2}$ ), da parte radicular ( $\text{MMSPR: g.dm}^{-2}$ ) e massa de matéria seca total ( $\text{MMST: g.dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (30 N) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008..... | 66 |
| Figura 21. Radiação acumulada ( $\text{PAR: MJ.m}^{-2}.\text{mês}^{-1}$ ) e média de massa de matéria seca da parte aérea ( $\text{MMSPA: g.dm}^{-2}$ ), da parte radicular ( $\text{MMSPR: g.dm}^{-2}$ ) e massa de matéria seca total ( $\text{MMST: g.dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (10 N) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008..... | 67 |

- Figura 22. Radiação acumulada (PAR: MJ.m<sup>-2</sup>.mês<sup>-1</sup>) e média de massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA: g.dm<sup>-2</sup>), da parte radicular (MMSPR: g.dm<sup>-2</sup>) e massa de matéria seca total (MMST: g.dm<sup>-2</sup>) para a grama-esmeralda (H) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008..... 68
- Figura 23. Radiação acumulada (PAR: MJ.m<sup>-2</sup>.mês<sup>-1</sup>) e média de massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA: g.dm<sup>-2</sup>), da parte radicular (MMSPR: g.dm<sup>-2</sup>) e massa de matéria seca total (MMST: g.dm<sup>-2</sup>) para a grama-esmeralda (50 S) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008..... 69
- Figura 24. Radiação acumulada (PAR: MJ.m<sup>-2</sup>.mês<sup>-1</sup>) e média de massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA: g.dm<sup>-2</sup>), da parte radicular (MMSPR: g.dm<sup>-2</sup>) e massa de matéria seca total (MMST: g.dm<sup>-2</sup>) para a grama-esmeralda (30 S) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008..... 70
- Figura 25. Radiação acumulada (PAR: MJ.m<sup>-2</sup>.mês<sup>-1</sup>) e média de massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA: g.dm<sup>-2</sup>), da parte radicular (MMSPR: g.dm<sup>-2</sup>) e massa de matéria seca total (MMST: g.dm<sup>-2</sup>) para a grama-esmeralda (10 S) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008..... 71
- Figura 26. Radiação acumulada (PAR: MJ.m<sup>-2</sup>.mês<sup>-1</sup>) e média de massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA: g.dm<sup>-2</sup>), da parte radicular (MMSPR: g.dm<sup>-2</sup>) e massa de matéria seca total (MMST: g.dm<sup>-2</sup>) para a grama-esmeralda (50 L) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP,

|  |    |
|--|----|
| 2008.....  | 72 |
| Figura 27. Radiação acumulada (PAR: MJ.m <sup>-2</sup> .mês <sup>-1</sup> ) e média de massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA: g.dm <sup>-2</sup> ), da parte radicular (MMSPR: g.dm <sup>-2</sup> ) e massa de matéria seca total (MMST: g.dm <sup>-2</sup> ) para a grama-esmeralda (30 L) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008..... | 73 |
| Figura 28. Radiação acumulada (PAR: MJ.m <sup>-2</sup> .mês <sup>-1</sup> ) e média de massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA: g.dm <sup>-2</sup> ), da parte radicular (MMSPR: g.dm <sup>-2</sup> ) e massa de matéria seca total (MMST: g.dm <sup>-2</sup> ) para a grama-esmeralda (10 L) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008..... | 74 |
| Figura 29. Radiação acumulada (PAR: MJ.m <sup>-2</sup> .mês <sup>-1</sup> ) e média de massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA: g.dm <sup>-2</sup> ), da parte radicular (MMSPR: g.dm <sup>-2</sup> ) e massa de matéria seca total (MMST: g.dm <sup>-2</sup> ) para a grama-esmeralda (50 O) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008..... | 75 |
| Figura 30. Radiação acumulada (PAR: MJ.m <sup>-2</sup> .mês <sup>-1</sup> ) e média de massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA: g.dm <sup>-2</sup> ), da parte radicular (MMSPR: g.dm <sup>-2</sup> ) e massa de matéria seca total (MMST: g.dm <sup>-2</sup> ) para a grama-esmeralda (30 O) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008..... | 76 |
| Figura 31. Radiação acumulada (PAR: MJ.m <sup>-2</sup> .mês <sup>-1</sup> ) e média de massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA: g.dm <sup>-2</sup> ), da parte radicular (MMSPR: g.dm <sup>-2</sup> ) e massa de matéria seca total (MMST: g.dm <sup>-2</sup> ) para a grama-esmeralda (10 O) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP,           |    |

|           |    |
|-----------|----|
| 2008..... | 77 |
|-----------|----|



## DESENVOLVIMENTO DE GRAMA-ESMERALDA EM BACIA HIDROGRÁFICA EXPERIMENTAL

**RESUMO** – Em se tratando de paisagismo, dentre todos os grupos vegetais, o grupo dos gramados merece destaque devido às características agroecológicas. A grama-esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.) merece distinção, sendo a mais cultivada e comercializada em todo o território nacional devido sua importância na constituição de jardins planos e declivosos. Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo estudar: i) o desenvolvimento da grama-esmeralda sobre superfícies com diferentes exposições e declividades; ii) estimar a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) incidente acumulada e correlacioná-la com a massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA) e total (MMST) em superfícies com diferentes exposições e declividades cultivadas com a grama-esmeralda. A declividade do terreno interfere de forma aleatória no desenvolvimento da grama-esmeralda, que é favorecido pelas exposições leste e oeste. O acúmulo dos efeitos das declividades e das exposições na radiação fotossinteticamente ativa aumenta com a exposição norte e decresce com a exposição sul, sendo a exposição 10 L a mais indicada para o revestimento de taludes, norteando o gramicultor para o revestimento de encostas. Neste mesmo estudo, não houve correlação entre a MMSPA e a radiação PAR para as superfícies avaliadas e para o período estudado, assim como, também, não houve correlação para MMST e a radiação PAR para as superfícies e períodos avaliados.

Palavras-chave: *Zoysia japonica*, radiação solar, manejo.

## DEVELOPMENT OF ZOYSIAGRASS IN EXPERIMENTAL HYDROGRAPHIC BASIN

**SUMMARY** - When it comes to landscaping, among all groups plants, lawns of the group deserves emphasis because of the many agro-ecological characteristics. The zoysiagrass (*Zoysia japonica* Steud.) deserves distinction being the most cultivated and marketed, throughout the national territory, its due importance in the formation of plans and sloping gardens. Accordingly, this study aimed to examine: i) the development of zoysiagrass on surfaces with different exhibitions and slope, ii) estimate the photosynthetically active radiation (PAR) incident accumulated and correlate it with the dry matter of shoot (MMSPA) and total (MMST) in areas with different exhibitions and slope planted with zoysiagrass. The slope of the land interferes randomly from the development of zoysiagrass, which is favored by exhibitions East and West. The accumulation of the effects of slope and exhibitions in photosynthetically active radiation exposure increases with North and South decreases with exposures, and 10 L exposure to the most suitable for the coating of embankments, orienting the grass producer for the coating of slopes. There was no correlation between the MSPA and radiation PAR for areas and assessed for the periods studied, and also there was no correlation to MMST and radiation PAR for areas and periods evaluated.

Keywords: *Zoysia japonica*, solar radiation, management.

## I. INTRODUÇÃO

As florestas vêm sendo drasticamente devastadas devido à forte pressão populacional exercida pelo processo de urbanização e, com isso, outros impactos são provocados pela retirada da cobertura vegetal: com o solo desprotegido, facilitam-se as erosões, causando assoreamento nos rios e represas, prejudicando a vida aquática; o gás carbônico é uma substância que as plantas retiram do ar, e o seu excesso na atmosfera provoca o efeito estufa (retenção de calor) (PIMENTA, 2003).

Dessa forma, pode-se associar a qualidade de vida tanto ao desenvolvimento tecnológico como à cobertura vegetal e à natureza como forma de manutenção dos recursos naturais tão necessários à vida. Conseqüentemente, surgem os gramados, ocupando posição destacada nessa função, principalmente, nos grandes centros urbanos, propondo-se a enfeitar, conservar o solo e protegê-lo das erosões, melhorarem o microclima local, sendo instalados em indústrias, residências, praças, clubes, campos esportivos, taludes e encostas, entre outras aplicações, destaca o autor acima.

Em épocas de grande pluviosidade, a estabilidade dos taludes e encostas, especialmente os constituídos por materiais terrosos (solos), além de depender de inúmeros fatores intrínsecos aos próprios, de que se destacam as características de corte dos solos que os constituem, a dimensão média das partículas e o ângulo de declive, depende, também, da existência ou não de cobertura vegetal que os reveste (FALCÃO NEVES et al., 2008).

Segundo a *TURGRASS PRODUCERS INTERNATIONAL* (2002), pesquisas nos Estados Unidos documentam e concluem muitos outros benefícios dos gramados ao nosso ambiente como: fornecer ajustes naturais, confortáveis e seguros para o lazer e a prática de esportes; 232,25 m<sup>2</sup> de gramados liberam oxigênio suficiente para uma família de quatro pessoas respirarem; refrigerar o ar (em um dia quente, os ambientes gramados terão temperaturas inferiores aos com asfalto ou com solo descoberto); controlar a poluição, além de todos os outros citados anteriormente.

Acompanhando essa tendência global, destaca-se uma nova cadeia no *agrobusiness* brasileiro: o cultivo de gramas, que vem a encaixar-se perfeitamente na problemática acima descrita, e que, nos últimos cinco anos, tem obtido destaque com aumento significativo no volume comercializado (PIMENTA, 2003; COAN, 2007).

Essa prática está definindo-se como linha de pesquisa para o manejo mais eficiente de produção de gramas, fornecendo aos gramicultores ou às empresas que trabalham no revestimento de rodovias, de encostas e áreas degradadas, um manejo viável.

Mediante a importância e a necessidade de disponibilizar informações científicas e técnicas, o presente trabalho objetivou estudar: i) o crescimento da grama-esmeralda sobre superfícies com diferentes exposições e declividades; ii) a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) incidente acumulada e correlacioná-la com a massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA), massa de matéria seca da parte radicular (MMSPR) e total (MMST) em superfícies com diferentes exposições e declividades cultivadas com a grama-esmeralda.

## II. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. Aspectos gerais da grama-esmeralda

O relvado (uma camada de plantas rasteiras) é o componente básico da maioria dos projetos de jardins, pois integra os demais elementos, como árvores, arbustos, canteiros, fontes, etc., servindo harmoniosamente como pano de fundo ao cenário. Quando o relvado é formado por gramíneas, recebe o nome específico de gramado (PLANTAS..., 1977). Além do efeito estético que confere aos parques e jardins, os gramados podem formar pastagens, cobrir campos esportivos, como os de golfe, pólo, *cricket* e de futebol sendo ainda muito utilizados na estabilização de encostas e no controle da erosão, entre outras finalidades, além de proporcionar conforto térmico ao ambiente (ANGELIS NETO & ANGELIS, 1999;

LORENZI, 2000; THROSSEL, 2000; RAVEN et al., 2001; FREITAS et al., 2002; COAN, 2005).

Todas as gramas são membros da família Gramineae (Poaceae). Essa família apresenta 25 tribos, 600 gêneros e 7.500 espécies. Destas, apenas algumas poucas dezenas são gramas comerciais (UNRUH, 2004). As gramíneas, plantas da Família Gramineae (Poaceae), para os principais usos que delas se fazem, devem ter características de crescimento rápido e ser tolerantes a cortes intensos, secas, pragas, doenças e pisoteio (PYCRAFT, 1980).

“A grama-esmeralda, originária do Japão, também conhecida como zóisia silvestre, grama zóisia ou apenas zóisia, é uma gramínea herbácea rizomatosa, reptante, perene e muito ramificada. A altura varia até 15 cm, sendo suas folhas estreitas e pequenas, dispostas em hastes curtas e densas, formando um perfeito tapete quando ceifada com frequência, sendo mais indicada para a formação de gramados ornamentais e para lazer. Apresenta como principais características folhas estreitas, crescimento rápido e de cor verde intenso, principalmente quando adubada” (LORENZI & SOUZA, 2001).

Uma das vantagens do uso da grama-esmeralda é a formação de um belo tapete, pelo entrelaçamento dos estolões penetrantes e que se enraízam facilmente. Apresenta folhas macias e resistentes ao pisoteio, proporcionando grande beleza, podendo ser opção para campos de futebol e de outros esportes, *playgrounds*, e contenção de taludes (ARRUDA & HENRIQUES, 1995). Apresenta ainda ótima capacidade de regeneração no caso de injúria e em função da baixa frequência de poda recomendada, e da necessidade de luminosidade exigida, tolera sombreamento leve (LORENZI & SOUZA, 2001). Foi introduzida no Brasil na década de 80, tendo ampla aceitação de norte a sul do País. Devido à sua resistência ao pisoteio, durante muitos anos formou os gramados de campos de futebol do Brasil, como os do Maracanã, do Morumbi e do Mineirão, e de outros (GURGEL, 2003).

Das gramas cultivadas no Brasil, 80% são grama-esmeralda ou japonesa (*Zoysia japonica* Steud.) e, ainda são de estação quente (VILLAS BOAS & GODOY, 2007).

O clima tropical do Brasil favorece o crescimento de algumas gramíneas que se adaptam melhor em ambientes com temperaturas altas, na faixa de 25 a 35°C. Em temperaturas abaixo de 20°C, ocorre diminuição no metabolismo das plantas, iniciando-se um processo de dormência. Assim, no período menos favorável, essas espécies acumulam reservas de alimento, normalmente nas raízes, para serem utilizadas no período de crescimento (SANTIAGO, 2001).

## **2.2. Importância do mercado brasileiro de plantas ornamentais**

O retrato da floricultura brasileira é difícil de ser conhecido, devido à ausência de dados bem estabelecidos, recentes e detalhados. O último Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) levantou alguns dados relativos à produção de flores, plantas ornamentais e gramas, que não foram divulgados (IBGE, 2002). Os produtores entrevistados no Levantamento Ibraflor, em 2001-02, embora representem somente 18% do total levantado no Censo Agropecuário de 1995-96 do IBGE, representam a importante parcela de 58% dos municípios que produziram 95% do valor de produção de flores, plantas ornamentais e gramas no País (KIYUNA et al., 2004).

No Brasil, a cadeia produtiva de gramas, no ano de 2003, movimentou cerca de 155 milhões de reais (ZANON, 2003), servindo como *benchmarking* e dando uma idéia do potencial de desenvolvimento no mercado de gramas (DEON, 2008).

Segundo esse autor, “a capacidade de exploração deste potencial, por sua vez, deve passar por uma análise gerencial interna nas organizações que compõem a cadeia produtiva. Os agentes dessa cadeia precisam ter noção de sua eficiência traduzida na forma de retorno, principalmente econômico.

Em outras palavras, o lucro é o objetivo maior desta ou de qualquer atividade econômica que pense em fazer frente ao mercado competitivo em que está inserida. Neste sentido, a gestão dos custos participa de forma ativa para corroborar a lucratividade das gramas e a rentabilidade do negócio.

Por outro lado, não podemos esquecer que a gramicultura faz parte de um negócio maior. Há, ou deveria haver, a interação entre os agentes que participam deste setor, e esta maior ou menor interação é que irá apontar a real situação da cadeia produtiva de gramas. O que se pode afirmar aqui é que existem, também, variáveis de relacionamento entre estes agentes que geram custos ao longo da cadeia produtiva” e, dessa forma, são passíveis de ser gerenciadas para se obter um melhor resultado econômico à cadeia como um todo. Essas variáveis são conhecidas como custos das transações (DEON, 2008).

### **2.3. Comercialização da grama-esmeralda**

A produção de gramas vem aumentando devido a grande demanda para a formação de gramados. Essa crescente demanda e a maior exigência do mercado consumidor, quanto à qualidade final dos gramados, são os dois principais fatores que impulsionam as áreas produtoras, principalmente as próximas dos grandes pólos consumidores (GODOY, 2005).

Os benefícios ambientais dos gramados estão relacionados com a proteção das casas e locais de lazer, da poeira e da lama, amenizando os efeitos da intensidade de luz e calor (TURGEON, 1996).

As áreas ajardinadas das residências das classes média a alta, condomínios prediais, comércio e serviços utilizam a grama-esmeralda como a principal opção para as áreas ensolaradas, sendo consagrada no mercado com aproximadamente 90% do total de gramas comercializadas (ARIGONI, 2004; HENRIQUES, 2006). No caso de áreas residenciais, os volumes de grama em sua maioria são pequenos e comprados em viveiros ou em floriculturas, que fazem desde a comercialização ao plantio do produto (MACIEL et al., 2008).

As rodovias têm despertado a cadeia produtiva para um nicho importante e novo do paisagismo, ou seja, o revestimento de obras rodoviárias com seus gigantescos taludes e anéis, bem como das suas áreas para descanso; nestes casos, sempre se utilizou a grama-batatais (*Paspalum notatum* Flüggé); no entanto, aos poucos, ela vem sendo substituída pela grama-esmeralda (*Zoysia*

*japonica* Steud.), que já é amplamente cultivada no Brasil, ao passo que a grama batatais é obtida por meio do extrativismo de grandes áreas, normalmente distantes do local de implantação, apresentando problemas de logística e transporte (COAN, 2007).

#### **2.4. Importância da vegetação na cobertura de taludes e encostas**

O Brasil optou, na década de 1960, pelo transporte rodoviário, privilegiando-o em detrimento do transporte ferroviário e hidroviário. Essa modalidade de transporte tem como objetivo principal servir como via de transporte terrestre para pessoas e cargas. O sistema rodoviário, dentre muitos outros fatores que impulsionaram o progresso de uma sociedade, desempenha importante papel, dada a sua essencialidade em atender às necessidades requeridas. É impossível imaginar a civilização atual sem estradas rodoviárias (SILVA, 2008).

De acordo com o autor citado acima, exatamente por serem indutoras de desenvolvimento, novas ou melhoradas, as rodovias tendem a induzir a ocupação de suas margens e de seu entorno por populações que nelas vêem possibilidades de melhores condições de vida, de trabalho, de produção e de negócios. Em síntese, as rodovias, por sua concentração e ampliação contínua, têm promovido significativas mudanças socioeconômico-ambientais.

São comuns todos os anos, nos períodos chuvosos, principalmente nas regiões de topografia mais acentuada, os deslizamentos de taludes de cortes e aterros. Taludes em solo e em rocha estão sujeitos, com relativa freqüência, a problemas geotécnicos associados a fatores de instabilização de massa, como, por exemplo: deslizamentos e erosões. Quando se trata de taludes rodoviários em cortes ou aterros, assim como de encostas naturais adjacentes às rodovias, tais eventos costumam provocar danos e, freqüentemente, até interrupções no tráfego com graves prejuízos aos usuários e ao poder público (DER, 1991).

Segundo SOUZA & SEIXAS (2001), a erosão é influenciada por vários fatores: intensidade da precipitação, tipo de solo, topografia, cobertura vegetal e



práticas de manejo e conservação do solo. O processo erosivo é extremamente prejudicial aos ecossistemas florestais, causando os seguintes danos: perda de solo, sedimentação dos cursos d'água, poluição e degradação da qualidade da água da microbacia (devido ao assoreamento dos rios, aumento da temperatura e diminuição dos níveis de oxigênio, chegando até a causar mudanças no ecossistema aquático).

A quantidade de sedimentos perdidos em uma área coberta com palha é 10 vezes maior que a de um gramado. Por aumentarem a capacidade de infiltração de água no solo, os gramados também reduzem as perdas de nutrientes (GODOY et al., 2006). Outros efeitos envolvem a perda de nutrientes (principalmente N, P e K), destruição de pontes, degradação visual, obstrução da cama de desova de peixes, diminuição da vida útil de reservatórios e perda da capacidade de produção futura da floresta (KIDD & MEGAHAN, 1972; MEGAHAN, 1977; GREY, 1988; FAO, 1989; MACHADO & SOUZA, 1990; ROBICHAUD et al., 1991; GRACE III et al., 1996; VITAL, 1996). Esses problemas, quando identificados em seu estágio inicial, podem ser resolvidos mediante soluções simples e economicamente viáveis, e que contribuem para a maior segurança do tráfego nas estradas. Nesse sentido, uma das mais eficientes medidas de controle de movimentos de massa nos taludes rodoviários é a aplicação de cobertura vegetal que atue no sentido de minimizar a perda do solo, seja ela por deslizamentos, seja pela presença de feições erosivas (MENEZES et al., 2007).

Uma das mais eficientes medidas de controle da erosão superficial nos taludes das estradas florestais, segundo SOUZA & SEIXAS (2001), é a aplicação de coberturas que impedem mecanicamente a perda de solo. Para que essa cobertura vegetal realmente cumpra suas funções, deverá atender aos seguintes requisitos mínimos: apresentar crescimento rápido, constituindo formação que proteja o terreno durante todas as estações; desenvolver raízes resistentes e que formem uma trama bem desenvolvida e de longo alcance; adaptar-se às condições climáticas locais e ser de fácil obtenção, seja no comércio, seja por reprodução local; não apresentar maiores atrativos que induzam ao acesso e à utilização da área (DER, 1991). O hábito de crescimento denso da grama causa

um abrandamento da velocidade das enxurradas, reduzindo a perda dos sedimentos e aumentando a infiltração (LINDE et al., 1998).

Mostrar a importância de se fazer o revestimento vegetal das áreas utilizadas nas etapas do processo construtivo de uma rodovia é a forma de tentar integrar esta ao meio ambiente e, também, de tentar dar um aspecto mais “vivo” como forma de proteção da obra em si (SILVA, 2008).

As obras de proteção superficial desempenham um papel extremamente importante na estabilização de taludes de corte ou aterro, pois sua função é impedir a formação de processos erosivos e diminuir a infiltração de água no maciço através da superfície exposta do talude. Lembra-se que, sempre que possível, devem ser privilegiadas as soluções que utilizam materiais naturais, por serem, em geral, mais econômicos, em especial as que utilizam materiais abundantes na própria região (DER, 1991).

De maneira simplificada, a cobertura vegetal tem como funções principais: a) aumentar a resistência das camadas superficiais de solo pela presença das raízes; b) proteger contra a erosão superficial, e c) reduzir a infiltração da água no solo através dos troncos, galhos e folhas, servindo como barreiras para quebrar o impacto das gotas de água da chuva. Neste caso, o efeito da vegetação deve ser o de travar os solos a pequenas profundidades (10 a 20 cm), oferecendo-lhes uma cobertura a mais densa e homogênea possível, o que diminuirá o escoamento da água diretamente sobre o solo. A escolha da espécie de gramínea mais adequada depende de fatores como: tipo de solo, declividade do talude e condições climáticas (CARVALHO et al., 1991).

Gramados são utilizados para o controle da erosão do solo, sendo 6 vezes mais efetivos na absorção da água da chuva do que uma lavoura de trigo e quatro vezes mais que uma de feno. A quantidade de sedimentos perdidos de área gramada é 10 vezes menor do que a cobertura por palha, e a manutenção adequada de um gramado proporciona um ambiente confortável e seguro, além de contribuir para a melhoria da qualidade do ar, reduzindo a tendência de aquecimento global, e captar até 6 vezes mais a quantidade de água da chuva que outras culturas (VILLAS BOAS & GODOY, 2007).

A escolha da espécie a ser utilizada na formação de um gramado deve seguir alguns critérios, tais como: persistência, velocidade de estabelecimento e qualidade estética. Um rápido estabelecimento é desejável para a estabilização do solo, diminuindo consideravelmente os cuidados pós-plantio (TURGEON, 1980).

## **2.5. O comportamento das plantas conduzidas sob diferentes exposições e declividades**

De acordo com UNRUH (2004), a qualidade da grama pode ser avaliada por 5 características básicas: a) densidade (medida do número de plantas por unidade de área, podendo variar com: espécie, cultivar, fertilidade e altura de corte); b) textura (medida da largura da lâmina foliar, podendo variar com: espécie, cultivar, densidade de *stand*, estresse ambiental); c) uniformidade (medida estimada da aparência uniforme de um gramado); d) hábito de crescimento (descreve o tipo evidente de crescimento do ramo em uma espécie de grama em particular, e de acordo com hábito de crescimento, as gramas podem ser agrupadas em: touceiras, rizomas, estolões), e e) suavidade.

A quantidade total de radiação recebida na superfície de uma rampa varia de acordo com a exposição e a declividade, sendo sua componente direta influenciada por ambas e a sua componente difusa, apenas pela declividade, segundo CHANG (1968), de forma que, em dias nublados, o efeito da exposição é minimizado.

O efeito de terrenos com exposições norte e sul, e declividade de 10% foi estudado por LATANZE (1973) em cultura do feijoeiro. RADOMSKI et al. (1977) estudaram o efeito do microclima de encostas com declividade média de 23,1% e exposição sul em culturas de trigo e aveia. WASSINK (1968) sugeriu um sistema fixo para estudo de microclimas em condições simuladas de campo. O efeito citado sobre a cultura do sorgo foi estudado por BENINCASA (1976) em uma estrutura denominada “Bacia Hidrográfica Experimental”.

COAN (2005) avaliou o crescimento da grama-santo-agostinho e da grama-esmeralda conduzidas sob diferentes níveis de sombreamento e verificou que ambas se desenvolvem bem na faixa de sombreamento de 30 e 50%, porém, para o sombreamento de 70%, o comportamento não foi satisfatório, e as gramas apresentaram estiolamento.

Segundo UNRUH (2004), as gramas processam a radiação solar de três maneiras: a) absorção - as gramas absorvem cerca de 50 a 80% de radiação e dependendo da orientação da folha, as folhas orientadas mais horizontalmente são mais eficientes. Elas convertem de 1 a 2% da luz incidente em energia química, através da fotossíntese. A maioria da energia absorvida é reirradiada em comprimentos de onda mais longos; b) reflexão – a radiação refletida varia entre as plantas e é afetada significativamente, de acordo com as condições de umidade. Superfícies brilhantes ou úmidas das folhas são mais refletidas que as secas e opacas, e c) transmissão – a transmissão de luz através das folhas varia de 15 a 30%.

A qualidade de luz envolve os fitocromos da planta. As radiações violeta, azul e ultravioleta (UV) estimulam um hábito de crescimento curto e robusto. As luzes de cor amarela e vermelha aumentam o crescimento longitudinal e o alongamento dos ramos. A região do infravermelho é importante em promover ou inibir o florescimento, crescimento das folhas, germinação das sementes, crescimento dos rizomas e numerosas alterações fotomorfogênicas, confirma o autor citado acima.

A radiação solar que atinge a superfície terrestre é constituída da radiação solar direta e radiação solar difusa. A radiação direta é a parcela da energia radiante que chega diretamente na superfície do solo, e a radiação difusa é a outra parcela de energia radiante proveniente das demais direções, que, em dias de céu limpo, atinge apenas 15% do total da radiação que chega à superfície terrestre. A energia radiante total na superfície terrestre, que é a soma da radiação direta e da difusa, é a radiação solar global (VIENELLO & ALVES, 1991).

A observação quantitativa da radiação solar que incide sobre as superfícies inclinadas em relação à superfície horizontal, com diferentes ângulos de

inclinação, é utilizada em uma grande variedade de aplicações, incluindo projetos de engenharia para coletores solares, projetos de arquitetura, planejamento urbano, estudos agrônômicos de insolação sobre a vegetação e em estudos micrometeorológicos sobre circulação local. Para satisfazer qualquer um desses estudos, é necessário conhecer a intensidade da radiação solar que incide sobre uma superfície inclinada e sua variação sazonal pelo período de um ano (SCOLAR, 2003).

A radiação destaca-se devido aos seus efeitos fotoquímicos e fotobiológicos, sendo muito importante quanto ao balanço de energia, à atividade biológica, às reações fotossintéticas, assim como os outros fenômenos de grandes escalas (ASSUNÇÃO, 2003). Superfícies com diferentes exposições e declividades recebem diferentes totais de radiação solar, a qual é o fator primário que condiciona os elementos climatológicos e fisiológicos relacionados ao crescimento e estabelecimento da grama.

A quantificação da radiação incidente em diversas situações, tanto a fotossinteticamente ativa como a radiação solar global, e o entendimento de seu efeito no funcionamento de vários processos fisiológicos são fundamentais para estabelecer-se uma expectativa de produção vegetal e, também, para que se possam propor práticas de manejo que possibilitem o melhor aproveitamento deste e de outros recursos (LEITE, 1996).

Outro fator determinante para as taxas fotossintéticas é a quantidade de radiação solar incidente sobre um dossel. Aproximadamente, 28% do total da radiação solar incidente na superfície da Terra estão compreendidas entre os comprimentos de onda de 400 e 700 nm, sendo essa radiação denominada radiação fotossinteticamente ativa (PAR) (NOBEL, 1999). A quantidade de PAR interceptada por um dossel é uma função da estrutura do dossel e dos estados fitossanitário e nutricional da vegetação. A eficiência do uso da radiação pelas plantas depende da interação entre a vegetação e o ambiente, que define como os processos de fotossíntese e transpiração são afetados pelos elementos climáticos ou como a estrutura do dossel afeta a quantidade de radiação incidente que atinge as diferentes camadas do mesmo (KINIRY et al., 1989; RUSSELL et al., 1989). A

capacidade fotossintética é também altamente correlacionada ao conteúdo de nitrogênio orgânico das folhas, por isso o nitrogênio é o nutriente de que as plantas necessitam em maior quantidade e, com freqüência, limita o crescimento das plantas (MARSCHNER, 1990). Essa relação entre nitrogênio e fotossíntese indica que os compostos nitrogenados da folha limitam diretamente a fotossíntese, sendo mais evidente a limitação causada pela enzima RUBISCO, responsável pela fixação de  $\text{CO}_2$  nas plantas  $\text{C}_3$  e  $\text{C}_4$ . Nas folhas, o nível dessa enzima é controlado pela disponibilidade de nitrogênio durante o crescimento, bem como pelos níveis de  $\text{CO}_2$ , luz e água (MARSCHNER, 1990; SALISBURY & ROSS, 1992).

A eficiência do uso da radiação pelas plantas depende da interação entre a vegetação e o ambiente, que define como os processos de fotossíntese e transpiração serão afetados pelos elementos climáticos e edáficos ou, também, como a estrutura do dossel afeta a quantidade de radiação incidente que atinge as diferentes camadas do mesmo e sua absorção pelas plantas (RUSSELL et al., 1989).

KONDRATYEV & MANOLOVA (1960), baseados em modelos teóricos e usando dados obtidos em piranômetros montados em teodolitos, estimaram as componentes do balanço de radiação para 37 direções e ângulos de 15; 40 e 65° com a vertical, a cada 30° de azimute e no zênite, sob céu limpo e nublado, e verificaram que, para inclinações de até 10° (declividades até 17,6%), a orientação tem pouca influência na variação da radiação total, sendo, porém, levemente diferente da horizontal; acima de 10°, depende essencialmente da orientação e declividade. Finalmente, estabeleceram que, para Criméia, 45° N de latitude, onde se realizaram as medidas, a radiação direta é a principal componente diferencial de orientações e declividades.

A relação existente entre a produção de massa de matéria seca e a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) interceptada ou absorvida tem sido amplamente usada para definir a eficiência de uso da radiação pelas culturas (SIVAKUMAR & VIRMANI, 1984; COSTA et al., 1996). Considera-se que, em plantas sadias adequadamente supridas de água e nutrientes, a fotossíntese

líquida e a produção de fitomassa sejam proporcionais à quantidade de PAR absorvida pelo dossel (MONTEITH, 1977). Entretanto, cuidados são necessários quando se compara a produtividade da cultura em diferentes níveis de radiação (RUSSEL et al., 1989).

A massa de matéria seca é usada para expressar o resultado do metabolismo da planta e o efeito das condições ambientais sobre seu crescimento, isto é, determinando a quantidade de massa de matéria seca de gramínea, pode-se estimar a taxa de crescimento da planta (ESTRADA, 1990).

A absorção da radiação incidente pelas culturas depende do seu índice de área foliar (IAF), posição solar, geometria e tamanho da folha, ângulo de distribuição, idade, arranjo das plantas, época do ano e nebulosidade (VARLET-GRANCHER et al., 1989), e, ainda, da espécie cultivada, das condições meteorológicas e de práticas de manejo da cultura. GALLO et al. (1993) mostraram que a eficiência de uso da radiação pode variar, dependendo apenas de como a massa de matéria seca (aérea ou total) e a radiação solar (incidente, interceptada ou absorvida) são definidas e medidas.

A altura e a massa de matéria seca são características que avaliam a resposta da planta em relação à luz (FELFILI et al., 1999; AGUILERA et al., 2004; ALMEIDA et al., 2004; ANDRADE et al., 2004). Frequentemente, as análises de crescimento são utilizadas para demonstrar o grau de tolerância das diferentes espécies ao sombreamento (ENGEL, 1989), pois baseia-se fundamentalmente no fato de que cerca de 90%, em média, da massa de matéria seca acumulada pelas plantas ao longo do seu crescimento resulta da atividade fotossintética; o restante, da absorção de nutrientes minerais do solo (BENINCASA, 1988).

Segundo MARSHALL (1987), a produção de massa de matéria seca de um dossel intensivamente manejado, com suprimentos adequados de água e nutrientes, é determinada pela eficiência com a qual as folhas interceptam a luz e a utilizam na assimilação de carbono. Observações em várias culturas indicam que a taxa de acúmulo de massa de matéria seca e a produção total de massa de matéria verde são uma função linear da quantidade de radiação interceptada e utilizada pelo dossel.

A distribuição estacional da energia solar é o fator climático básico e limitante da produção de plantas forrageiras. A utilização dessa energia é limitada, na prática, por outros fatores climáticos, tais como: baixas temperaturas, deficiência de água e limitação de nutrientes no solo, particularmente do nitrogênio (PEDREIRA, 1995).

As espécies forrageiras do tipo  $C_4$ , bem adaptadas ao clima tropical, superam as do tipo  $C_3$  quanto à capacidade fotossintética, taxa de acúmulo de forragem e eficiência no uso de água e nutrientes (LUDLOW, 1985).

AGATA et al. (1985) também relataram um ponto de saturação luminosa e taxa fotossintética superiores para gramíneas  $C_4$  em relação às  $C_3$ , tendo encontrado que, em média, a eficiência no uso de água nas forrageiras tropicais é o dobro da encontrada nas temperadas.

KEPHART et al. (1992), avaliando a produção de massa de matéria seca, peso de perfilhos e taxa de acúmulo de forragem em gramíneas  $C_3$  e  $C_4$ , observaram respostas para esses parâmetros duas a três vezes maiores nas tropicais. Enquanto o potencial produtivo máximo de forrageiras de clima temperado está limitado a aproximadamente 25.000 kg MS/ha/ano, produtividades superiores a 80.000 kg MS/ha/ano têm sido mencionadas para gramíneas tropicais (COOPER, 1970).

De acordo com NABINGER (1996), nas últimas décadas, a pesquisa em forrageiras, sobretudo em regiões temperadas, desenvolveu modelos de crescimento baseados na análise da conversão da energia solar interceptada e absorvida por uma cultura qualquer em massa de matéria verde conforme proposto por MONTEITH (1972), GALLAGHER & BISCOE (1978), VARLET-GRANCHER et al. (1989).

Ainda de acordo com NABINGER (1996), tais modelos permitem uma previsão relativamente precisa da produtividade potencial, ou seja, aquela obtida em condições não-limitantes: ausência de déficit hídrico e adequada nutrição mineral. Nessas condições, vários autores demonstraram a linearidade da relação entre a massa de matéria seca total acumulada por uma cultura vegetal e a



quantidade de radiação fotossinteticamente ativa absorvida (PAR a) (MONTEITH, 1972, 1977; SCOTT et al., 1973; BISCOE & GALLAGHER, 1977; BONHOMME et al., 1982; GOSSEFA, 1984). Posteriormente, o modelo proposto foi estendido a uma gama maior de espécies (GOSSE et al., 1986), permitindo caracterizar o comportamento de uma espécie ou de um conjunto de espécies ( $C_3$  ou  $C_4$ ) em termos de potencial para um dado ambiente. A utilização desse método nos últimos anos, para a realização de análises de crescimento baseada na quantidade de PAR absorvida ou interceptada, demonstra que, na ausência de limitações hídricas ou minerais, os valores obtidos são praticamente constantes para uma dada espécie e com pouca variação entre espécies de um mesmo grupo metabólico (NABINGER, 1996).

O ambiente de luz em que a planta cresce é de fundamental importância, pois a adaptação das plantas ao ambiente depende do ajuste do seu aparelho fotossintético, de modo que a luminosidade ambiental seja utilizada da maneira mais eficiente possível; as respostas dessas adaptações serão refletidas no crescimento global da planta (ENGEL & POGGIANI, 1991).

A temperatura é o fator ambiental que afeta a adaptação das gramas a uma região geográfica particular. É uma expressão mensurável do calor a energia da radiação solar. Grande parcela da energia de calor absorvida pode ser transferida de um componente ambiental a outro por vários processos, como evaporação, reirradiação, condução, convecção e advecção (UNRUH, 2004). Durante o inverno, a interação dos decréscimos da temperatura, da intensidade luminosa e de fotoperíodos mais curtos resultam em menor produção de massa de matéria seca, mesmo que a umidade do solo seja suficiente às plantas (EVANS & PEADEN, 1984).

Para BARBOSA et al. (1997), o fato de as plantas ornamentais e os gramados terem importância pouco reconhecida pelas entidades de pesquisa no País, resulta na escassez de informações técnicas, avidamente procuradas pelos potenciais usuários, resultando na importação desenfreada destas e/ou generalização de soluções e recomendações sem base científica.

Segundo COAN et al. (2008), embora a grama-esmeralda seja de grande interesse ornamental e comercial, ainda têm-se muitas dúvidas relacionadas à velocidade de estabelecimento. Há poucas informações na literatura sobre os processos relacionados ao crescimento dessa espécie.

### **III. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Caracterização da área experimental**

A pesquisa foi desenvolvida na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal-SP, situada a 22<sup>o</sup>15'22" de latitude sul, 48<sup>o</sup>18'58" de longitude oeste, e altitude de 575 m, em uma estrutura denominada "Bacia Hidrográfica Experimental", descrita com detalhes por BENINCASA (1976), LOPES (1986), ORTOLANI (1987) e TURCO (1997).

O tipo de solo da área experimental é o LE1, Vermelho-Escuro, eutrófico, A moderado, caulínítico, hipoférrico, textura argilosa, relevo suave ondulado (Eustrustox) (ANDRIOLI & CENTURION, 1999).

O clima da região, segundo a classificação de Köeppen é do tipo Cwa, isto é, subtropical com estiagem no inverno.

#### **3.2. Descrição da Bacia Hidrográfica Experimental**

É uma simulação no terreno, de uma bacia hidrográfica de formato aproximadamente elíptico, com o eixo principal de 56 m de comprimento na orientação leste-oeste e eixo secundário transversal ao principal com 14 m. O talvegue da bacia foi construído partindo de leste, da mesma cota do divisor de águas, para oeste, a uma cota de 2,35 m abaixo e no mesmo plano vertical que

contém o eixo principal. Assim foram definidas superfícies com exposições norte e sul, sobre as quais foram construídos planos simétricos e opostos, e espaçados de 3,00 m ao longo das linhas de mesmo nível, inclinados de 0° (horizontal), 5°42' (10% de declividade), 11°18' (20% de declividade), 16°42' (30% de declividade), 21°48' (40% de declividade) e 26°34' (50% de declividade) segundo BENINCASA (1976), LOPES (1986) e ORTOLANI (1987).

Confirmando essas informações, PAVANI (1993) destaca que sobre cada plano construíram-se paredes de alvenaria de 0,13 m de espessura, revestidas de argamassa de cal-cimento-areia, definindo-se caixas-canteiro com dimensões internas de 3,00 m na orientação leste-oeste e 3,50 m na orientação da declividade e 0,50 m de altura acima do solo natural.

O autor acima citado confirma que, ao longo da parede, na parte inferior de cada caixa-canteiro, construiu-se internamente um sistema de drenagem com a finalidade de eliminar os eventuais excessos de água através de um conduto central de PVC de 0,025 m de diâmetro, orientado para o escoadouro principal da bacia.

Toda a área da bacia, com exceção das superfícies das caixas-canteiro, foi revestida com grama-batatais (*Paspalum notatum* Flüggé), e o sistema de drenagem, definido de tal modo que toda a água superficial escoe diretamente para o talvegue. Esse escoadouro foi construído em alvenaria de tijolos com pequenos ressaltos com a finalidade de diminuir a velocidade da água. Em seu extremo, cota mínima da bacia, construiu-se uma caixa coletora de 0,80 x 0,80 x 0,60 m, a partir da qual a água escoava através de uma manilha.

Em 1985, as caixas-canteiro foram preenchidas com solo convenientemente homogeneizado, retirado da camada superficial de 30 cm de uma área de solo próxima e com características semelhantes às do solo do local, sendo admitido, em cada caixa-canteiro, um volume de cerca de 5,25 m<sup>3</sup>, conforme corrobora PAVANI (1993). Porém, em abril/2006, todo o solo das caixas-canteiro foi trocado por solo proveniente de mata, situada na plantação de eucalipto da Fazenda de Ensino e Pesquisa, FCAV/UNESP, conforme

informações no próximo item, e a grama-babatais, substituída pela grama-esmeralda.

Nessa estrutura, realizou-se o experimento no período de novembro/2006 a outubro/2007, no qual se utilizou de superfícies (caixas-canteiro elevadas construídas à base de alvenaria com as dimensões de 3,50 m x 3,00 m x 0,50 m) de 10,5 m<sup>2</sup> e 5,25 m<sup>3</sup>, caracterizadas como: H (superfície horizontal), 10 N (superfície com 10% de declividade e exposição norte), 30 N (superfície com 30% de declividade e exposição Norte), 50 N (superfície com 50% de declividade e exposição norte); 10 S (superfície com 10% de declividade e exposição sul), 30 S (superfície com 30% de declividade e exposição sul), 50 S (superfície com 50% de declividade e exposição sul); 10 L (superfície com 10% de declividade e exposição leste), 30 L (superfície com 30% de declividade e exposição leste), 50 L (superfície com 50% de declividade e exposição leste), e 10 O (superfície com 10% de declividade e exposição oeste), 30 O (superfície com 30% de declividade e exposição oeste), e 50 O (superfície com 50% de declividade e exposição oeste), conforme mostram as Figuras 1 e 2.



**Figura 1.** Croqui da Bacia Hidrográfica Experimental (N – S). Jaboticabal-SP, 2008.



**Figura 2.** Croqui da Bacia Hidrográfica Experimental (L – O). Jaboticabal-SP, 2008.

### 3.3. Características químicas do solo

Em 2006, as caixas foram preenchidas com solo convenientemente homogeneizado, retirado da camada superficial de 30 cm de uma área de solo de mata e com características semelhantes às do solo do local, sendo o volume de cada caixa-canteiro correspondente a  $5,25 \text{ m}^3$  com as seguintes características químicas principais:  $\text{pH} = 5,6$  ( $\text{CaCl}_2$ );  $\text{M.O} = 14,0$  ( $\text{g/dm}^3$ ) e o  $\text{V}\% = 65,0$  %.

### 3.4. Obtenção dos dados meteorológicos

Para a obtenção dos dados meteorológicos, foi instalada próxima à área experimental uma estação meteorológica automatizada da marca *Davis Instruments*. A estação possui um sistema de aquisição de dados, onde todos os sensores foram conectados por meio de cabos, sendo instalada na área experimental, no mês de agosto/2006. Os dados meteorológicos foram obtidos em um período de doze meses, abrangendo as quatro estações do ano.

A estação encontra-se equipada com um sistema de aquisição de dados (*Vantage Pro Plus Wireless*), onde: a medida da radiação solar global foi realizada com um sensor (*Standard* - modelo 6450); a temperatura e a umidade relativa do ar (sensor externo - modelo 7859); a velocidade do vento (anemômetro *Standard* - modelo 7911), e a precipitação pluviométrica (pluviômetro - modelo 7852, *Rain Collector*).

Os dados meteorológicos referentes ao período de implantação e condução do experimento foram fornecidos pela Estação Meteorológica do Departamento de Engenharia Rural da FCAV/UNESP.

### **3.4.1. Obtenção da radiação PAR**

Para a obtenção da radiação solar global, foi instalada próxima a área experimental uma estação meteorológica automatizada da marca *Davis Instruments, Inc.*

Para calcular a radiação solar nas superfícies estudadas, a partir da medida na horizontal, foi utilizada a metodologia desenvolvida por KONDRATYEV (1977), descrita a seguir:

O fluxo de radiação solar direta sobre uma superfície inclinada, com orientação arbitrária ( $S_s$ ), pode ser expresso por meio do fluxo de radiação recebido por uma superfície normal aos raios solares, usando a equação:

$$S_s = S_m \cos i \quad (1)$$

em que:

$S_m$  - fluxo de radiação solar recebido por uma superfície normal aos raios solares com presença da massa atmosférica ( $m$ ), e

$i$  - ângulo de incidência dos raios solares numa determinada superfície inclinada.

O cosseno do ângulo de incidência dos raios foi determinado pela equação (2):

$$\cos i = \cos \alpha \operatorname{sen} h + \operatorname{sen} \alpha \operatorname{cosh} \cos \psi \quad (2)$$

em que:

$\alpha$  - ângulo de inclinação da rampa em relação à horizontal;

$h$  - ângulo de elevação solar;

$\psi$  -  $\psi\theta$  -  $\psi n$ ;

$\psi\theta$  - azimute do sol, e

$\psi n$  - azimute da projeção da normal à rampa.

Os ângulos de elevação e de azimute do Sol foram determinados pelas equações:

$$\operatorname{sen} h = \operatorname{sen} \phi \operatorname{sen} \delta + \cos \phi \cos \delta \cos \Omega \quad (3)$$

$$\cos \psi \theta = \frac{\operatorname{sen} h \operatorname{sen} \phi - \operatorname{sen} \delta}{\operatorname{cosh} \cos \phi} \quad (4)$$

$$\operatorname{sen} \psi \theta = \frac{\cos \psi \operatorname{sen} \Omega}{\operatorname{cosh}} \quad (5)$$

em que,

$\phi$  - latitude do local;

$\delta$  - declinação do Sol;

$\Omega$  - ângulo horário do Sol em dado instante.

Considerando as equações (2) a (5), a equação (1) pode ser escrita da seguinte maneira:

$$S_s = S_m \left\{ \cos \alpha \operatorname{sen} h + \operatorname{sen} \alpha \left[ \cos \psi \theta (\operatorname{tg} \phi \operatorname{sen} h - \operatorname{sen} \delta \sec \phi) + \operatorname{sen} \psi \theta \cos \delta \operatorname{sen} \Omega \right] \right\} \quad (6)$$

A equação (6) foi a expressão geral para o cálculo da radiação solar instantânea recebida por terrenos com exposição determinada pelos ângulos  $\alpha$  e  $\psi_n$ , para qualquer latitude " $\phi$ ", em qualquer momento do dia " $\Omega$ " e em qualquer época do ano " $\delta$ ".

Para o caso particular da superfície horizontal (H) do local ( $\alpha = 0$ ), a equação (6) pode ser escrita:

$$SH = S_m \text{ senh} \quad (7)$$

$$S_m = \frac{SH}{\text{sen}\phi \text{ sen}\delta + \cos\phi \cos\delta \cos\Omega} \quad (8)$$

Para o cálculo da radiação solar incidente em rampas com qualquer exposição, num dado instante, pode-se usar a equação (6), sob a seguinte forma:

$$S_s = \frac{SH}{(\text{sen}\phi \text{ sen}\delta + \cos\phi \cos\delta \cos\Omega)} \cdot \{ \cos\alpha \text{ sen}\phi \text{ sen}\delta + \text{sen}\alpha [\cos\psi_o (\text{tg}\phi \text{ sen}\phi \text{ sen}\delta - \text{sen}\delta \text{ sec}\phi)] + \cos\Omega (\cos\alpha \cos\phi \cos\delta + \text{sen}\alpha \cos\psi_o \text{ sen}\phi \cos\delta) + \text{sen}\Omega \text{ sen}\alpha \cos\delta \text{ sen}\psi_n \} \quad (9)$$

ou, simplificando:

$$S_s = \frac{SH}{\text{senh}} (A_1 + B_1 \cos\Omega + C_1 \text{sen}\Omega) \quad (10)$$

em que,

$$A_1 = \cos\alpha \text{ sen}\phi \text{ sen}\delta + \text{sen}\alpha [\cos\psi_o (\text{tg}\phi \text{ sen}\phi \text{ sen}\delta - \text{sen}\delta \text{ sec}\phi)];$$

$$B_1 = \cos\alpha \cos\phi \cos\delta + \text{sen}\alpha \cos\psi_o \text{ sen}\phi \cos\delta, \text{ e}$$

$$C_1 = \text{sen}\alpha \cos\delta \text{ sen}\psi_n.$$

Foi estimada a radiação fotossinteticamente ativa incidente nas superfícies pela equação de GEROLINETO (2005), descrita a seguir:

$$\text{PAR} = -0,257 + 0,4237 S_s \quad (11)$$

em que,

$$\text{PAR} = \text{radiação fotossinteticamente ativa, MJ.m}^{-2} \text{ dia}^{-1}, \text{ e}$$



$S_s$  = radiação solar global incidente,  $\text{MJ.m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ .

### 3.5. Cultura utilizada

Foi utilizada a grama-esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.) obtida na fazenda produtora de gramas *Green Park*, no município de Pitangueiras-SP, uma vez que este ensaio fez parte de um projeto de pesquisa do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, FCAV/UNESP, junto à mesma empresa desde 2006, envolvendo os estudos de radiação solar, manejo da irrigação e uso da energia sobre essa cultura.

### 3.6. Instalação e condução da cultura

Foram realizados os procedimentos de pré-plantio iniciando-se pelas amostragens do solo, seguidas do preparo do terreno, baseando-se nas operações de limpeza da área, capina manual, seguidas de destorroamento e afofamento do solo, até a profundidade de 0,50 m. O solo de cada caixa-canteiro foi retirado para posterior colocação do solo descrito acima, onde o mesmo passou por peneiramento para homogeneização.

Ao final, fizeram-se o nivelamento da área e uma limpeza rigorosa no entorno. O plantio foi realizado por meio de tapetes (0,40 x 1,25 m), permitindo-se a utilização de gramas nobres, retiradas de um mesmo lote, de adaptação testada e comprovada. Em seguida, foi efetuado o plantio dos tapetes, juntando-se uns aos outros e compactando-os com um soquete de chapa de ferro de 6 mm.

### 3.7. Manejo da irrigação

Para a determinação da frequência de irrigação, foram instalados três tensiômetros, a uma profundidade de 10 cm (região de maior concentração das raízes dessa grama), centralizados em linha reta, no sentido perpendicular à declividade da superfície e fora da área útil de amostragem.

A aplicação de água na cultura era realizada sempre que o valor de tensão de água no solo, calculada, atingia valores entre - 0,5 e - 0,6 atm. Segundo REICHARDT (1990), valores superiores a - 0,6 atm indicam, geralmente, que quase toda a água disponível já tenha sido consumida, e dentro de um ou dois dias, os valores de potencial passam bruscamente para - 10 a - 15 atm, afetando a produtividade da cultura.

Neste experimento, quando a média das leituras dos tensiômetros foi igual a - 0,5 atm, foi realizada a irrigação por gotejamento na superfície gramada, em todas as superfícies, simultaneamente.

A evapotranspiração de referência foi calculada pela seguinte equação:

$$ET_{o(PM)} = \frac{0,409 \Delta (R_n - G) + \gamma \left( \frac{900}{T + 273} \right) V (e_s - e)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 V)}$$

Em que,

$ET_{o(PM)}$  = evapotranspiração de referência pelo método de PM, em gramado,  $\text{mm d}^{-1}$ ;

$R_n$  = radiação líquida,  $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$ ;

$G$  = fluxo de calor no solo,  $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$ ;

$T$  = temperatura média do ar,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$V$  = velocidade média do vento a 2 m de altura,  $\text{m s}^{-1}$ ;

$(e_s - e)$  = déficit de pressão de vapor, kPa;

$\Delta$  = tangente à curva de pressão de vapor, kPa °C<sup>-1</sup>;

$\gamma$  = constante psicrométrica, kPa °C<sup>-1</sup>, e

900 = fator de conversão.

Não houve a necessidade de se utilizar a medida de fluxo de calor do solo quando se calculam os valores diários de evapotranspiração, pois o balanço de energia nesse período é próximo de zero (ITIER, 1981). Segundo BRUNEL (1989), no caso de uma vegetação bem desenvolvida, o fluxo de calor no solo pode ser negligenciado, pois  $G < 0,05 RA$ .

A constante psicrométrica foi calculada por meio das equações de SMITH et al. (1990). A quantidade de água a ser aplicada em cada superfície foi função dos valores da ETo, obtidos pelo método de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998).

A irrigação foi realizada através da instalação de seis mangueiras de 3,5 m de comprimento, perfuradas a cada 20 cm, em toda a sua extensão.

### **3.8. Caracterização das amostragens**

As avaliações foram mensais, retirando-se quatro amostras (repetições) de cada tratamento; colocando-se, em cada área, uma rede móvel de ferro, com malhas medindo 12 x 12 cm, cobrindo toda a área útil da amostragem (exceto bordadura). Foram sorteados os quatro números das amostras por tratamento, de modo que todas as amostras retiradas foram originais. Com o uso de marreta de ferro e extrator de grama, confeccionado especialmente para essas análises, medindo 10 x 10 x 10 cm, em chapa de ferro de 2 mm de espessura, as amostras foram colocadas em saco de papel e acondicionadas para secagem, em estufa de renovação forçada de ar, a 70°C (COAN, 2005). Após a retirada das amostras, a

grama foi podada com roçadeira da marca Sthil, modelo FS 220, sendo essa operação repetida mensalmente.

### **3.9. Análise estatística**

Na área experimental, foram utilizadas treze superfícies, sendo os tratamentos constituídos pelas combinações de quatro exposições (N, S, L e O), com quatro declividades na exposição norte (sendo uma testemunha), três declividades na exposição sul, três declividades na exposição leste, e três declividades na exposição oeste. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial  $3 \times 4 + 1$ , sendo três declividades (10, 30 e 50%), quatro exposições (N, S, L e O), com quatro repetições.

Os resultados observados foram submetidos à análise de variância. Para comparação de médias, utilizou-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Foi realizada, também, análise de regressão polinomial a fim de verificar o comportamento das variáveis ao longo do período do experimento.

Para verificar a relação existente entre a PAR e MMSPA, MMSPR e MMST, respectivamente, utilizou-se o coeficiente de correlação linear simples.

### **3.10. Variáveis estudadas**

Mensalmente, durante doze meses, foram coletadas aleatoriamente amostras de quatro repetições em cada caixa-canteiro, as quais mediam 10 x 10 x 10 cm. Foi estabelecido o período de coleta, mensal, em função do longo ciclo da cultura e, ainda, por ter sido verificado ser esse um intervalo ideal em que ocorreria um crescimento da planta capaz de diferenciar uma coleta da outra.

O crescimento da cultura foi avaliado a partir das seguintes variáveis:

- **Altura foliar:** a medida foi lida a partir do *thatch* (área de transição do solo e parte aérea) com uma régua graduada em cm.

- **Massa de matéria seca da parte aérea:** após medida a altura foliar, as folhas (parte aérea) foram submetidas ao corte rente ao solo com o auxílio de uma tesoura e, em seguida, à secagem em estufa dotada de sistema com circulação forçada de ar à temperatura de 70°C, por 72 horas.

- **Massa de matéria seca da parte radicular:** após a separação da parte aérea da parte radicular, esta foi levada à peneira de lavagem e, com o auxílio de pistola de água de jato dirigido, o solo foi separado das raízes. As raízes foram colocadas para secar em peneiras ao ar livre, e depois de o excesso de água ter sido escorrido e evaporado, foram acondicionadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa dotada de sistema com circulação forçada de ar à temperatura de 70°C, por 72 horas.

- **Massa de matéria seca total:** foi obtida a partir da soma dos valores da massa de matéria seca da parte aérea e da radicular.

Para a pesagem do material, utilizou-se uma balança digital com precisão de 0,001 g, e os valores, apresentados em  $\text{g.dm}^{-2}$ .

#### IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Jaboticabal, de acordo com dados fornecidos pela Estação Meteorológica da FCAV/UNESP, apresenta precipitação pluviométrica média anual em torno de 1500 mm, sendo que 80% desse total ocorrem no período de outubro, e os restantes 20%, entre abril e setembro. A temperatura média anual é de 22°C, ocorrendo no mês de julho a média mais baixa (18,5°C), e a média mais alta (25,7°C) em outubro. As temperaturas máximas e mínimas estão em torno de 30°C e 17°C, conforme mostra a Tabela 1.

**Tabela 1.** Dados meteorológicos mensais no período de novembro/2006 a outubro/2007, respectivamente. Jaboticabal, SP, 2008.

| Mês       | Pressão<br>(hPa) | Tmáx<br>(°C) | Tmín<br>(°C) | Tméd<br>(°C) | UR<br>(%) | Precipitação<br>(mm) | ND | Insolação<br>(h) |
|-----------|------------------|--------------|--------------|--------------|-----------|----------------------|----|------------------|
| Novembro  | 941,6            | 30,6         | 19,0         | 24,1         | 69,3      | 166,8                | 14 | 252,6            |
| Dezembro  | 941,9            | 29,9         | 20,6         | 24,4         | 82,2      | 221                  | 24 | 187,7            |
| Janeiro   | 941,3            | 28,9         | 21,0         | 23,9         | 88,4      | 644,6                | 25 | 114,5            |
| Fevereiro | 942,0            | 31,1         | 19,8         | 24,4         | 78,6      | 154,7                | 12 | 223,5            |
| Março     | 943,4            | 31,7         | 20,0         | 24,9         | 73,9      | 156,3                | 13 | 250,6            |
| Abril     | 944,2            | 30,5         | 18,7         | 23,6         | 75,1      | 53,7                 | 07 | 258,5            |
| Mai       | 945,6            | 26,5         | 14,2         | 19,5         | 73,7      | 105,7                | 06 | 236,7            |
| Junho     | 947,2            | 27,7         | 13,5         | 19,5         | 69,1      | 2,5                  | 01 | 268,4            |
| Julho     | 946,5            | 26,4         | 12,8         | 18,5         | 68,8      | 87,7                 | 05 | 248,5            |
| Agosto    | 947,0            | 29,6         | 14,1         | 21,0         | 58,1      | 0,0                  | 0  | 311,4            |
| Setembro  | 946,0            | 32,7         | 17,3         | 24,3         | 50,8      | 0,4                  | 02 | 287,1            |
| Outubro   | 942,6            | 33,4         | 19,2         | 25,7         | 56,0      | 38,2                 | 07 | 246,9            |

**Fonte:** Dados fornecidos pela Estação Meteorológica da FCAV/UNESP.  
\* T = temperatura; UR = umidade relativa, e ND = número de dias nublados.

#### 4.1. Altura foliar

Os resultados da análise de variância e comparação de médias, mensais, de altura da parte aérea encontram-se na Tabela 2, e na Tabela 3, os resultados da análise de regressão de altura da parte aérea, ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007, assim como nas Figuras de 3 a 6, respectivamente, as curvas correspondentes às exposições N, S, L e O. A interação entre a exposição e a declividade foi significativa nos meses de novembro e dezembro/2006, em maio e junho/2007, setembro e outubro/2007.

Observa-se que houve diferenças significativas entre as exposições somente em sete dos 12 meses avaliados. Em se tratando das exposições, a 50 N foi superior às demais para os meses de dezembro/2006, maio, junho, setembro e outubro/2007; e a 30 N foi superior às demais para o mês de novembro/2006. Para a exposição Sul, a 50 S foi superior às demais para novembro e

dezembro/2006, junho e outubro/2007; e a 30 S foi superior para maio e setembro/2007. Para exposição leste, a 50 L foi superior para novembro/2006 e setembro/2007; a 30 L foi superior para maio e outubro/2007; e a 10 L foi superior para dezembro/2006, e no mês de junho/2007, a 30 L e a 10 L não apresentaram diferenças significativas entre si. Para a exposição oeste, a 50 O foi superior para junho e setembro/2007; e a 10 O foi superior para novembro e dezembro/2006, maio, setembro e outubro/2007.

Dos 12 meses avaliados, houve diferenças significativas entre as declividades somente para seis meses. Para as declividades de 50%, a 50 N foi superior às demais para os meses de dezembro/2006, maio e outubro/2007; a 50 S para setembro/2007; a 50 L para novembro/2006 e a 50 O para junho/2007. Para as declividades de 30%, a 30 N foi superior apenas para junho/2007; a 30 S apenas para setembro/2007; a 30 L foi superior para dezembro/2006, maio e outubro/2007; e a 30 O, apenas para o mês de novembro/2006. Para as declividades de 10%, a 10 N foi superior às demais apenas para junho/2007, e a 10 O para novembro e dezembro/2006, maio, setembro e outubro/2007.

A produção de massa de matéria seca permite avaliar o crescimento de uma planta, e segundo FELFILI et al. (1999), citando LOGAN, é o melhor índice de crescimento, sendo utilizada para avaliar as condições requeridas pelas espécies.

As respostas foram muito semelhantes quanto às exposições, conforme mostra a Tabela 3, ajustando-se a um modelo cúbico de regressão para todas as declividades, porém os maiores valores de médias foram observados na seguinte seqüência: para a exposição norte (50 N > 10 N > 30 N) vide Figura 3; para sul (50 S > 30 S > 10 S) vide Figura 4; para Leste (50 L > 10 L = 50 L) vide Figura 5, e para oeste (10 O > 50 O > 30 O), vide Figura 6.

**Tabela 2.** Análise de variância (quadrados médios) e médias de altura da parte aérea (cm) de grama-esmeralda, submetidas a diferentes níveis de declividade, no período de novembro/2006 a outubro/2007.

| Fontes de Variação          | Novembro           | Dezembro           | Janeiro             | Fevereiro          | Março              | Abril              | Maió               | Junho              | Julho              | Agosto             | Setembro           | Outubro            |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Exposição (O)</b>        | 6,96 <sup>NS</sup> | 0,63 <sup>NS</sup> | 10,11 <sup>**</sup> | 2,63               | 1,68 <sup>NS</sup> | 0,28 <sup>NS</sup> | 1,39 <sup>**</sup> | 1,09 <sup>**</sup> | 0,39 <sup>NS</sup> | 1,12 <sup>**</sup> | 1,18 <sup>*</sup>  | 0,20 <sup>NS</sup> |
| <b>Declividade (D)</b>      | 1,38 <sup>NS</sup> | 1,82 <sup>*</sup>  | 1,66 <sup>NS</sup>  | 0,27 <sup>NS</sup> | 0,82 <sup>NS</sup> | 4,63 <sup>**</sup> | 0,24 <sup>NS</sup> | 1,61 <sup>**</sup> | 0,66 <sup>NS</sup> | 3,56 <sup>**</sup> | 0,75 <sup>*</sup>  | 1,66 <sup>**</sup> |
| <b>O x D</b>                | 1,88 <sup>*</sup>  | 1,56 <sup>*</sup>  | 0,08 <sup>NS</sup>  | 1,13 <sup>NS</sup> | 0,65 <sup>NS</sup> | 0,64 <sup>NS</sup> | 1,02 <sup>**</sup> | 0,58 <sup>**</sup> | 0,44 <sup>NS</sup> | 0,09 <sup>NS</sup> | 0,99 <sup>*</sup>  | 1,04 <sup>**</sup> |
| <b>Fatorial (OxD) vs, T</b> | 2,61 <sup>*</sup>  | 0,04 <sup>NS</sup> | 2,24 <sup>*</sup>   | 0,01 <sup>NS</sup> | 1,71 <sup>NS</sup> | 0,47 <sup>NS</sup> | 0,81 <sup>*</sup>  | 0,11 <sup>NS</sup> | 1,56 <sup>*</sup>  | 0,51 <sup>NS</sup> | 0,61 <sup>NS</sup> | 0,13 <sup>NS</sup> |
| <b>Resíduo</b>              | 0,61               | 0,50               | 21,13               | 20,85              | 24,36              | 24,71              | 5,93               | 5,13               | 0,23               | 0,18               | 0,39               | 0,17               |
| <b>CV (%)</b>               | 16,53              | 14,63              | 14,59               | 14,71              | 15,96              | 18,49              | 13,08              | 11,75              | 15,28              | 12,14              | 13,37              | 10,24              |
| Médias Testemunha           | 4,73               | 4,88               | 5,04                | 4,97               | 4,95               | 4,30               | 2,98               | 3,09               | 3,12               | 3,49               | 4,67               | 4,00               |
| Exposição Norte             | 3,90 c             | 4,85 a             | 4,55 bc             | 4,52 b             | 4,92 a             | 4,13 a             | 3,46 a             | 3,50 a             | 2,97 a             | 3,25 b             | 4,32 b             | 3,95 a             |
| Exposição Sul               | 4,50 bc            | 4,76 a             | 4,27 c              | 5,17 ab            | 4,85 a             | 4,29 a             | 2,73 a             | 2,80 b             | 3,23 a             | 3,27 b             | 5,03 a             | 3,87 a             |
| Exposição Leste             | 5,67 a             | 5,22 a             | 6,33 a              | 5,52 a             | 5,55 a             | 4,42 a             | 3,12 ab            | 2,96 b             | 3,39 a             | 3,83 a             | 4,74 ab            | 4,07 a             |
| Exposição Oeste             | 5,10 ab            | 4,71 a             | 5,26 b              | 4,65 b             | 4,70 a             | 4,48 a             | 2,77 b             | 3,03 b             | 3,11 a             | 3,73 a             | 4,47 ab            | 4,16 a             |
| Declividade de 50%          | 4,92 a             | 5,12 a             | 5,34 a              | 5,06 a             | 5,03 a             | 4,91 a             | 3,11 a             | 3,41 a             | 3,38 a             | 4,06 a             | 4,89 a             | 4,37 a             |
| Declividade de 30%          | 4,46 a             | 4,50 b             | 4,74 a              | 5,02 a             | 4,77 a             | 4,23 ab            | 3,06 a             | 2,77 b             | 3,17 a             | 3,20 b             | 4,48 a             | 3,89 b             |
| Declividade de 10%          | 5,00 a             | 5,03 ab            | 5,23 a              | 4,82 a             | 5,22 a             | 3,85 b             | 2,88 a             | 3,04 b             | 2,97 a             | 3,30 b             | 4,55 a             | 3,76 b             |
| 50% Norte                   | 3,77 a             | 5,60 a             | -                   | -                  | -                  | -                  | 4,32 a             | 3,65 a             | -                  | -                  | 4,62 a             | 4,92 a             |
| 30% Norte                   | 4,30 a             | 4,65 ab            | -                   | -                  | -                  | -                  | 3,07 b             | 3,25 a             | -                  | -                  | 4,07 a             | 3,40 b             |
| 10% Norte                   | 3,62 a             | 4,32 b             | -                   | -                  | -                  | -                  | 2,97 b             | 3,60 a             | -                  | -                  | 4,27 a             | 3,52 b             |
| 50% Sul                     | 4,62 a             | 5,42 a             | -                   | -                  | -                  | -                  | 2,35 b             | 3,35 a             | -                  | -                  | 5,35 ab            | 4,50 a             |
| 30% Sul                     | 4,52 a             | 4,32 a             | -                   | -                  | -                  | -                  | 3,15 a             | 2,20 b             | -                  | -                  | 5,45 a             | 3,50 b             |
| 10% Sul                     | 4,35 a             | 4,52 a             | -                   | -                  | -                  | -                  | 2,70 ab            | 2,58 a             | -                  | -                  | 4,30 b             | 3,60 b             |
| 50% Leste                   | 6,80 a             | 5,07 a             | -                   | -                  | -                  | -                  | 3,10 a             | 2,82 a             | -                  | -                  | 5,15 a             | 4,05 ab            |
| 30% Leste                   | 4,65 b             | 4,97 a             | -                   | -                  | -                  | -                  | 3,37 a             | 3,02 a             | -                  | -                  | 4,47 a             | 4,47 a             |
| 10% Leste                   | 5,55 ab            | 5,60 a             | -                   | -                  | -                  | -                  | 2,87 a             | 3,02 a             | -                  | -                  | 4,60 a             | 3,67 b             |
| 50% Oeste                   | 4,47 a             | 4,40 b             | -                   | -                  | -                  | -                  | 2,67 a             | 3,80 a             | -                  | -                  | 4,42 ab            | 4,02 a             |
| 30% Oeste                   | 5,02 a             | 4,05 b             | -                   | -                  | -                  | -                  | 2,65 a             | 2,65 b             | -                  | -                  | 3,92 b             | 4,20 a             |
| 10% Oeste                   | 5,80 a             | 5,67 a             | -                   | -                  | -                  | -                  | 2,97 a             | 2,67 b             | -                  | -                  | 4,42 ab            | 4,25 a             |
| 50% Norte                   | 3,77 b             | 5,60 a             | -                   | -                  | -                  | -                  | 4,32 a             | 3,65 a             | -                  | -                  | 4,62 a             | 4,92 a             |
| 50% Sul                     | 4,62 b             | 5,42 a             | -                   | -                  | -                  | -                  | 2,35 c             | 3,35 ab            | -                  | -                  | 5,35 a             | 4,50 ab            |
| 50% Leste                   | 6,80 a             | 5,07 a             | -                   | -                  | -                  | -                  | 3,10 b             | 2,82 b             | -                  | -                  | 5,15 a             | 4,05 b             |
| 50% Oeste                   | 4,47 b             | 4,40 a             | -                   | -                  | -                  | -                  | 2,67 bc            | 3,80 a             | -                  | -                  | 4,42 a             | 4,02 b             |
| 30% Norte                   | 3,62 a             | 4,65 a             | -                   | -                  | -                  | -                  | 3,07 a             | 3,25 a             | -                  | -                  | 4,07 b             | 3,40 c             |
| 30% Sul                     | 4,52 a             | 4,32 a             | -                   | -                  | -                  | -                  | 3,15 a             | 2,20 b             | -                  | -                  | 5,45 a             | 3,50 bc            |
| 30% Leste                   | 4,65 a             | 4,97 a             | -                   | -                  | -                  | -                  | 3,37 a             | 3,02 a             | -                  | -                  | 4,47 ab            | 4,47 a             |
| 30% Oeste                   | 5,02 a             | 4,05 a             | -                   | -                  | -                  | -                  | 2,65 a             | 2,62 b             | -                  | -                  | 3,92 b             | 4,20 ab            |
| 10% Norte                   | 4,30 b             | 4,32 a             | -                   | -                  | -                  | -                  | 2,97 a             | 3,60 a             | -                  | -                  | 4,27 a             | 3,52 a             |
| 10% Sul                     | 4,35 ab            | 4,52 a             | -                   | -                  | -                  | -                  | 2,70 a             | 2,85 a             | -                  | -                  | 4,30 a             | 3,60 a             |
| 10% Leste                   | 5,55 ab            | 5,60 a             | -                   | -                  | -                  | -                  | 2,87 a             | 3,02 a             | -                  | -                  | 4,60 a             | 3,67 a             |
| 10% Oeste                   | 5,80 a             | 5,67 a             | -                   | -                  | -                  | -                  | 2,97 a             | 2,67 b             | -                  | -                  | 5,05 a             | 4,25 a             |

NS não significativo, \* significativo ao nível de 5%, \*\* significativo ao nível de 1%.

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.



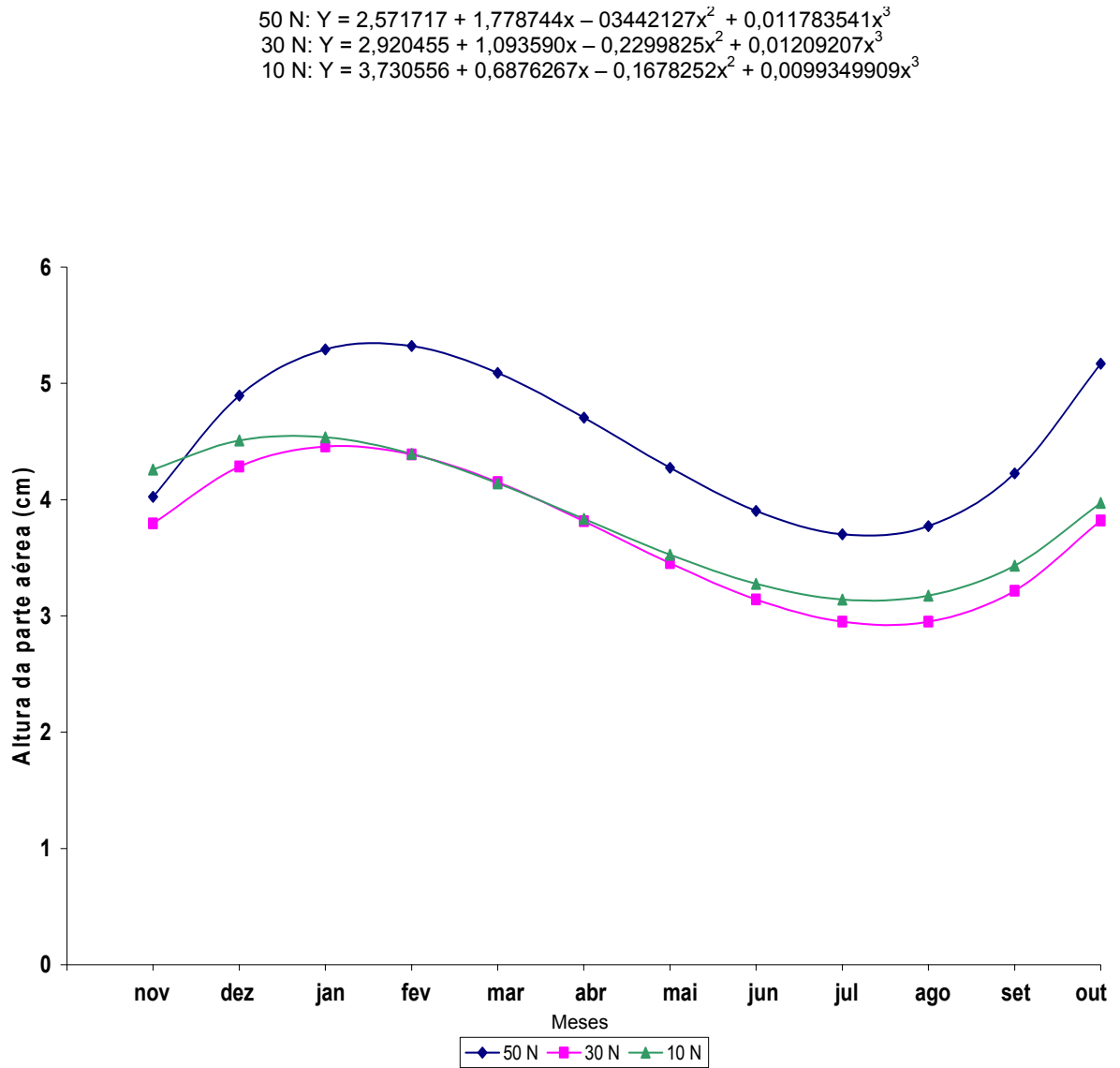
**Tabela 3.** Regressão polinomial (quadrados médios) para médias de altura da parte aérea (cm) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007, para grama-esmeralda, submetida a diferentes níveis de declividade (50, 30, 10 e 0%).

| Fontes de variação     | Norte              |                    |                    | Sul    |        |         | Leste   |                    |         | Oeste              |        |         | Test.  |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|--------|---------|---------|--------------------|---------|--------------------|--------|---------|--------|
|                        | 50%                | 30%                | 10%                | 50%    | 30%    | 10%     | 50%     | 30%                | 10%     | 50%                | 30%    | 10%     | horiz. |
| <b>Tratamento</b>      | 2,03**             | 1,75**             | 1,98**             | 3,38** | 3,78** | 3,41**  | 6,49**  | 3,84**             | 6,26**  | 2,59**             | 2,60** | 4,62**  | 2,97** |
| <b>Resíduo</b>         | 0,38               | 0,42               | 0,41               | 0,40   | 0,39   | 0,33    | 0,28    | 0,56               | 0,26    | 0,49               | 0,41   | 0,31    | 0,47   |
| <b>CV (%)</b>          | 13,62              | 17,46              | 16,63              | 14,63  | 15,44  | 14,87   | 11,13   | 16,77              | 11,44   | 16,51              | 16,49  | 12,65   | 17,54  |
| <b>Média Geral</b>     | 4,53               | 3,70               | 3,85               | 4,31   | 4,03   | 3,87    | 4,79    | 4,47               | 4,47    | 4,24               | 3,90   | 4,40    | 3,91   |
| <b>Reg. linear</b>     | 1,82               | 6,49**             | 6,96**             | 3,03** | 4,87** | 10,15** | 27,71** | 12,84**            | 34,56** | 5,74**             | 8,31** | 17,32** | 3,87** |
| <b>Reg. quadrática</b> | 0,07 <sup>NS</sup> | 0,18 <sup>NS</sup> | 1,12 <sup>NS</sup> | 8,30** | 1,69*  | 2,17*   | 10,30** | 1,87 <sup>NS</sup> | 6,74**  | 1,18 <sup>NS</sup> | 6,90** | 14,62** | 3,14*  |
| <b>Reg. cúbica</b>     | 14,74**            | 6,77**             | 4,05**             | 6,32** | 6,00** | 10,27** | 2,61**  | 19,37**            | 10,50** | 6,89**             | 5,72** | 3,99**  | 9,04** |

NS não significativo, \* significativo ao nível de 5%, \*\* significativo ao nível de 1%,

**Equações:**

|                   |                   |   |                |
|-------------------|-------------------|---|----------------|
| <b>Norte</b>      | <b>50%</b>        | $Y = 2,571717 + 1,778744x - 0,3442127x^2 + 0,01783541x^3$     | $R^2 = 0,7460$ |
|                   | <b>30%</b>        | $Y = 2,920455 + 1,093590x - 0,2299825x^2 + 0,01209207x^3$     | $R^2 = 0,6959$ |
|                   | <b>10%</b>        | $Y = 3,730556 + 0,6876267x - 0,1678252x^2 + 0,009349909x^3$   | $R^2 = 0,5559$ |
| <b>Sul</b>        | <b>50%</b>        | $Y = 0,4381566 + 0,6465988x - 0,1882853x^2 + 0,01167767x^3$   | $R^2 = 0,4752$ |
|                   | <b>30%</b>        | $Y = 3,618939 + 0,8774365x - 0,2041875x^2 + 0,01138306x^3$    | $R^2 = 0,3018$ |
|                   | <b>10%</b>        | $Y = 3,316919 + 1,174923x - 0,2700980x^2 + 0,01488604x^3$     | $R^2 = 0,6013$ |
| <b>Leste</b>      | <b>50%</b>        | $Y = 6,529293 + 0,001364839x - 0,1025461x^2 + 0,007511008x^3$ | $R^2 = 0,5692$ |
|                   | <b>30%</b>        | $Y = 3,217929 + 1,763777x - 3,799936x^2 + 0,02044807x^3$      | $R^2 = 0,8060$ |
|                   | <b>10%</b>        | $Y = 5,087121 + 0,8805833x - 0,2580336x^2 + 0,01505439x^3$    | $R^2 = 0,7519$ |
| <b>Oeste</b>      | <b>50%</b>        | $Y = 3,678030 + 0,9937909x - 0,2230311x^2 + 0,01219891x^3$    | $R^2 = 0,4839$ |
|                   | <b>30%</b>        | $Y = 4,255051 + 0,5845705x - 0,1807720x^2 + 0,01111435x^3$    | $R^2 = 0,7306$ |
|                   | <b>10%</b>        | $Y = 5,8554040 + 1,247660x - 0,1286561x^2 + 0,009281922x^3$   | $R^2 = 0,7076$ |
| <b>Testemunha</b> | <b>horizontal</b> | $Y = 3,277778 + 0,1076383x - 0,2481671x^2 + 0,01396983x^3$    | $R^2 = 0,4916$ |

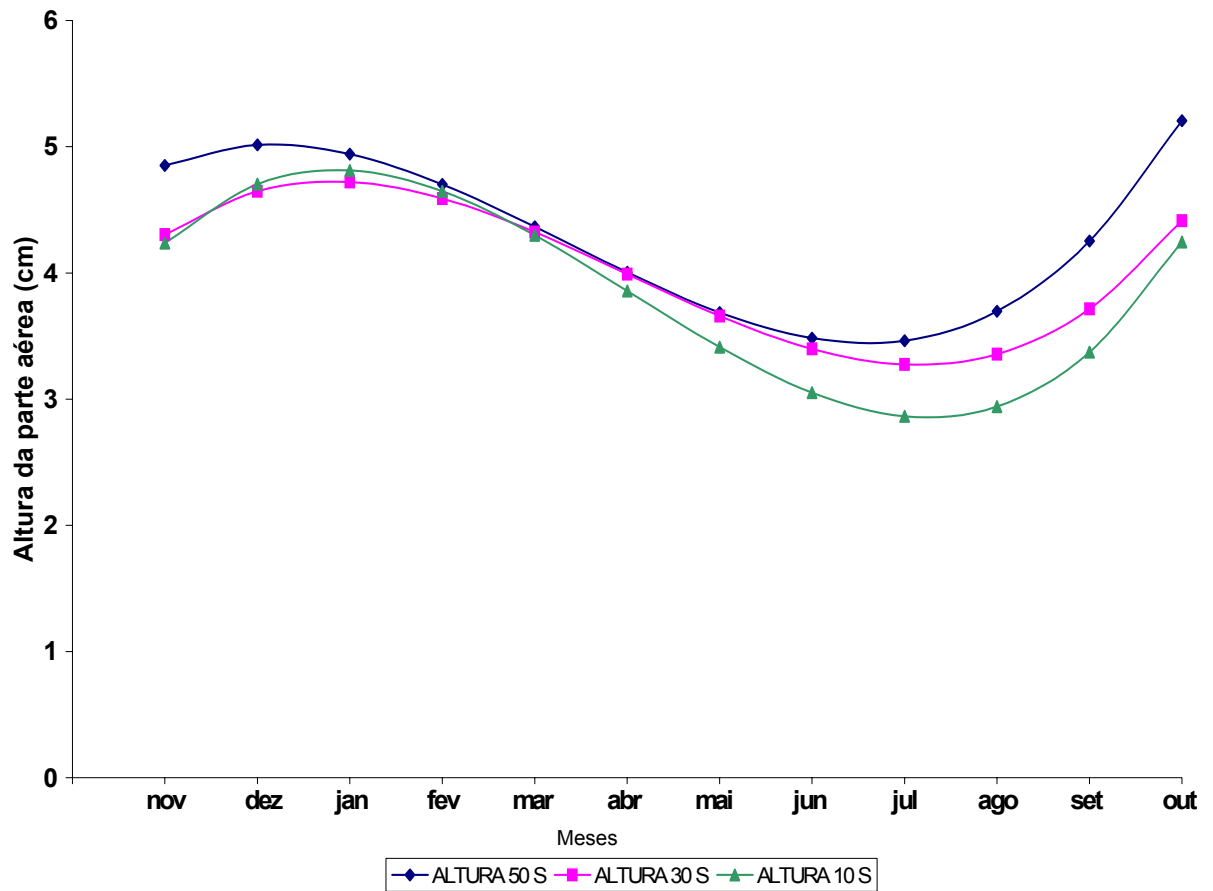


**Figura 3.** Curva de regressão entre a altura da parte aérea (cm) para a grama-esmeralda (exposição norte) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

$$50 \text{ S: } Y = 0,4381566 + 0,6465988x - 0,1882853x^2 + 0,01167767x^3$$

$$30 \text{ S: } Y = 3,618939 + 0,8774365x - 0,2041875x^2 + 0,01138306x^3$$

$$10 \text{ S: } Y = 3,316919 + 1,174923x - 0,2700980x^2 + 0,01488604x^3$$

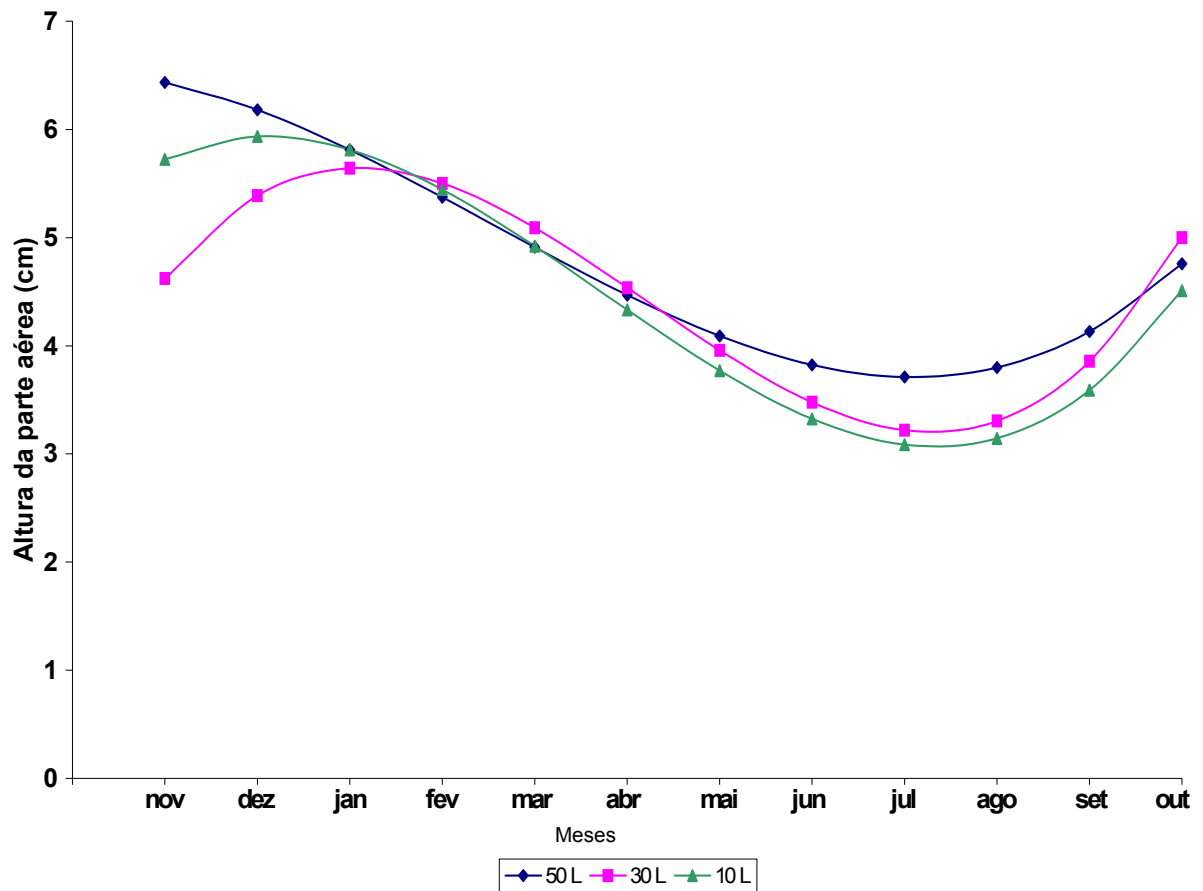


**Figura 4.** Curva de regressão entre a altura da parte aérea (cm) para a grama-esmeralda (exposição sul) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

$$50 L: Y = 6,529293 + 0,001364839x - 0,1025461x^2 + 0,007511008x^3$$

$$30 L: Y = 3,217929 + 1,763777x - 3,799936x^2 + 0,02044807x^3$$

$$10 L: Y = 5,087121 + 0,8805833x - 0,2580336x^2 + 0,01505439x^3$$

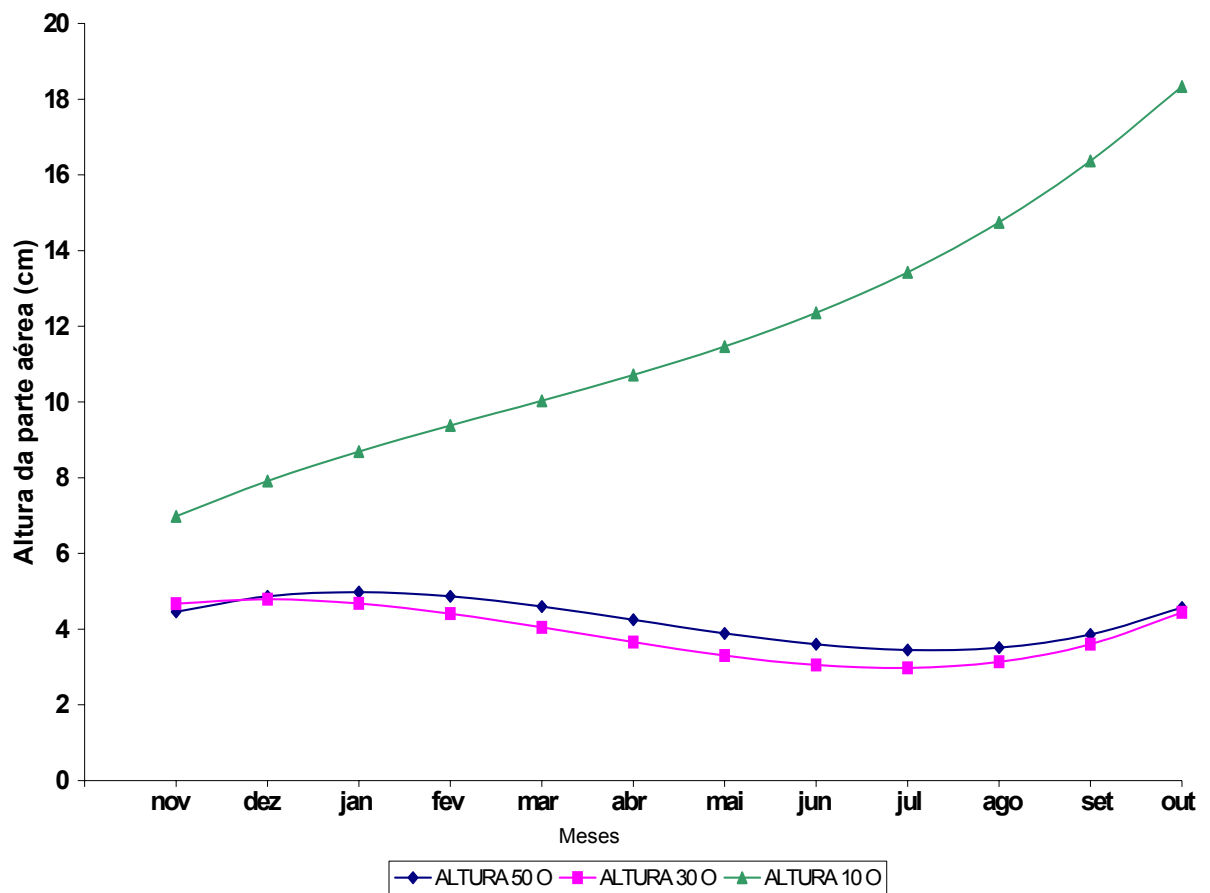


**Figura 5.** Curva de regressão entre a altura da parte aérea (cm) para a grama-esmeralda (exposição leste) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

$$50 \text{ O: } Y = 3,678030 + 0,9937909x - 0,2230311x^2 + 0,01219891x^3$$

$$30 \text{ O: } Y = 4,255051 + 0,5845705x - 0,1807720x^2 + 0,01111435x^3$$

$$10 \text{ O: } Y = 5,8554040 + 1,247660x - 0,1286561x^2 + 0,009281922x^3$$



**Figura 6.** Curva de regressão entre a altura da parte aérea (cm) para a grama-esmeralda (exposição oeste) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

#### **4.2. Massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA)**

Os resultados da análise de variância e comparação de médias, mensais, de massa de matéria seca da parte aérea encontram-se na Tabela 4, e na Tabela 5, os resultados da análise de regressão de altura da parte aérea, ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007, assim como nas Figuras 7 a 10, respectivamente, as curvas correspondentes às exposições N, S, L e O. A interação entre a exposição e a declividade foi significativa apenas para três dos 12 meses.

Observa-se que houve diferenças significativas entre as exposições somente em sete dos 12 meses avaliados. Em se tratando das exposições, a 30 N foi superior às demais para o mês de abril e outubro/2007, e para a 10 N, o mês de junho/2007, apesar de não haver diferenças significativas entre as declividades. Para a exposição sul, a 30 S foi superior às demais para abril, junho e outubro/2007, apresentando diferenças significativas para os últimos dois meses, e as demais não diferiram significativamente entre si. Para exposição leste, a 50 L foi superior para abril/2007; a 30 L foi superior para outubro/2007; e a 10 L foi superior para o mês de junho/2007, apesar de também não apresentar diferenças significativas. Para a exposição oeste, a 10% foi superior para abril/2007, e para as demais, não houve diferenças significativas.

A massa de matéria seca é usada para expressar o resultado do metabolismo da planta e o efeito das condições ambientais sobre o seu crescimento, isto é, determinando-se a quantidade de massa de matéria seca da gramínea, pode-se estimar a taxa de crescimento da planta (ESTRADA, 1990).

Dos 12 meses avaliados, houve diferenças significativas entre as declividades somente para quatro meses. Para as declividades de 50%, foi superior às demais para o mês de janeiro/2007; a 30 % para novembro/2006, fevereiro, março (significativa), maio, junho (significativa), julho e outubro/2007; a 10% foi superior às demais para dezembro/2006, abril, agosto e setembro, porém sem apresentar significância. Para as declividades de 50%, a 50 L foi superior apenas para abril/2007, e a 50 O apenas para outubro/2007; para as declividades de 30 %, a 30 N foi significativa para abril/2007, e a 30 S apenas para o mês de junho/2007; para as declividades de 10%, a 10 O foi

superior às demais apenas para outubro/2007, e as demais não apresentaram significância.

Observou-se que a tendência mais clara desta característica é a maior média observada na exposição oeste, no mês de outubro, para a declividade de 10%.

As respostas foram muito semelhantes quanto às exposições, conforme mostra a Tabela 5, ajustando-se a um modelo cúbico de regressão para 30 S, 10 S, 50 L e 30 L; a um modelo quadrático de regressão para todas as declividades norte, 50 S, 10 L, e todas a oeste, porém os maiores valores de médias foram observados na seguinte seqüência: para a exposição norte (30 N > 10 N > 50N) vide Figura 7; para sul (30 S > 10 S > 50 S), vide Figura 8; para leste (30 L < 10 L < 50 L), vide Figura 9, e para oeste (10 O < 50 O < 30 O), vide Figura 10.

**Tabela 4.** Análise de variância (quadrados médios) e médias de massa de matéria seca da parte aérea (g.dm<sup>-2</sup>) de grama-esmeralda, submetidas a diferentes níveis de declividade, no período de novembro/2006 a outubro/2007.

| Fontes de Variação   | Novembro             | Dezembro            | Janeiro             | Fevereiro           | Março               | Abril              | Maió                | Junho              | Julho               | Agosto             | Setembro           | Outubro             |
|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Exposição (O)        | 181,22 <sup>NS</sup> | 81,83 <sup>NS</sup> | 24,72 <sup>NS</sup> | 17,62 <sup>**</sup> | 2,27 <sup>NS</sup>  | 6,57 <sup>NS</sup> | 10,31 <sup>NS</sup> | 0,93 <sup>NS</sup> | 3,49 <sup>*</sup>   | 5,98 <sup>NS</sup> | 1,34 <sup>NS</sup> | 36,91 <sup>**</sup> |
| Declividade (D)      | 42,36 <sup>NS</sup>  | 46,07 <sup>NS</sup> | 6,63 <sup>NS</sup>  | 23,16 <sup>**</sup> | 11,84 <sup>NS</sup> | 5,30 <sup>NS</sup> | 6,73 <sup>NS</sup>  | 8,55 <sup>**</sup> | 0,85 <sup>*</sup>   | 1,29 <sup>NS</sup> | 0,67 <sup>NS</sup> | 11,71 <sup>**</sup> |
| O x D                | 26,73 <sup>NS</sup>  | 22,16 <sup>NS</sup> | 4,08 <sup>NS</sup>  | 2,61 <sup>NS</sup>  | 1,50 <sup>NS</sup>  | 7,69 <sup>*</sup>  | 21,96 <sup>NS</sup> | 4,53 <sup>*</sup>  | 1,52 <sup>NS</sup>  | 3,41 <sup>NS</sup> | 2,81 <sup>NS</sup> | 15,13 <sup>*</sup>  |
| Fatorial (OxD) vs, T | 0,43 <sup>NS</sup>   | 15,88 <sup>NS</sup> | 1,26 <sup>NS</sup>  | 9,10 <sup>NS</sup>  | 24,53 <sup>*</sup>  | 1,53 <sup>NS</sup> | 0,14 <sup>NS</sup>  | 2,96 <sup>NS</sup> | 0,007 <sup>NS</sup> | 6,84 <sup>*</sup>  | 9,96 <sup>*</sup>  | 62,98 <sup>**</sup> |
| Resíduo              | 14,40                | 17,74               | 7,06                | 2,88                | 3,82                | 2,59               | 10,00               | 1,53               | 1,22                | 1,62               | 1,55               | 6,02                |
| CV (%)               | 26,45                | 24,46               | 51,12               | 19,37               | 29,51               | 26,59              | 40,29               | 28,62              | 25,01               | 21,94              | 25,73              | 32,35               |
| Médias Testemunha    | 14,35                | 16,93               | 5,20                | 8,76                | 6,62                | 6,06               | 7,85                | 4,33               | 4,42                | 5,79               | 4,84               | 7,58                |
| Exposição Norte      | 9,29 c               | 17,19 ab            | 3,99 b              | 8,99 ab             | 6,52 a              | 6,51 a             | 6,78 a              | 4,35 a             | 4,41 ab             | 6,67 a             | 4,28 a             | 7,33 ab             |
| Exposição Sul        | 14,43 b              | 16,44 ab            | 4,29 ab             | 7,28 b              | 6,78 a              | 5,47 a             | 7,79 a              | 4,48 a             | 3,73 b              | 5,40 ab            | 4,66 a             | 5,87 b              |
| Exposição Leste      | 18,73 a              | 16,91 a             | 5,16 ab             | 10,12 a             | 6,60 a              | 6,95 a             | 9,04 a              | 4,36 a             | 5,05 a              | 5,66 ab            | 5,07 a             | 6,14 b              |
| Exposição Oeste      | 15,06 ab             | 13,55 b             | 7,17 a              | 8,14 b              | 5,79 a              | 5,51 a             | 7,71 a              | 3,86 a             | 4,47 ab             | 5,03 b             | 4,83 a             | 9,72 a              |
| Declividade de 50%   | 13,16 a              | 14,83 a             | 5,81 a              | 7,32 b              | 5,58 b              | 5,59 a             | 7,10 a              | 3,43 b             | 4,16 a              | 5,67 a             | 4,62 a             | 6,59 a              |
| Declividade de 30%   | 16,22 a              | 17,54 a             | 5,13 a              | 9,68 a              | 7,30 a              | 6,00 a             | 8,34 a              | 4,80 a             | 4,59 a              | 5,42 a             | 4,57 a             | 8,23 a              |
| Declividade de 10%   | 13,74 a              | 17,95 a             | 4,52 a              | 8,90 a              | 6,40 ab             | 6,73 a             | 8,05 a              | 4,55 a             | 4,51 a              | 5,98 a             | 4,95 a             | 6,99 a              |
| 50% Norte            | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 6,58 a             | -                   | 4,35 a             | -                   | -                  | -                  | 5,77 a              |
| 30% Norte            | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 6,80 a             | -                   | 3,85 a             | -                   | -                  | -                  | 8,86 a              |
| 10% Norte            | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 6,14 a             | -                   | 4,83 a             | -                   | -                  | -                  | 7,36 a              |
| 50% Sul              | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 3,24 b             | -                   | 2,58 b             | -                   | -                  | -                  | 3,77 b              |
| 30% Sul              | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 6,66 a             | -                   | 6,68 a             | -                   | -                  | -                  | 8,72 a              |
| 10% Sul              | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 6,50 a             | -                   | 4,18 b             | -                   | -                  | -                  | 5,13 a              |
| 50% Leste            | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 7,12 a             | -                   | 3,25 a             | -                   | -                  | -                  | 6,42 a              |
| 30% Leste            | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 6,79 a             | -                   | 4,71 a             | -                   | -                  | -                  | 7,54 a              |
| 10% Leste            | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 6,95 a             | -                   | 5,10 a             | -                   | -                  | -                  | 4,46 a              |
| 50% Oeste            | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 5,43 ab            | -                   | 3,52 a             | -                   | -                  | -                  | 10,38 a             |
| 30% Oeste            | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 3,74 b             | -                   | 3,95 a             | -                   | -                  | -                  | 7,78 a              |
| 10% Oeste            | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 7,34 a             | -                   | 4,09 a             | -                   | -                  | -                  | 10,99 a             |
| 50% Norte            | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 6,58 a             | -                   | 4,35 a             | -                   | -                  | -                  | 5,77 ab             |
| 50% Sul              | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 3,24 b             | -                   | 2,58 a             | -                   | -                  | -                  | 3,77 ab             |
| 50% Leste            | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 7,12 a             | -                   | 3,25 a             | -                   | -                  | -                  | 6,42 ab             |
| 50%Oeste             | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 5,43 ab            | -                   | 3,52 a             | -                   | -                  | -                  | 10,38 a             |
| 30% Norte            | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 6,80 a             | -                   | 3,85 b             | -                   | -                  | -                  | 8,86 a              |
| 30% Sul              | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 6,66 ab            | -                   | 6,68 a             | -                   | -                  | -                  | 8,72 a              |
| 30% Leste            | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 6,79 ab            | -                   | 4,71 ab            | -                   | -                  | -                  | 7,54 a              |
| 30% Oeste            | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 3,74 b             | -                   | 3,95 b             | -                   | -                  | -                  | 7,78 a              |
| 10% Norte            | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 6,14 a             | -                   | 4,83 a             | -                   | -                  | -                  | 7,36 ab             |
| 10% Sul              | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 6,50 a             | -                   | 4,18 a             | -                   | -                  | -                  | 5,13 b              |
| 10% Leste            | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 6,95 a             | -                   | 5,10 a             | -                   | -                  | -                  | 4,46 b              |
| 10% Oeste            | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   | 7,34 a             | -                   | 4,09 a             | -                   | -                  | -                  | 10,99 a             |

NS não significativo, \* significativo ao nível de 5%, \*\* significativo ao nível de 1%.

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.



**Tabela 5.** Regressão polinomial (quadrados médios) para médias de massa de matéria seca da parte aérea (g.dm<sup>2</sup>) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007, para grama-esmeralda, submetida a diferentes níveis de declividade (50, 30, 10 e 0%).

| Fontes de variação | Norte              |                     |                    | Sul                |                    |                    | Leste    |                    |                     | Oeste              |                    |                    | Test.               |
|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
|                    | 50%                | 30%                 | 10%                | 50%                | 30%                | 10%                | 50%      | 30%                | 10%                 | 50%                | 30%                | 10%                | horiz.              |
| Tratamento         | 40,49**            | 76,35**             | 49,82**            | 58,25**            | 91,87**            | 61,20**            | 102,49** | 120,36**           | 143,97**            | 44,36**            | 58,05**            | 62,78**            | 73,39**             |
| Resíduo            | 4,15               | 4,16                | 3,76               | 3,30               | 6,08               | 3,45               | 6,41     | 8,87               | 10,78               | 9,73               | 6,20               | 2,73               | 8,28                |
| CV (%)             | 30,71              | 25,83               | 27,50              | 31,19              | 28,12              | 26,30              | 31,26    | 33,26              | 38,72               | 42,20              | 36,45              | 19,46              | 32,98               |
| Média Geral        | 6,63               | 7,89                | 7,05               | 5,83               | 8,77               | 7,07               | 8,10     | 8,95               | 8,48                | 7,39               | 6,83               | 8,49               | 8,73                |
| Reg. linear        | 126,05**           | 239,97**            | 108,62**           | 259,15**           | 392,25**           | 320,36**           | 514,11** | 740,48**           | 719,24**            | 147,95**           | 300,86**           | 201,15**           | 204,30**            |
| Reg. quadrática    | 31,00**            | 159,51**            | 43,82**            | 122,37**           | 213,33**           | 129,58**           | 281,96** | 217,59**           | 195,05**            | 270,44**           | 236,70**           | 262,96**           | 297,06**            |
| Reg. cúbica        | 2,78 <sup>NS</sup> | 15,96 <sup>NS</sup> | 0,10 <sup>NS</sup> | 6,82 <sup>NS</sup> | 41,97 <sup>†</sup> | 14,41 <sup>†</sup> | 77,82**  | 50,11 <sup>†</sup> | 23,93 <sup>NS</sup> | 2,25 <sup>NS</sup> | 0,12 <sup>NS</sup> | 0,22 <sup>NS</sup> | 12,83 <sup>NS</sup> |

NS não significativo, <sup>†</sup> significativo ao nível de 5%, \*\* significativo ao nível de 1%.

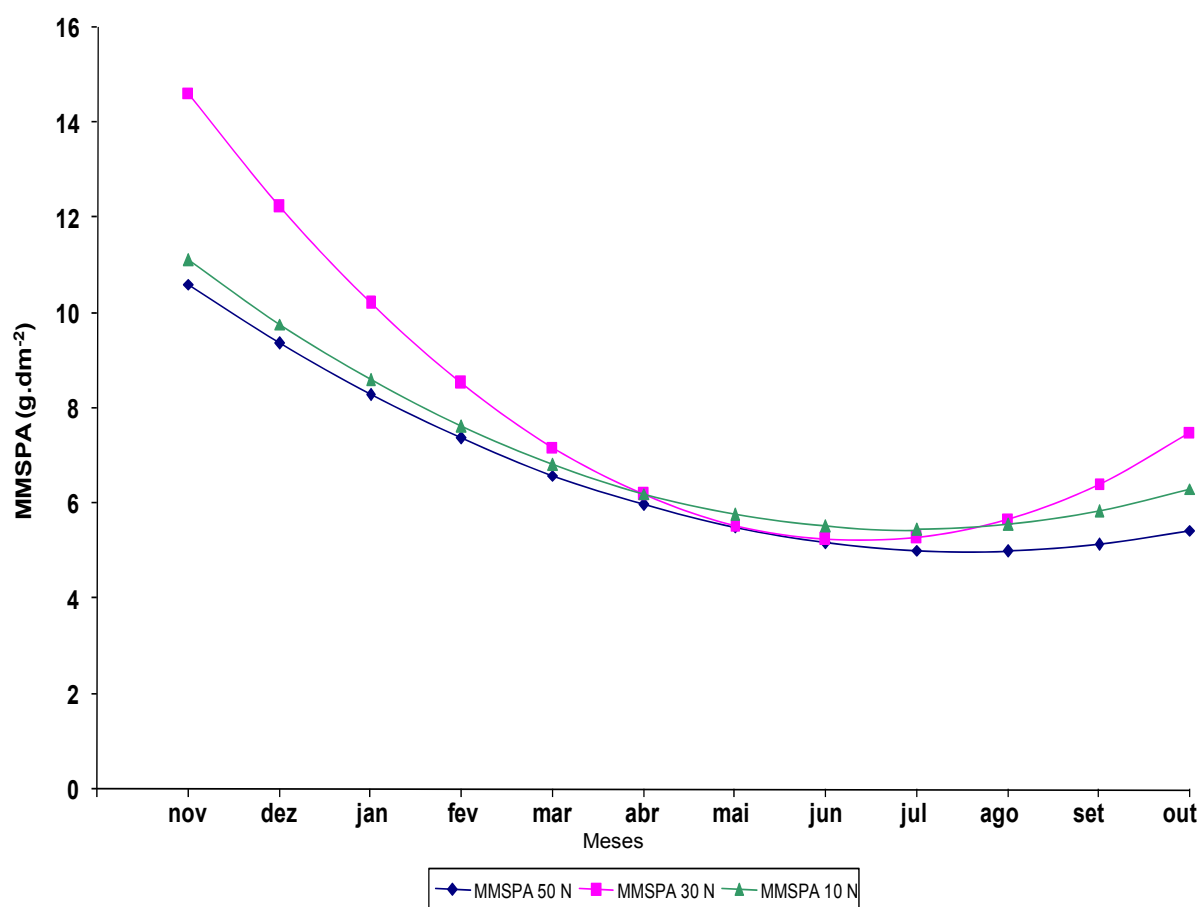
**Equações:**

|                   |                   |   |                |
|-------------------|-------------------|---|----------------|
| <b>Norte</b>      | <b>50%</b>        | $Y = 11,99659 - 1,460074x + 0,07620255x^2$                | $R^2 = 0,3589$ |
|                   | <b>30%</b>        | $Y = 17,34824 - 2,894837x + 0,1728553x^2$                 | $R^2 = 0,4757$ |
|                   | <b>10%</b>        | $Y = 12,63517 - 1,613595x + 0,09060127x^2$                | $R^2 = 0,2782$ |
| <b>Sul</b>        | <b>50%</b>        | $Y = 14,79511 - 2,641309x + 0,1514011x^2$                 | $R^2 = 0,5954$ |
|                   | <b>30%</b>        | $Y = 24,32500 - 6,601924x + 0,7667732x^2 - 0,03009615x^3$ | $R^2 = 0,6408$ |
|                   | <b>10%</b>        | $Y = 19,06548 - 4,634021x + 0,4996452x^2 - 0,01763339x^3$ | $R^2 = 0,6898$ |
| <b>Leste</b>      | <b>50%</b>        | $Y = 26,82904 - 8,259371x + 1,028988x^2 - 0,04098323x^3$  | $R^2 = 0,7752$ |
|                   | <b>30%</b>        | $Y = 26,96424 - 7,231808x + 0,8431722x^2 - 0,03288656x^3$ | $R^2 = 0,7615$ |
|                   | <b>10%</b>        | $Y = 21,56545 - 3,606184x + 0,1911414x^2$                 | $R^2 = 0,5773$ |
| <b>Oeste</b>      | <b>50%</b>        | $Y = 17,52392 - 3,434492x + 0,2250706x^2$                 | $R^2 = 0,8574$ |
|                   | <b>30%</b>        | $Y = 17,93114 - 3,462550x + 0,2105619x^2$                 | $R^2 = 0,8419$ |
|                   | <b>10%</b>        | $Y = 19,07892 - 3,478170x + 0,2219349x^2$                 | $R^2 = 0,6721$ |
| <b>Testemunha</b> | <b>horizontal</b> | $Y = 19,76853 - 3,664185x + 0,2358885x^2$                 | $R^2 = 0,6211$ |

$$50 \text{ N: } Y = 11,99659 + 1,460074x + 0,07620255x^2$$

$$30 \text{ N: } Y = 17,34824 - 2,894837x + 0,1728553x^2$$

$$10 \text{ N: } Y = 12,63517 - 1,613595x + 0,09060127x^2$$

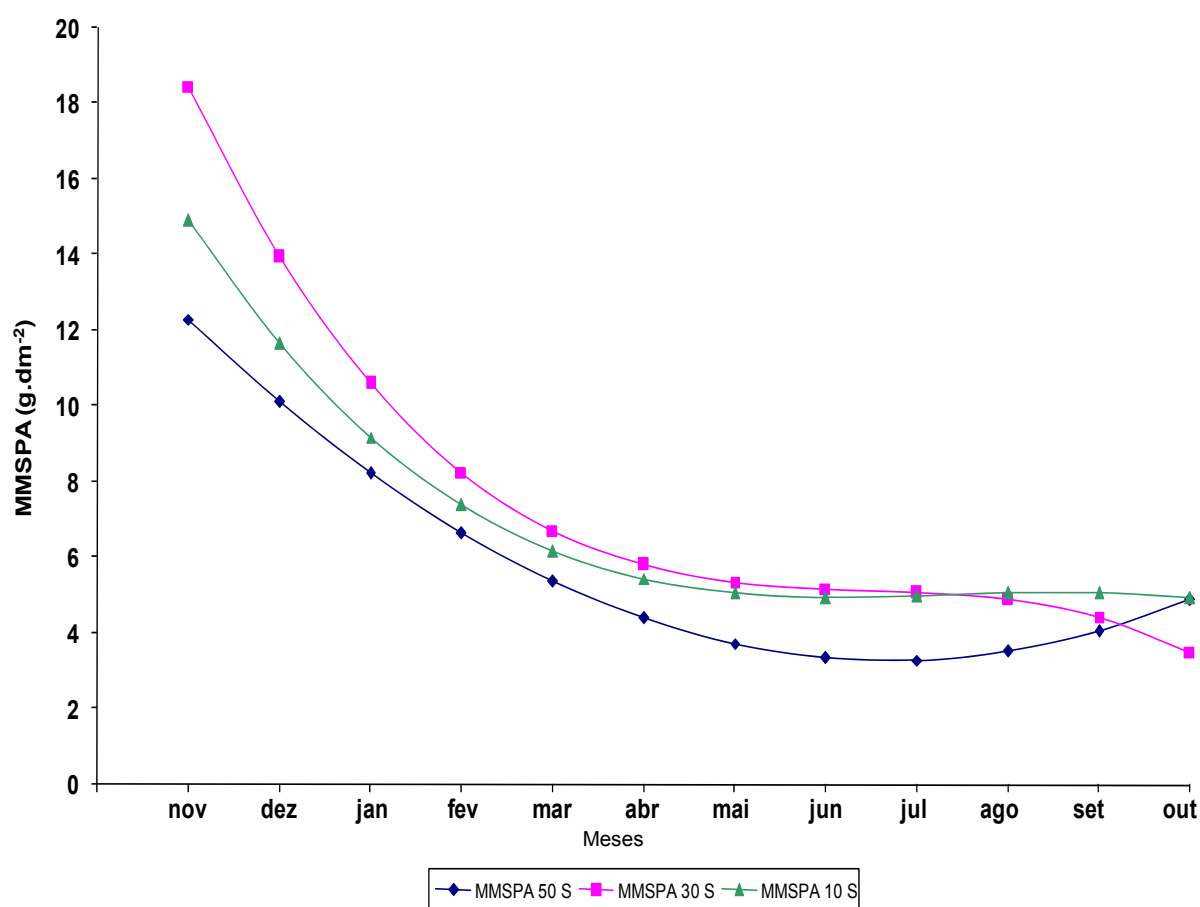


**Figura 7.** Curva de regressão entre a massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA: g.dm<sup>-2</sup>) para a grama-esmeralda (exposição norte) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

$$50 \text{ S: } Y = 14,79511 - 2,641309x + 0,1514011x^2$$

$$30 \text{ S: } Y = 24,32500 - 6,601924x + 0,7667732x^2 - 0,03009615x^3$$

$$10 \text{ S: } Y = 19,06548 - 4,634021x + 0,4996452x^2 - 0,01763339x^3$$

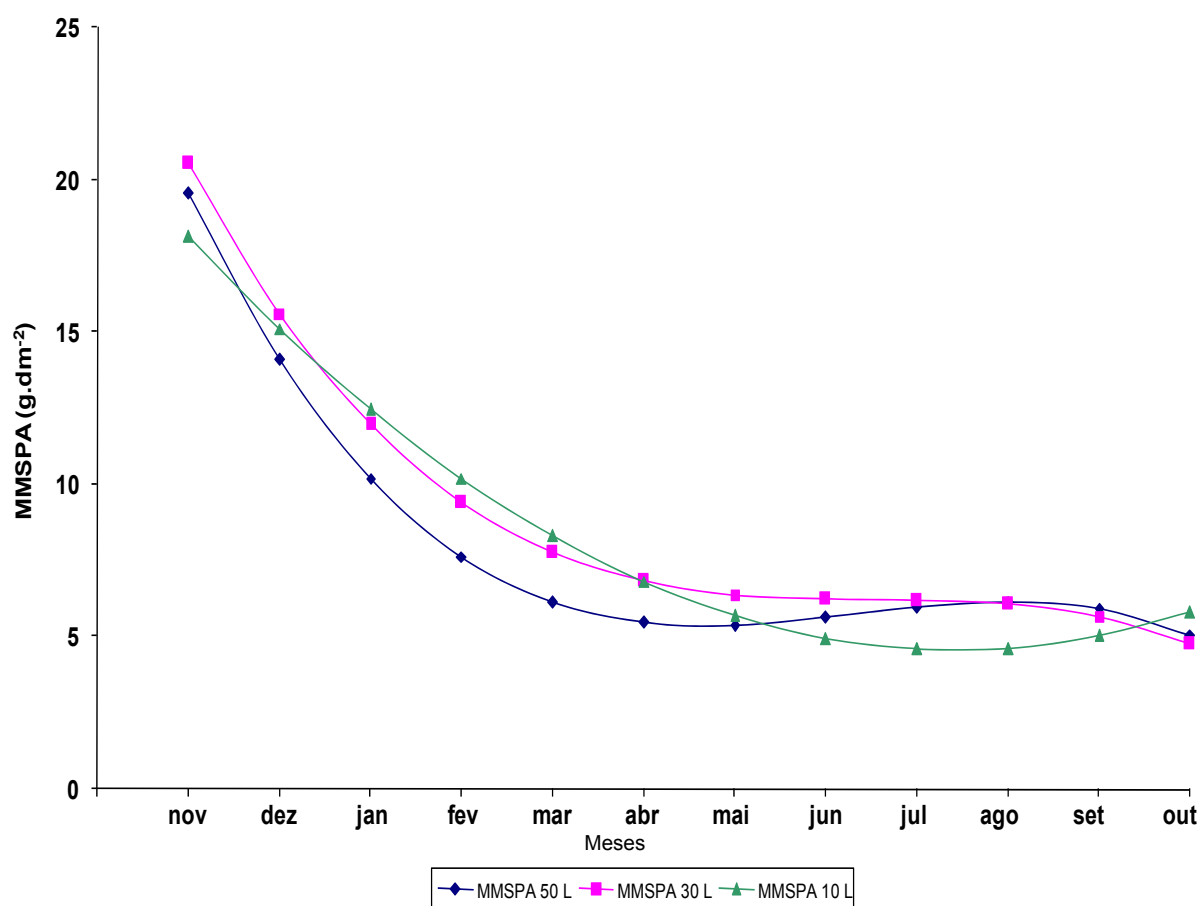


**Figura 8.** Curva de regressão entre a massa de matéria seca parte aérea (MMSPA: g.dm<sup>-2</sup>) para a grama-esmeralda (exposição sul) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

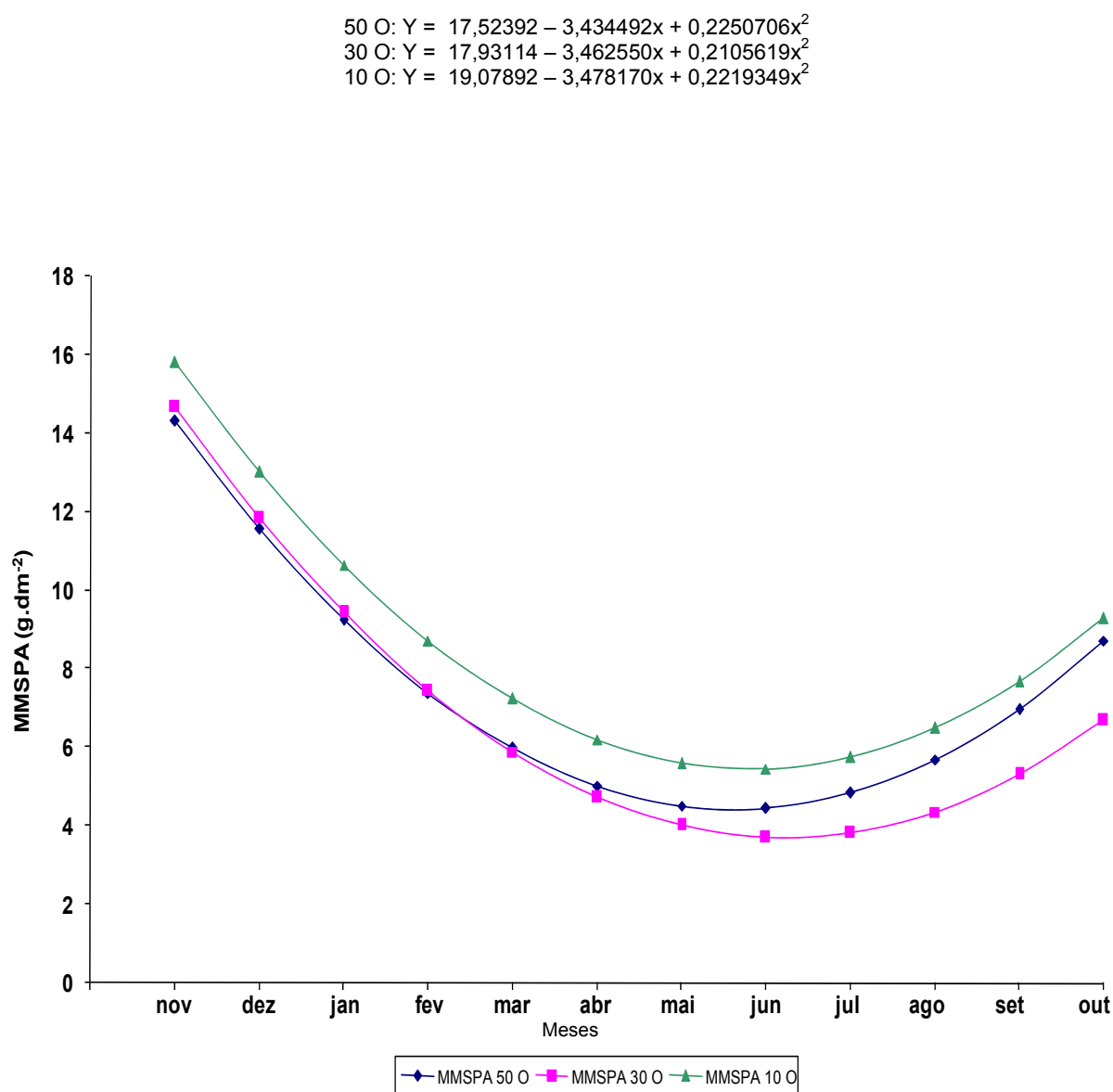
$$50 \text{ L: } Y = 26,82904 - 8,259371x + 1,028988x^2 - 0,04098323x^3$$

$$30 \text{ L: } Y = 26,96424 - 7,231808x + 0,8431722x^2 - 0,03288656x^3$$

$$10 \text{ L: } Y = 21,56545 + 3,606184x + 0,1911414x^2$$



**Figura 9.** Curva de regressão entre a massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA: g.dm<sup>-2</sup>) para a grama-esmeralda (exposição leste) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.



**Figura 10.** Curva de regressão entre a massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA: g.dm<sup>-2</sup>) para a grama-esmeralda (exposição oeste) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

### 4.3. Massa de matéria seca da parte radicular (MMSPR)

Os resultados da análise de variância e comparação de médias, mensais, de massa de matéria seca da parte radicular encontram-se na Tabela 6, e na Tabela 7, os resultados da análise de regressão de altura da parte radicular, ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007, assim como nas Figuras de 11 a 14, respectivamente, as curvas correspondentes às exposições N, S, L e O. A interação entre a exposição e a declividade foi significativa apenas para um (março/2007) dos 12 meses avaliados.

Observa-se que houve diferenças significativas entre as exposições somente em sete dos 12 meses avaliados. Em se tratando das exposições, a 30 N foi superior às demais para o mês de março/2007, apesar de não haver diferenças significativas entre as declividades. Para a exposição sul, a 30 S foi superior às demais para março/2007, não apresentando diferenças significativas. Para exposição leste, a 30 L foi superior para março/2007, apesar de também não apresentar diferenças significativas. Para a exposição oeste, a 10 O foi superior para o mesmo mês e apresentou diferenças significativas quando comparada às demais.

Observou-se que a tendência mais clara dessa característica é a maior média observada na exposição oeste, no mês de março/2007, para a declividade de 10%.

Durante o inverno, a interação dos decréscimos de temperatura, da intensidade luminosa e de fotoperíodos mais curtos resulta em menor produção de massa de matéria seca, mesmo que a umidade do solo seja suficiente às plantas (EVANS & PEADEN, 1984), sendo esta a mesma observação verificada no presente trabalho. Confirmando isso, SILVA et al. (2007), estudando diferentes lâminas de água na irrigação da grama-esmeralda, concluíram que a produção de massa de matéria seca aumentou com o incremento das lâminas de irrigação aplicadas, apenas nos meses que apresentaram temperatura média do ar superior a 20°C e, ainda SANTIAGO (2001) reafirma que, em temperaturas abaixo de 20°C, ocorre diminuição no metabolismo das plantas, iniciando-se um processo de

dormência conforme demonstra a Tabela 1. Assim, no período menos favorável, essas espécies acumulam reservas de alimento, normalmente nas raízes, para serem utilizadas no período de crescimento.

Dos 12 meses avaliados, houve diferenças significativas entre as declividades somente para cinco meses. Para as declividades, a 50 L, 30 L e a 10 O foram superiores às demais para o mês de março/2007; e a última apresentou diferença significativa quando comparada às demais.

Observou-se que a tendência mais clara dessa característica é a maior média observada na exposição oeste no mês de março/2007, para a declividade de 10%.

As respostas foram muito semelhantes quanto às exposições, ajustando-se a um modelo cúbico de regressão apenas para 50 O, e a um modelo quadrático de regressão para todas as demais declividades (Tabela 7), porém os maiores valores de médias foram observados na seguinte seqüência: para a exposição norte (10 N > 30 N > 50N), vide Figura 10; para sul (30 S > 10 S > 50 S), vide Figura 11; para Leste (30 L < 10 L < 50 L), vide Figura 12 e para oeste (10 O < 30 O < 50 O), vide Figura 13.

**Tabela 6.** Análise de variância (quadrados médios) e médias de massa de matéria seca da parte radicular (g.dm<sup>-2</sup>) de grama-esmeralda, submetidas a diferentes níveis de declividade, no período de novembro/2006 a outubro/2007.

| Fontes de Variação          | Novembro           | Dezembro            | Janeiro             | Fevereiro           | Março               | Abril               | Maió                | Junho                | Julho               | Agosto              | Setembro            | Outubro             |
|-----------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| <b>Exposição (O)</b>        | 0,02 <sup>NS</sup> | 14,47 <sup>NS</sup> | 23,19               | 33,22 <sup>**</sup> | 19,59               | 104,12              | 21,58 <sup>NS</sup> | 193,38 <sup>NS</sup> | 36,84               | 82,46               | 68,96               | 17,88 <sup>NS</sup> |
| <b>Declividade (D)</b>      | 4,87 <sup>NS</sup> | 36,54 <sup>**</sup> | 0,19 <sup>NS</sup>  | 38,59 <sup>**</sup> | 69,05 <sup>**</sup> | 6,80 <sup>NS</sup>  | 33,24 <sup>*</sup>  | 251,89 <sup>NS</sup> | 16,60 <sup>NS</sup> | 23,12 <sup>NS</sup> | 18,89 <sup>NS</sup> | 49,57 <sup>*</sup>  |
| <b>O x D</b>                | 9,21 <sup>NS</sup> | 2,88 <sup>NS</sup>  | 6,80 <sup>NS</sup>  | 7,82 <sup>NS</sup>  | 16,30               | 18,73 <sup>NS</sup> | 22,36 <sup>NS</sup> | 116,83 <sup>NS</sup> | 9,40 <sup>NS</sup>  | 17,82 <sup>NS</sup> | 8,12 <sup>NS</sup>  | 10,86 <sup>NS</sup> |
| <b>Fatorial (OxD) vs, T</b> | 1,78 <sup>NS</sup> | 20,91 <sup>NS</sup> | 11,79 <sup>NS</sup> | 1,00 <sup>NS</sup>  | 1,61 <sup>NS</sup>  | 28,13 <sup>NS</sup> | 0,07 <sup>NS</sup>  | 0,04 <sup>NS</sup>   | 8,28 <sup>NS</sup>  | 40,05 <sup>NS</sup> | 5,77                | 0,16 <sup>NS</sup>  |
| <b>Resíduo</b>              | 8,43               | 6,59                | 5,71                | 7,38                | 5,58                | 8,89                | 9,75                | 116,51               | 8,19                | 23,97               | 9,33                | 14,74               |
| <b>CV (%)</b>               | 25,53              | 22,39               | 18,18               | 17,86               | 18,23               | 19,96               | 20,09               | 66,36                | 19,36               | 23,67               | 18,55               | 21,48               |
| Médias Testemunha           | 11,50              | 11,46               | 13,14               | 15,21               | 12,96               | 14,94               | 15,54               | 16,27                | 14,78               | 20,69               | 16,47               | 17,88               |
| Exposição Norte             | 11,52 a            | 10,98 a             | 12,85 ab            | 13,76 b             | 11,62 b             | 12,80 b             | 14,88 a             | 12,47 a              | 12,69 b             | 19,77 ab            | 14,67 b             | 17,15 a             |
| Exposição Sul               | 11,61 a            | 10,44 a             | 12,90 ab            | 13,77 b             | 12,34 ab            | 12,62 b             | 14,12 a             | 14,02 a              | 14,37 ab            | 17,81 b             | 14,38 b             | 16,52 a             |
| Exposição Leste             | 11,53 a            | 12,53 a             | 15,28 a             | 17,01 a             | 14,48 a             | 18,65 a             | 15,93 a             | 21,58 a              | 16,67 a             | 23,44 a             | 19,12 a             | 19,06 a             |
| Exposição Oeste             | 11,58 a            | 12,63 a             | 12,07 b             | 16,14 ab            | 13,62ab             | 16,53 a             | 17,21 a             | 17,02 a              | 15,86 a             | 22,74 ab            | 18,09 a             | 18,70 a             |
| Declividade de 50%          | 11,24 a            | 9,98 a              | 13,22 a             | 14,00 b             | 10,63 b             | 14,40 a             | 13,87 a             | 12,77 a              | 14,15 a             | 19,55 a             | 16,22 a             | 15,83 a             |
| Declividade de 30%          | 11,24 a            | 12,04 ab            | 13,20 a             | 14,57 b             | 14,43 a             | 15,55 a             | 16,40 a             | 15,47 a              | 14,48 a             | 21,62 a             | 15,69 a             | 18,87 a             |
| Declividade de 10%          | 12,20 a            | 12,92 a             | 13,40 a             | 16,93 a             | 13,98 a             | 15,50 a             | 16,33 a             | 20,58 a              | 16,06 a             | 21,64 a             | 17,78 a             | 18,89 a             |
| 50% Norte                   | -                  | -                   | -                   | -                   | 11,09 a             | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 30% Norte                   | -                  | -                   | -                   | -                   | 12,53 a             | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 10% Norte                   | -                  | -                   | -                   | -                   | 11,25 a             | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 50% Sul                     | -                  | -                   | -                   | -                   | 10,99 a             | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 30% Sul                     | -                  | -                   | -                   | -                   | 13,92 a             | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 10% Sul                     | -                  | -                   | -                   | -                   | 12,12 a             | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 50% Leste                   | -                  | -                   | -                   | -                   | 12,13 a             | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 30% Leste                   | -                  | -                   | -                   | -                   | 16,14 a             | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 10% Leste                   | -                  | -                   | -                   | -                   | 15,16 a             | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 50% Oeste                   | -                  | -                   | -                   | -                   | 8,31 b              | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 30% Oeste                   | -                  | -                   | -                   | -                   | 15,15 a             | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 10% Oeste                   | -                  | -                   | -                   | -                   | 17,37 a             | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 50% Norte                   | -                  | -                   | -                   | -                   | 11,09 a             | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 50% Sul                     | -                  | -                   | -                   | -                   | 10,99 a             | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 50% Leste                   | -                  | -                   | -                   | -                   | 12,13 a             | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 50% Oeste                   | -                  | -                   | -                   | -                   | 8,31 a              | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 30% Norte                   | -                  | -                   | -                   | -                   | 12,53 a             | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 30% Sul                     | -                  | -                   | -                   | -                   | 13,92 a             | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 30% Leste                   | -                  | -                   | -                   | -                   | 16,15 a             | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 30% Oeste                   | -                  | -                   | -                   | -                   | 15,15 a             | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 10% Norte                   | -                  | -                   | -                   | -                   | 11,25 b             | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 10% Sul                     | -                  | -                   | -                   | -                   | 12,22 b             | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 10% Leste                   | -                  | -                   | -                   | -                   | 15,16 ab            | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 10% Oeste                   | -                  | -                   | -                   | -                   | 17,37 a             | -                   | -                   | -                    | -                   | -                   | -                   | -                   |

NS não significativo, \* significativo ao nível de 5%, \*\* significativo ao nível de 1%.

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.



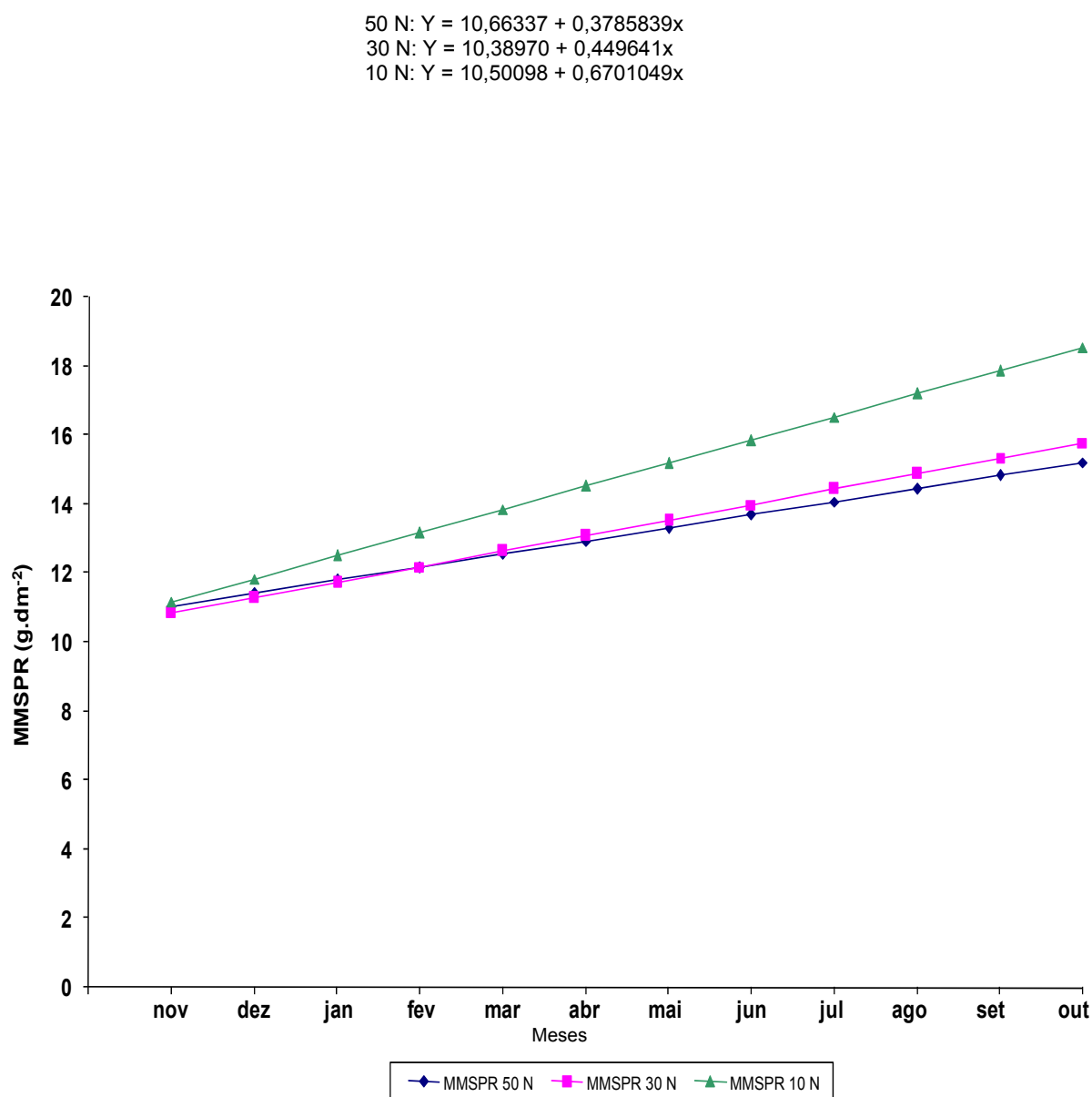
**Tabela 7.** Regressão polinomial (quadrados médios) para médias de massa seca da parte radicular ( $\text{g}\cdot\text{dm}^{-2}$ ) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007, para grama-esmeralda, submetida a diferentes níveis de declividade (50, 30, 10 e 0%).

| Fontes de variação     | Norte              |                      |                     | Sul                |                     |                    | Leste               |                     |                    | Oeste              |                    |                    | Test.              |
|------------------------|--------------------|----------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                        | 50%                | 30%                  | 10%                 | 50%                | 30%                 | 10%                | 50%                 | 30%                 | 10%                | 50%                | 30%                | 10%                | Horiz.             |
| <b>Tratamento</b>      | 23,35**            | 25,24**              | 40,94**             | 13,74              | 22,66               | 24,20**            | 62,14**             | 58,27**             | 32,06              | 57,32**            | 49,11**            | 38,68**            | 31,33**            |
| <b>Resíduo</b>         | 6,48               | 6,92                 | 10,91               | 6,40               | 10,65               | 8,17               | 10,89               | 14,87               | 12,55              | 11,32              | 14,66              | 8,78               | 8,68               |
| <b>CV (%)</b>          | 19,39              | 19,75                | 22,23               | 20,16              | 22,43               | 20,23              | 21,47               | 21,98               | 21,19              | 23,62              | 24,24              | 16,40              | 21,00              |
| <b>Média Geral</b>     | 13,12              | 13,31                | 14,86               | 12,55              | 14,55               | 14,13              | 15,37               | 17,54               | 16,72              | 14,24              | 15,79              | 18,07              | 14,03              |
| <b>Reg. linear</b>     | 81,98**            | 115,67**             | 256,85**            | 86,75**            | 133,54**            | 158,43**           | 239,71**            | 367,60**            | 210,03**           | 355,40**           | 340,66**           | 235,42**           | 226,79**           |
| <b>Reg. quadrática</b> | 2,34 <sup>NS</sup> | 0,0060 <sup>NS</sup> | 34,23 <sup>NS</sup> | 2,85 <sup>NS</sup> | 0,56 <sup>NS</sup>  | 0,02 <sup>NS</sup> | 0,004 <sup>NS</sup> | 55,71 <sup>NS</sup> | 0,64 <sup>NS</sup> | 1,27 <sup>NS</sup> | 1,83 <sup>NS</sup> | 66,13**            | 1,58 <sup>NS</sup> |
| <b>Reg. cúbica</b>     | 0,07 <sup>NS</sup> | 20,43 <sup>NS</sup>  | 4,33 <sup>NS</sup>  | 4,40 <sup>NS</sup> | 14,27 <sup>NS</sup> | 0,62 <sup>NS</sup> | 2,11 <sup>NS</sup>  | 5,78 <sup>NS</sup>  | 7,32 <sup>NS</sup> | 60,92*             | 1,86 <sup>NS</sup> | 1,52 <sup>NS</sup> | 2,11 <sup>NS</sup> |

NS não significativo, \* significativo ao nível de 5%, \*\* significativo ao nível de 1%.

**Equações:**

|                   |                   |   |                |
|-------------------|-------------------|---|----------------|
| <b>Norte</b>      | <b>50%</b>        | $Y = 10,66337 + 0,3785839x$                               | $R^2 = 0,3192$ |
|                   | <b>30%</b>        | $Y = 10,38970 + 0,4496941x$                               | $R^2 = 0,4167$ |
|                   | <b>10%</b>        | $Y = 10,50098 + 0,6701049x$                               | $R^2 = 0,5703$ |
| <b>Sul</b>        | <b>50%</b>        | $Y = 10,01572 + 0,3894406x$                               | $R^2 = 0,5741$ |
|                   | <b>30%</b>        | $Y = 11,40842 + 0,4831783x$                               | $R^2 = 0,5358$ |
|                   | <b>10%</b>        | $Y = 10,71019 + 0,5262850x$                               | $R^2 = 0,5950$ |
| <b>Leste</b>      | <b>50%</b>        | $Y = 11,16799 + 0,6473601x$                               | $R^2 = 0,3507$ |
|                   | <b>30%</b>        | $Y = 12,33170 + 0,8016608x$                               | $R^2 = 0,5735$ |
|                   | <b>10%</b>        | $Y = 12,78027 + 0,6059528x$                               | $R^2 = 0,5955$ |
| <b>Oeste</b>      | <b>50%</b>        | $Y = 13,60275 - 2,837042x + 0,6916857x^2 - 0,03626101x^3$ | $R^2 = 0,6622$ |
|                   | <b>30%</b>        | $Y = 10,77917 + 0,7717308x$                               | $R^2 = 0,6305$ |
|                   | <b>10%</b>        | $Y = 10,52886 + 2,088454x - 0,113012x^2$                  | $R^2 = 0,7088$ |
| <b>Testemunha</b> | <b>horizontal</b> | $Y = 9,935644 + 0,6296766x$                               | $R^2 = 0,6581$ |

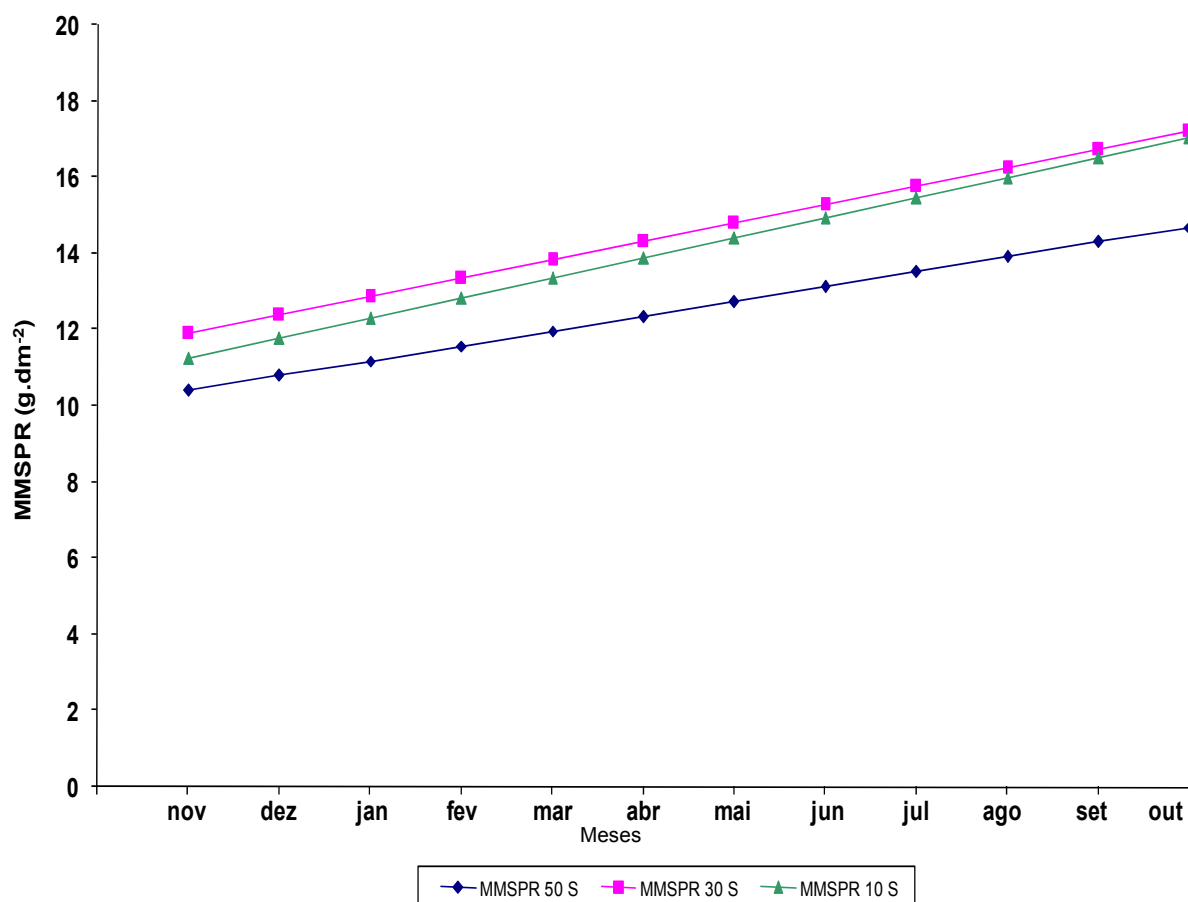


**Figura 11.** Curva de regressão entre a massa de matéria seca da parte radicular (MMSPR:  $\text{g.dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (exposição norte) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

$$50 \text{ S: } Y = 10,01572 + 0,3894406x$$

$$30 \text{ S: } Y = 11,40842 + 0,4831783x$$

$$10 \text{ S: } Y = 10,71019 + 0,5262850x$$

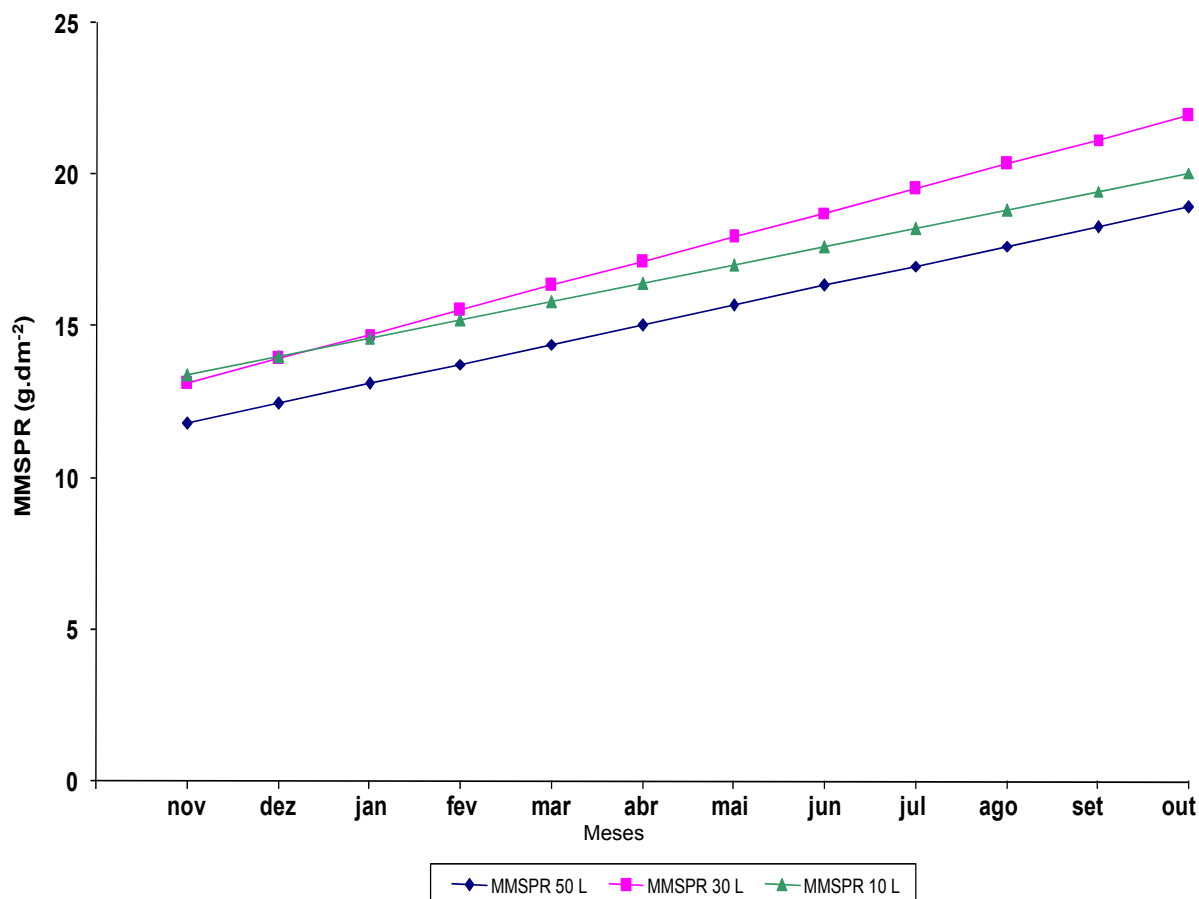


**Figura 12.** Curva de regressão entre a massa de matéria seca da parte radicular (MMSPR: g.dm<sup>-2</sup>) para a grama-esmeralda (exposição sul) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

$$50 \text{ L: } Y = 11,16799 + 0,6473601x$$

$$30 \text{ L: } Y = 12,331170 + 0,8016608x$$

$$10 \text{ L: } Y = 12,78027 + 0,6059528x$$

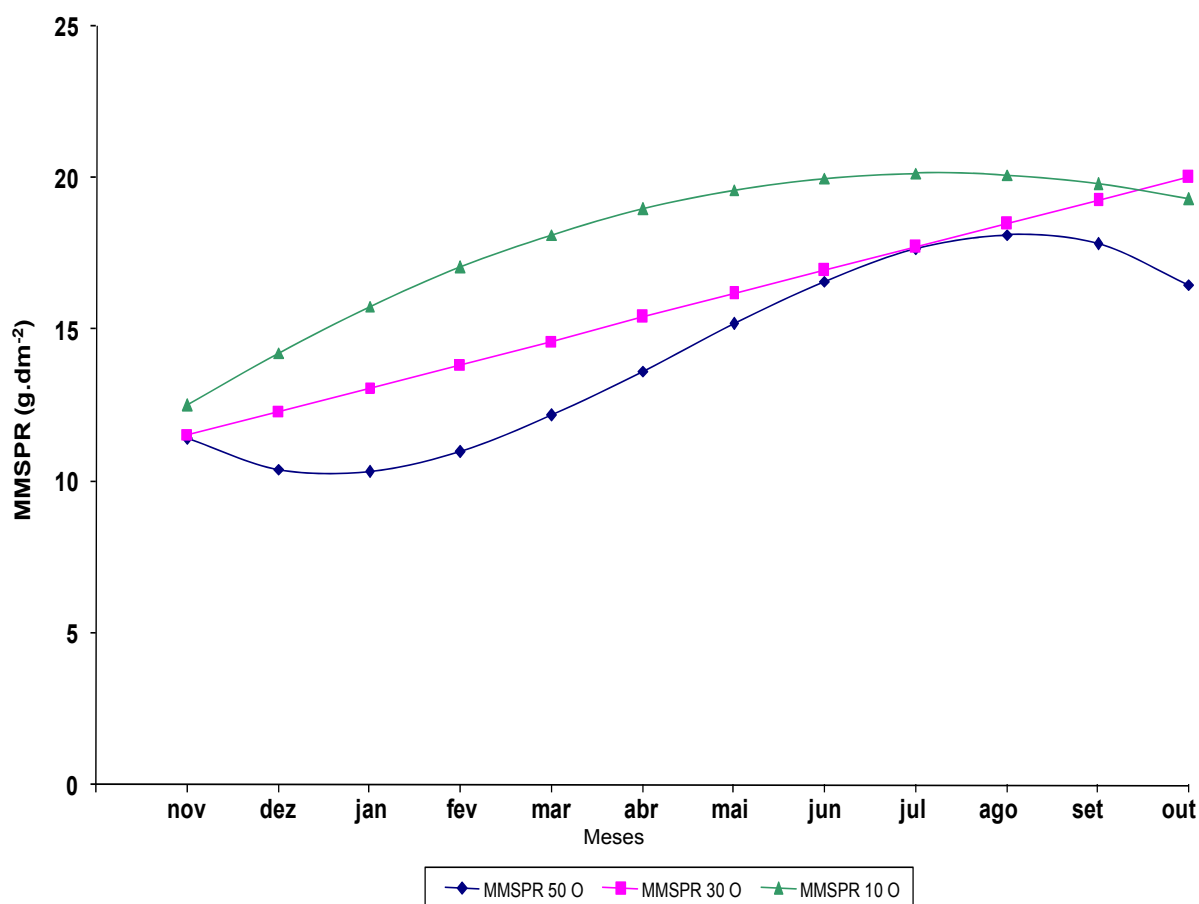


**Figura 13.** Curva de regressão entre a massa de matéria seca da parte radicular (MMSPR: g.dm<sup>-2</sup>) para a grama-esmeralda (exposição leste) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

$$50 \text{ O: } Y = 13,60275 - 2,837042x + 0,6916857x^2 - 0,03626101x^3$$

$$30 \text{ O: } Y = 10,77917 + 0,7717308x$$

$$10 \text{ O: } Y = 10,52886 + 2,088454x - 0,113012x^2$$



**Figura 14.** Curva de regressão entre a massa de matéria seca da parte radicular (MMSPR: g.dm<sup>-2</sup>) para a grama-esmeralda (exposição oeste) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

#### 4.4. Massa de matéria seca total (MMST)

Os resultados da análise de variância e comparação de médias, mensais, de massa de matéria seca total encontram-se na Tabela 8, e na Tabela 9, os resultados da análise de regressão de massa de matéria seca total, ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007, assim como nas Figuras de 15 a 18, respectivamente, as curvas correspondentes às exposições N, S, L e O. A interação entre a exposição e a declividade foi significativa apenas para um dos 12 meses.

Observa-se que houve diferenças significativas entre as exposições somente em seis dos 12 meses avaliados. Em se tratando das exposições, a 50 N foi superior às demais para o mês de abril/2007, apesar de não haver diferenças significativas entre as declividades, e a 10 N foi superior às demais para maio/2007. Para a exposição sul, a 10 S foi superior às demais para abril/2007, não apresentando diferenças significativas, e a 30 S foi superior e significativa para maio/2007. Para a exposição leste, a 30 L foi superior para abril e maio/2007, apesar de também não apresentar diferenças significativas. Para a exposição oeste, a 10 O foi superior para os mesmos meses e apresentou diferenças significativas quando comparada às demais.

Observou-se que a tendência mais clara desta característica é a maior média observada na exposição oeste, no mês de maio/2007, para a declividade de 10%.

Dos doze meses avaliados, houve diferenças significativas entre as declividades somente para quatro meses. Para as declividades, a 50 L foi superior e significativa quando comparada às demais para o mês de abril/2007; e a 50 O, para maio/2007, também. Para as declividades, a 30 L foi superior e significativa quando comparada às demais para os meses de abril e maio/2007, e a 10 O, foi superior e significativa para abril/2007 e para maio/2007, foi apenas superior quando comparada às demais.

Notou-se que a tendência mais clara desta característica é a maior média observada na exposição leste no mês de maio/2007, para a declividade de 30%.

As respostas foram muito semelhantes quanto às exposições, ajustando-se a um modelo cúbico de regressão para 30 e 10 N, 30 S, 50 L, e a um modelo quadrático de regressão para todas as demais declividades (Tabela 9), porém os maiores valores de médias foram observados na seguinte seqüência: para a exposição norte (10 N > 30 N > 50N), vide Figura 15; para sul (30 S > 10 S > 50 S), vide Figura 16; para leste (30 L = 10 L < 50 L), vide Figura 17, e para oeste (10 O < 30 O < 50 O), vide Figura 18.

Generalizando, o crescimento da grama-esmeralda não foi influenciado pela declividade, mas foi favorecido nas exposições leste e oeste. Dessa forma, em termos de manejo, o crescimento de grama-esmeralda nas exposições norte e sul, independe da declividade. Esses resultados são semelhantes ao encontrado por LOPES (1986), verificando, também, que as declividades em cada exposição foram menos efetivas em alterar as produções de massa de matéria verde e seca de *Cynodon dactylon* do que as exposições; BENINCASA (1976) mostrou que o sorgo é um excelente indicador de efeito das exposições; parecendo ser bastante sensível até às pequenas variações microclimatológicas obtidas em época de maior disponibilidade de energia solar, e TURCO (1997), trabalhando com modelagem na cultura da soja, relatou que o efeito das exposições se destaca.

A quantidade total de radiação recebida na superfície de uma rampa varia de acordo com a exposição e declividade, sendo sua componente direta influenciada por ambas, e a sua componente difusa apenas pela declividade, segundo CHANG (1968); de forma que, em dias nublados, o efeito da exposição é minimizado, conforme mostra a Tabela 1, para os meses de dezembro/2006 e janeiro/2007, onde o número de dias nublados foi elevado para esses meses e, conseqüentemente, a radiação foi menor para os mesmos. Janeiro/2007 foi o mês que apresentou maior precipitação e com isso, provavelmente, a elevada quantidade de chuva pode ter influenciado na taxa de fotossíntese da grama-esmeralda e provocado baixa produção de massa de matéria seca.

Outros autores, como BENNET et al. (1972), citado por TURCO (1997), estudaram, a 40° de latitude norte em superfícies com declividades de 35%, o efeito das exposições norte e sul sobre uma gramínea típica de clima temperado,

*Poa pratensis* L., com diferentes níveis de nitrogênio. Observaram que a produção na superfície com exposição norte foi o dobro da superfície com exposição Sul. Relatam, neste trabalho, que a causa dessa diferença é a alta temperatura do solo, e a diminuição da umidade ocorrida na superfície com exposição sul é devida à maior incidência de radiação e também de ter sido usada uma espécie adaptada a regiões de baixos valores dos elementos considerados. As respostas às diferentes dosagens de nitrogênio só foram observadas na superfície com exposição norte.

LATANZE (1973), estudando o efeito das exposições norte e sul em terrenos com declividades de 10% sobre a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), latitude 21°, em Jaboticabal-SP, concluiu que a variedade carioca se mostrou sensível às mudanças do microclima originadas por pequenas variações do terreno. As produções da área de exposição norte foram superiores à área de exposição sul.

Resultados semelhantes ao presente estudo vêm contribuir com o de BENINCASA (1976), em ensaios instalados na mesma bacia hidrográfica experimental citada acima, trabalhando-se com as superfícies 0; 10; 20; 30; 40 e 50%, com exposições norte e sul, na cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.), concluiu que em épocas do ano com menor disponibilidade de radiação solar, o efeito das superfícies foi tão acentuado que permitiu obter, simultaneamente, diferentes condições microclimáticas, afetando de forma expressiva o comportamento da cultura, tanto em crescimento quanto em desenvolvimento.

DAMIÃO FILHO (1982), avaliando o comportamento da cultura da cebola sob diferentes níveis de radiação solar, chegou às seguintes conclusões: as folhas das plantas mostram-se sensíveis às variações microclimatológicas, seja em termos de área foliar, seja de massa de matéria seca acumulada. Nas superfícies sul, o crescimento foi mais lento e por um período maior. Os bulbos foram pouco sensíveis às variações micro-climatológicas impostas pelas declividades e exposições norte e sul com relação ao crescimento, tendo ocorrido, entretanto, atraso de crescimento nas superfícies ao sul.



LOPES (1986) verificou no trabalho com a gramínea Coastcross I que os aumentos de temperatura do solo a 5 cm de profundidade ocasionaram decréscimos nas produções de massa de matéria verde e, principalmente, de massa de matéria seca. A produção de massa de matéria verde decresceu por exposição na ordem norte, oeste, leste e sul, tanto para o anual como para a estação.

TURCO (1997), avaliando a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) IAC-15, na mesma Bacia Hidrográfica Experimental (LATANZE, 1973; BENINCASA, 1976; DAMIÃO FILHO, 1982; LOPES, 1986), observou que, os resultados experimentais das superfícies H, 10 N, 20 N, 10 S e 20 S mostraram que, as superfícies, que obtiveram maior quantidade de radiação PAR acumulada durante o ciclo da cultura nem sempre foram as que mostraram maior produções de peso seco de semente em ( $\text{g.dm}^{-2}$ ), corroborando este trabalho.

**Tabela 8.** Análise de variância (quadrados médios) e médias de massa de matéria seca total (g.dm<sup>-2</sup>) de grama-esmeralda, submetidas a diferentes níveis de declividade, no período de novembro/2006 a outubro/2007.

| Fontes de Variação          | Novembro             | Dezembro             | Janeiro             | Fevereiro           | Março               | Abril                | Maió                | Junho               | Julho               | Agosto              | Setembro            | Outubro             |
|-----------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| <b>Exposição (O)</b>        | 154,25 <sup>NS</sup> | 99,51 <sup>**</sup>  | 34,29 <sup>NS</sup> | 80,05 <sup>**</sup> | 77,43 <sup>NS</sup> | 156,31 <sup>**</sup> | 40,15 <sup>NS</sup> | 33,91 <sup>NS</sup> | 52,65 <sup>**</sup> | 76,53 <sup>NS</sup> | 88,15 <sup>**</sup> | 74,00 <sup>NS</sup> |
| <b>Declividade (D)</b>      | 22,32 <sup>NS</sup>  | 157,70 <sup>**</sup> | 5,33 <sup>NS</sup>  | 83,66 <sup>**</sup> | 18,91 <sup>NS</sup> | 20,23 <sup>NS</sup>  | 69,26 <sup>NS</sup> | 84,38 <sup>**</sup> | 21,21 <sup>NS</sup> | 25,16 <sup>NS</sup> | 8,64 <sup>NS</sup>  | 86,43 <sup>**</sup> |
| <b>O x D</b>                | 49,57 <sup>NS</sup>  | 26,51 <sup>NS</sup>  | 5,90 <sup>NS</sup>  | 15,48 <sup>NS</sup> | 35,82 <sup>NS</sup> | 33,69 <sup>**</sup>  | 63,49 <sup>**</sup> | 10,45 <sup>NS</sup> | 13,59 <sup>NS</sup> | 31,66 <sup>NS</sup> | 18,90 <sup>NS</sup> | 6,36 <sup>NS</sup>  |
| <b>Fatorial (OxD) vs, T</b> | 2,29 <sup>NS</sup>   | 0,42 <sup>NS</sup>   | 5,23 <sup>NS</sup>  | 16,12 <sup>NS</sup> | 47,48 <sup>NS</sup> | 37,72 <sup>NS</sup>  | 0,41 <sup>NS</sup>  | 22,73 <sup>NS</sup> | 7,78 <sup>NS</sup>  | 13,79 <sup>NS</sup> | 4,75 <sup>NS</sup>  | 67,61 <sup>NS</sup> |
| <b>Resíduo</b>              | 23,83                | 20,60                | 15,81               | 12,23               | 33,41               | 11,37                | 22,60               | 14,29               | 11,39               | 30,68               | 10,34               | 26,31               |
| <b>CV (%)</b>               | 19,05                | 15,97                | 21,70               | 14,59               | 33,41               | 16,21                | 20,32               | 19,86               | 17,57               | 20,92               | 14,87               | 20,10               |
| Médias Testemunha           | 25,63                | 28,43                | 18,33               | 23,97               | 20,62               | 20,81                | 23,39               | 19,04               | 19,20               | 26,48               | 21,62               | 25,52               |
| Exposição Norte             | 20,81 b              | 28,14 ab             | 16,84 a             | 22,75 b             | 18,14 a             | 19,32 bc             | 21,67 a             | 16,81 a             | 17,10 b             | 26,44 a             | 19,63 b             | 24,73ab             |
| Exposição Sul               | 26,04 ab             | 26,89 b              | 17,19 a             | 21,05 b             | 19,12 a             | 17,26 c              | 21,90 a             | 18,50 a             | 18,11 ab            | 23,21 a             | 19,13 b             | 22,39 b             |
| Exposição Leste             | 29,43 a              | 32,60 a              | 20,40 a             | 27,13 a             | 21,08 a             | 25,60 a              | 24,97 a             | 19,19 a             | 27,72 a             | 29,10 a             | 24,38 a             | 25,21 ab            |
| Exposição Oeste             | 26,47 a              | 26,19 b              | 19,25 a             | 24,28 ab            | 23,90 a             | 22,04 ab             | 24,92 a             | 20,87 a             | 20,33 ab            | 27,76 a             | 23,69 a             | 28,42 a             |
| Declividade de 50%          | 24,40 a              | 24,90 b              | 19,03 a             | 21,33 b             | 19,58 a             | 20,00 a              | 20,97 a             | 16,20 b             | 18,31 a             | 25,22 a             | 21,86 a             | 22,60 b             |
| Declividade de 30%          | 26,72 a              | 29,59 a              | 18,34 a             | 24,25 ab            | 21,73 a             | 20,93 a              | 24,74 a             | 20,27 a             | 19,07 a             | 27,04 a             | 20,91 a             | 27,10 a             |
| Declividade de 10%          | 25,94 a              | 30,87 a              | 17,89 a             | 25,84 a             | 20,37 a             | 22,23 a              | 24,38 a             | 20,07 a             | 20,57 a             | 27,63 a             | 22,53 a             | 25,87 ab            |
| 50% Norte                   | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 20,55 a              | 20,12 a             | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 30% Norte                   | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 18,80 a              | 21,25 a             | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 10% Norte                   | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 18,59 a              | 23,63 a             | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 50% Sul                     | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 14,42 a              | 17,45 b             | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 30% Sul                     | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 17,83 a              | 26,54 a             | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 10% Sul                     | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 19,51 a              | 21,72 ab            | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 50% Leste                   | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 26,17 a              | 22,25 a             | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 30% Leste                   | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 26,90 a              | 30,26 a             | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 10% Leste                   | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 23,73 a              | 22,41 a             | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 50% Oeste                   | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 18,84 b              | 24,08 ab            | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 30% Oeste                   | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 20,18 b              | 20,93 b             | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 10% Oeste                   | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 27,10 a              | 29,76 a             | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 50% Norte                   | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 20,55 ab             | 20,12 a             | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 50% Sul                     | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 14,42 b              | 17,45 a             | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 50% Leste                   | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 26,17 a              | 22,25 a             | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 50% Oeste                   | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 18,84 b              | 24,08 a             | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 30% Norte                   | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 18,80 b              | 21,25 ab            | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 30% Sul                     | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 17,83 b              | 26,54 ab            | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 30% Leste                   | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 26,90 a              | 30,26 a             | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 30% Oeste                   | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 20,18 a              | 20,93 b             | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 10% Norte                   | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 18,59 b              | 23,63 a             | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 10% Sul                     | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 19,51 b              | 21,72 a             | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 10% Leste                   | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 23,73 ab             | 22,41 a             | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| 10%Oeste                    | -                    | -                    | -                   | -                   | -                   | 27,10 a              | 29,76 a             | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |

NS não significativo, \* significativo ao nível de 5%, \*\* significativo ao nível de 1%.

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 9.** Regressão polinomial (quadrados médios) para médias de massa de matéria seca total (g.dm<sup>-2</sup>) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007, para grama-esmeralda, submetida a diferentes níveis de declividade (50, 30, 10 e 0%).

| Fontes de variação     | Norte              |                     |                     | Sul                 |                     |                     | Leste               |                     |                     | Oeste               |                    |                    | Test.                |
|------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
|                        | 50%                | 30%                 | 10%                 | 50%                 | 30%                 | 10%                 | 50%                 | 30%                 | 10%                 | 50%                 | 30%                | 10%                | Horiz.               |
| <b>Tratamento</b>      | 48,65**            | 8038**              | 71,64**             | 35,71**             | 69,82**             | 49,73**             | 89,53**             | 66,28**             | 66,34**             | 54,19*              | 57,30*             | 49,19**            | 65,75**              |
| <b>Resíduo</b>         | 14,08              | 14,09               | 18,89               | 11,71               | 20,22               | 12,55               | 13,90               | 22,70               | 22,72               | 25,87               | 21,76              | 11,59              | 18,40                |
| <b>CV (%)</b>          | 18,91              | 17,67               | 19,74               | 18,56               | 19,34               | 16,70               | 15,75               | 17,82               | 17,82               | 23,44               | 20,47              | 12,86              | 18,87                |
| <b>Média Geral</b>     | 19,84              | 21,24               | 22,02               | 18,44               | 23,25               | 21,21               | 23,67               | 26,74               | 26,74               | 21,70               | 22,78              | 26,47              | 22,73                |
| <b>Reg. linear</b>     | 1,67 <sup>NS</sup> | 19,63 <sup>NS</sup> | 43,60 <sup>NS</sup> | 38,52 <sup>NS</sup> | 78,17 <sup>NS</sup> | 26,71 <sup>NS</sup> | 29,80 <sup>NS</sup> | 30,42 <sup>NS</sup> | 34,65 <sup>NS</sup> | 52,61 <sup>NS</sup> | 6,46 <sup>NS</sup> | 1,75 <sup>NS</sup> | 0,0065 <sup>NS</sup> |
| <b>Reg. quadrática</b> | 63,47*             | 162,24**            | 170,99**            | 171,65**            | 182,16**            | 134,69**            | 320,73**            | 94,28*              | 97,72*              | 245,29**            | 309,89**           | 62,46*             | 223,78**             |
| <b>Reg. cúbica</b>     | 4,27 <sup>NS</sup> | 71,93*              | 3,51**              | 0,33 <sup>NS</sup>  | 103,88*             | 9,13 <sup>NS</sup>  | 57,03*              | 8,53 <sup>NS</sup>  | 8,65 <sup>NS</sup>  | 40,54 <sup>NS</sup> | 0,73 <sup>NS</sup> | 0,13 <sup>NS</sup> | 23,16 <sup>NS</sup>  |

NS não significativo, \* significativo ao nível de 5%, \*\* significativo ao nível de 1%.

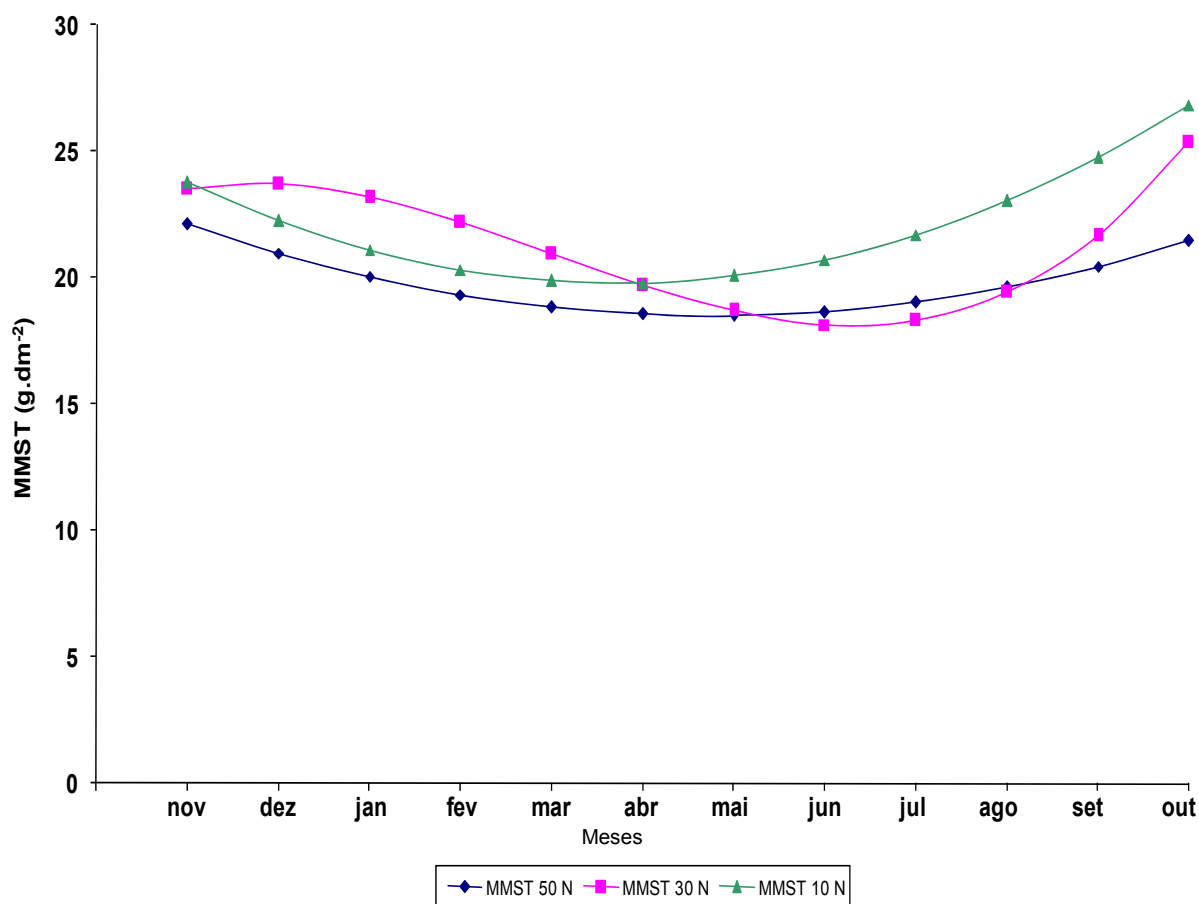
**Equações:**

|                   |                   |   |                |
|-------------------|-------------------|---|----------------|
| <b>Norte</b>      | <b>50%</b>        | $Y = 23,50040 - 1,4771573x + 0,1090391x^2$                | $R^2 = 0,1217$ |
|                   | <b>30%</b>        | $Y = 22,35510 + 1,705403x - 0,5940178x^2 + 0,03940236x^3$ | $R^2 = 0,2871$ |
|                   | <b>10%</b>        | $Y = 25,65557 - 2,050425x + 0,1789635x^2$                 | $R^2 = 0,2723$ |
| <b>Sul</b>        | <b>50%</b>        | $Y = 25,56438 - 2,5905333x + 0,1793101x^2$                | $R^2 = 0,5350$ |
|                   | <b>30%</b>        | $Y = 37,72356 - 7,766487x + 1,108051x^2 - 0,04735043x^3$  | $R^2 = 0,4742$ |
|                   | <b>10%</b>        | $Y = 27,43801 - 2,281005x + 0,1588380x^2$                 | $R^2 = 0,2951$ |
| <b>Leste</b>      | <b>50%</b>        | $Y = 37,37659 - 7,116063x + 0,9292545x^2 - 0,03508450x^3$ | $R^2 = 0,4138$ |
|                   | <b>30%</b>        | $Y = 32,27017 - 1,958192x + 0,1328915x^2$                 | $R^2 = 0,1710$ |
|                   | <b>10%</b>        | $Y = 32,28705 - 1,963076x + 0,1332005x^2$                 | $R^2 = 0,1718$ |
| <b>Oeste</b>      | <b>50%</b>        | $Y = 26,22818 - 2,483273x + 0,2143494x^2$                 | $R^2 = 0,4998$ |
|                   | <b>30%</b>        | $Y = 29,40114 - 3,025802x + 0,2409291x^2$                 | $R^2 = 0,5019$ |
|                   | <b>10%</b>        | $Y = 29,39540 - 1,3350784x + 0,1081675x^2$                | $R^2 = 0,1187$ |
| <b>Testemunha</b> | <b>horizontal</b> | $Y = 28,91869 - 2,658217x + 0,2047371x^2$                 | $R^2 = 0,3094$ |

$$50 \text{ N: } Y = 23,50040 - 1,4771573x + 0,1090391x^2$$

$$30 \text{ N: } Y = 22,35510 + 1,705403x^2 - 0,5940178x^2 + 0,03940236x^3$$

$$10 \text{ N: } Y = 25,65557 - 2,050425x + 0,1789635x^2$$

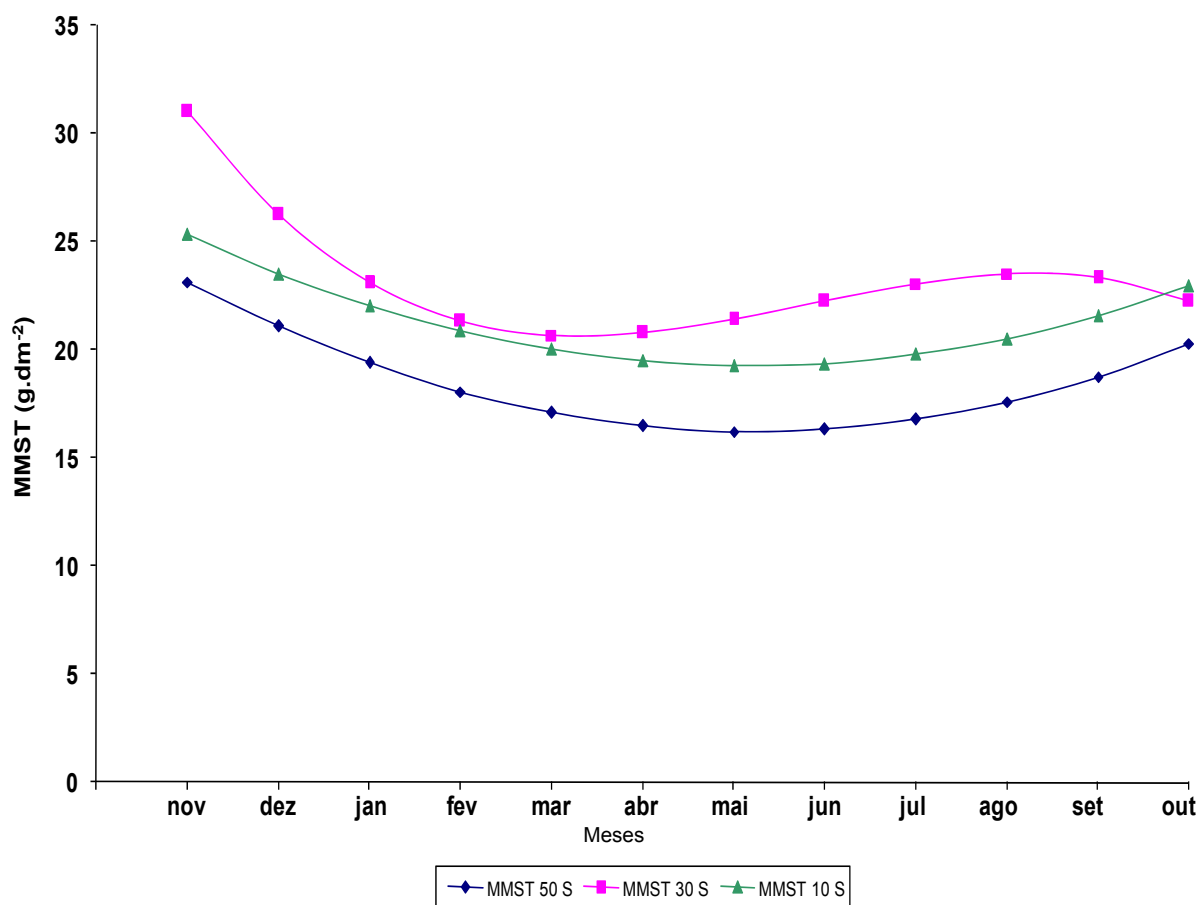


**Figura 15.** Curva de regressão entre a massa de matéria seca total (MMST:  $\text{g.dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (exposição norte) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

$$50 \text{ S: } Y = 25,56438 - 2,5905333x + 0,179310101x^2$$

$$30 \text{ S: } Y = 37,72356 - 7,766487x + 1,108051x^2 - 0,04735043x^3$$

$$10 \text{ S: } Y = 27,43801 - 2,281005x + 0,1588380x^2$$

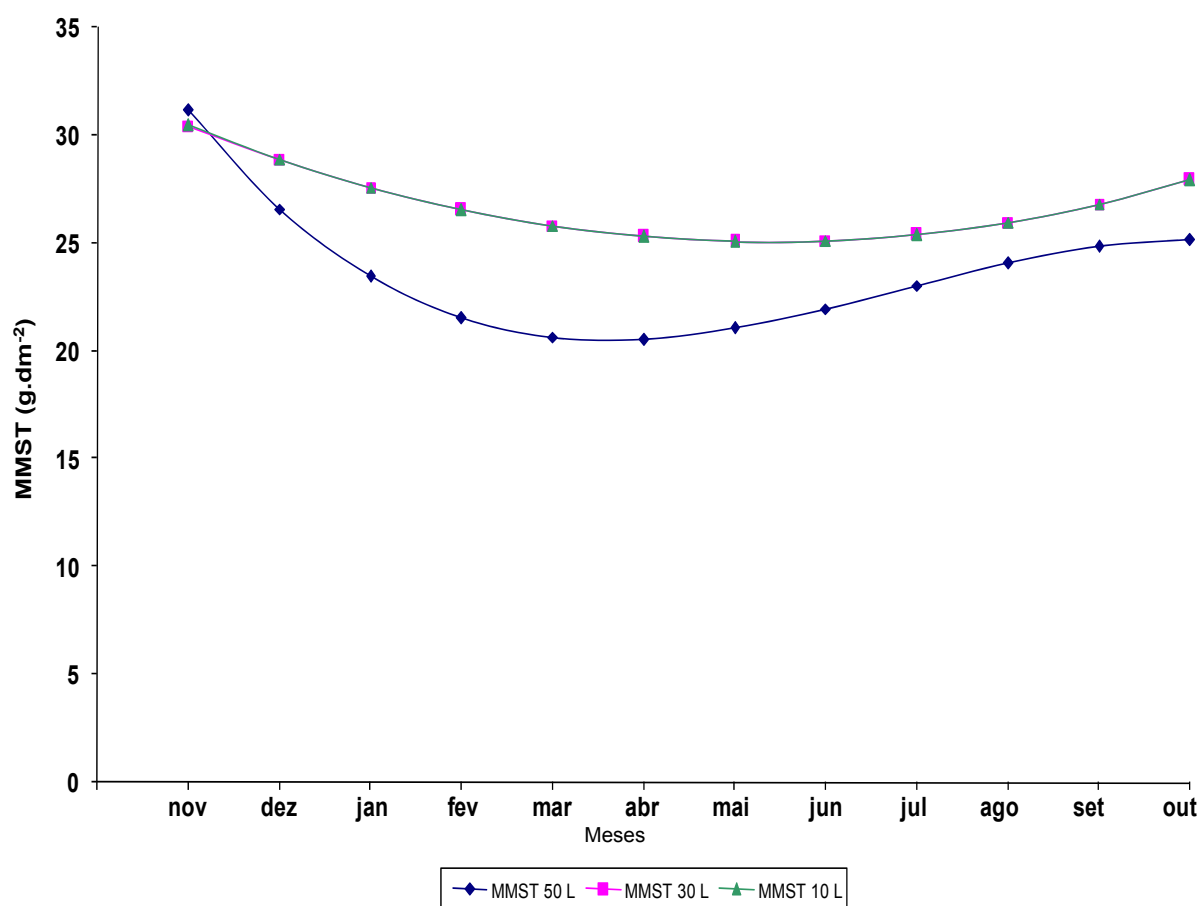


**Figura 16.** Curva de regressão entre a massa de matéria seca total (MMST: g.dm<sup>-2</sup>) para a grama-esmeralda (exposição sul) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

$$50 \text{ L: } Y = 37,37659 - 7,116063x + 0,9292545x^2 - 0,03508450x^3$$

$$30 \text{ L: } Y = 32,27017 - 1,958192x + 0,1328915x^2$$

$$10 \text{ L: } Y = 32,28705 - 1,963076x + 0,1332005x^2$$

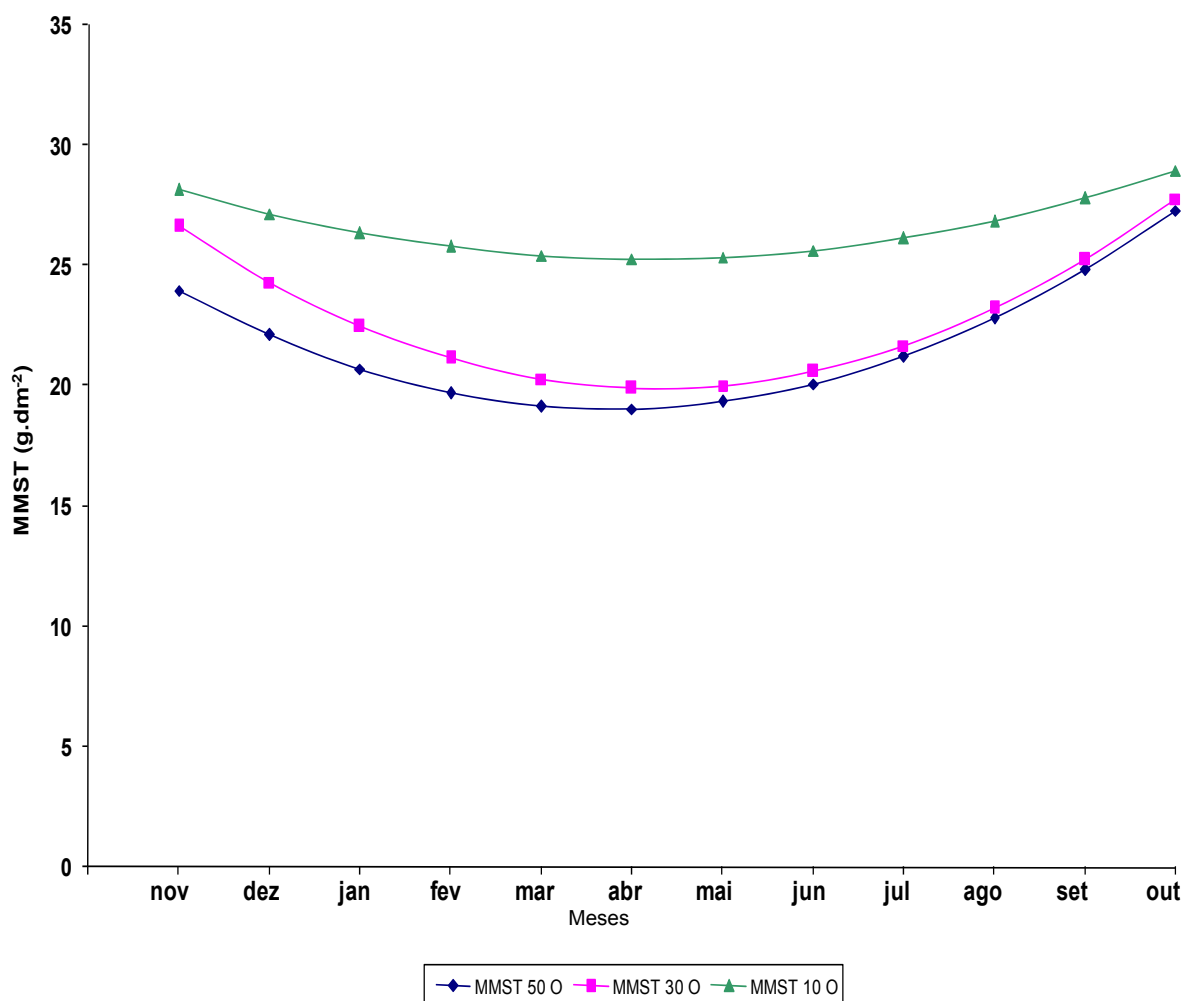


**Figura 17.** Curva de regressão entre a massa de matéria seca total (MMST: g.dm<sup>-2</sup>) para a grama-esmeralda (exposição leste) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

$$50 \text{ O: } Y = 26,22818 - 2,483273x + 0,143494x^2$$

$$30 \text{ O: } Y = 29,40114 - 3,25802x + 0,2409291x^2$$

$$10 \text{ O: } Y = 29,39540 - 1,3350784x + 0,1081675x^2$$



**Figura 18.** Curva de regressão entre a massa de matéria seca total (MMST: g.dm<sup>-2</sup>) para a grama-esmeralda (exposição oeste) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

#### 4.5. Radiação PAR

Na exposição norte, para a superfície 50 N, conforme mostra a Figura 19, o maior valor de MMSPA foi dado no mês de dezembro/2006, porém os de MMST e PAR em agosto/2007. Na Figura 20, para a superfície 30 N, o maior valor de MMSPA e MMST foram dados em dezembro/2006, e o maior valor de PAR, em agosto/2007. Para 10 N, conforme apresenta a Figura 21, o maior valor de MMSPA foi dado em dezembro/2006, o de MMST em agosto/2007 e o de PAR em março/2007. Na Figura 22, para a superfície horizontal, os maiores valores de MMSPA e PAR foram dados no mês de novembro/2006, e os de MMST, em dezembro/2006.

Na exposição sul, para a superfície 50 S, conforme mostra a Figura 23, os maiores valores de MMSPA e MMST foram dados em dezembro/2006, e os de PAR em março/2007. Na Figura 24, para 30 S, o maior valor de MMSPA foi dado em dezembro/2006, e os de MMST e PAR, em novembro do mesmo ano. Para 10S, Figura 25, os maiores valores de MMSPA e MMST foram dados em dezembro/2006, e para a PAR, em novembro/2006.

Para exposição leste, na superfície 50%, conforme revela a Figura 26, os maiores valores de MMST e PAR foram apresentados em novembro/2006, e os de MMSPA, em dezembro/2006. Na Figura 27, para 30 L, os maiores valores de MMSPA foram mostrados para novembro/2006, e os de MMST, em dezembro do mesmo ano. Para 10 L, na Figura 28, os maiores valores de MMSPA e de PAR foram os meses de novembro/2006, e os de MMST, dezembro/2006.

Para exposição oeste, na Figura 29, para 50 O, os maiores valores de MMSPA e PAR foram mostrados em novembro/2006, e os de MMST, em agosto/2007. Para 30 O, na Figura 30, os maiores valores de MMSPA, MMST e PAR foram dados nos meses de dezembro/2006, outubro/2007 e novembro/2006. Na Figura 31, para 10 O, os maiores valores de MMSPA e PAR foram dados em novembro/2006, e os de MMST, em outubro/2007.

Sendo assim, foi observado um comportamento lógico entre a produção de massa de matéria seca da parte aérea, da parte radicular ou total quando



relacionado com a radiação PAR para os períodos e para as superfícies citadas acima para o crescimento da grama-esmeralda.

BENNET et al. (1972), citados por TURCO (1997), estudaram, a 40° de latitude norte em superfícies com declividades de 35%, o efeito das exposições norte e sul sobre uma gramínea típica de clima temperado, *Poa pratensis* L., com diferentes níveis de nitrogênio. Observaram que a produção na superfície com exposição norte foi o dobro, da exposição sul. Relatam, neste trabalho, que a causa dessa diferença é a alta temperatura do solo, e a diminuição da umidade ocorrida na superfície com exposição sul é devida à maior incidência de radiação e também de ter sido usada uma espécie adaptada a regiões de baixos valores dos elementos considerados. As respostas às diferentes dosagens de nitrogênio só foram observadas na superfície com exposição norte.

LATANZE (1973), estudando o efeito das exposições norte e sul em terrenos com declividades de 10% sobre a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), latitude 21°, em Jaboticabal-SP, concluiu que a variedade carioca se mostrou sensível às mudanças do microclima originadas por pequenas variações do terreno. As produções da área de exposição norte foram superiores à da área de exposição sul.

BENINCASA (1976), em ensaios instalados na mesma bacia hidrográfica experimental citada acima, trabalhando com as superfícies de 0; 10; 20; 30; 40 e 50%, com exposições norte e sul, na cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.), concluiu que, em épocas do ano com menor disponibilidade de radiação solar, o efeito das superfícies foi tão acentuado que permitiu obter, simultaneamente, diferentes condições microclimáticas, afetando de forma expressiva o comportamento da cultura, tanto em crescimento quanto em desenvolvimento, conforme mostrado no presente trabalho, para os meses de novembro e dezembro/2006.

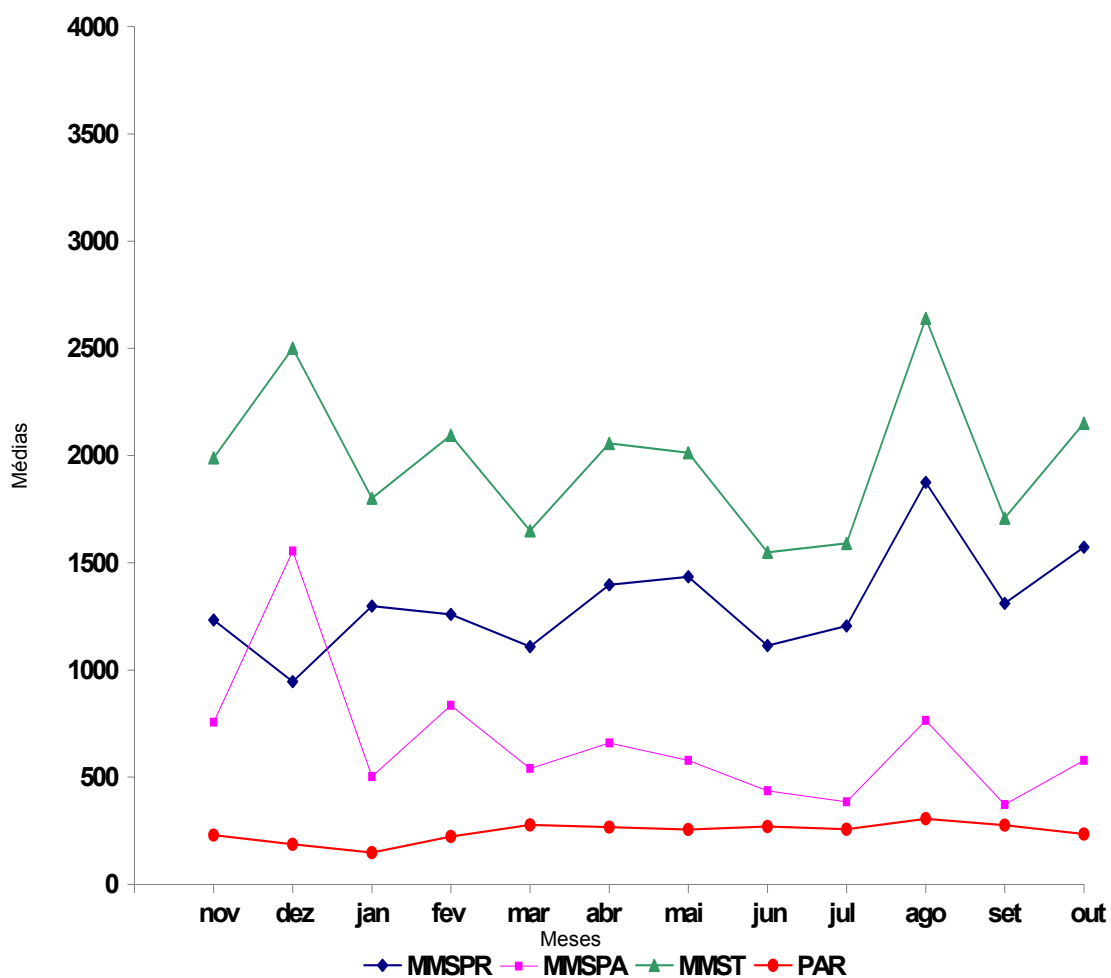
DAMIÃO FILHO (1982), avaliando o comportamento da cultura da cebola sobre diferentes níveis de radiação solar, chegou às seguintes conclusões: as folhas das plantas mostram-se sensíveis às variações microclimatológicas, seja em termos de área foliar, seja de massa de matéria seca acumulada. Essa mesma

variação foi notada nesta pesquisa, porém a abordagem ficou apenas na percepção visual quanto ao enrolamento dos bordos foliares do gramado. Nas superfícies ao sul, o crescimento foi mais lento e por um período maior. Os bulbos foram pouco sensíveis às variações microclimatológicas impostas pelas declividades e exposições norte e sul com relação ao crescimento, tendo ocorrido, entretanto, atraso de crescimento nas superfícies ao sul.

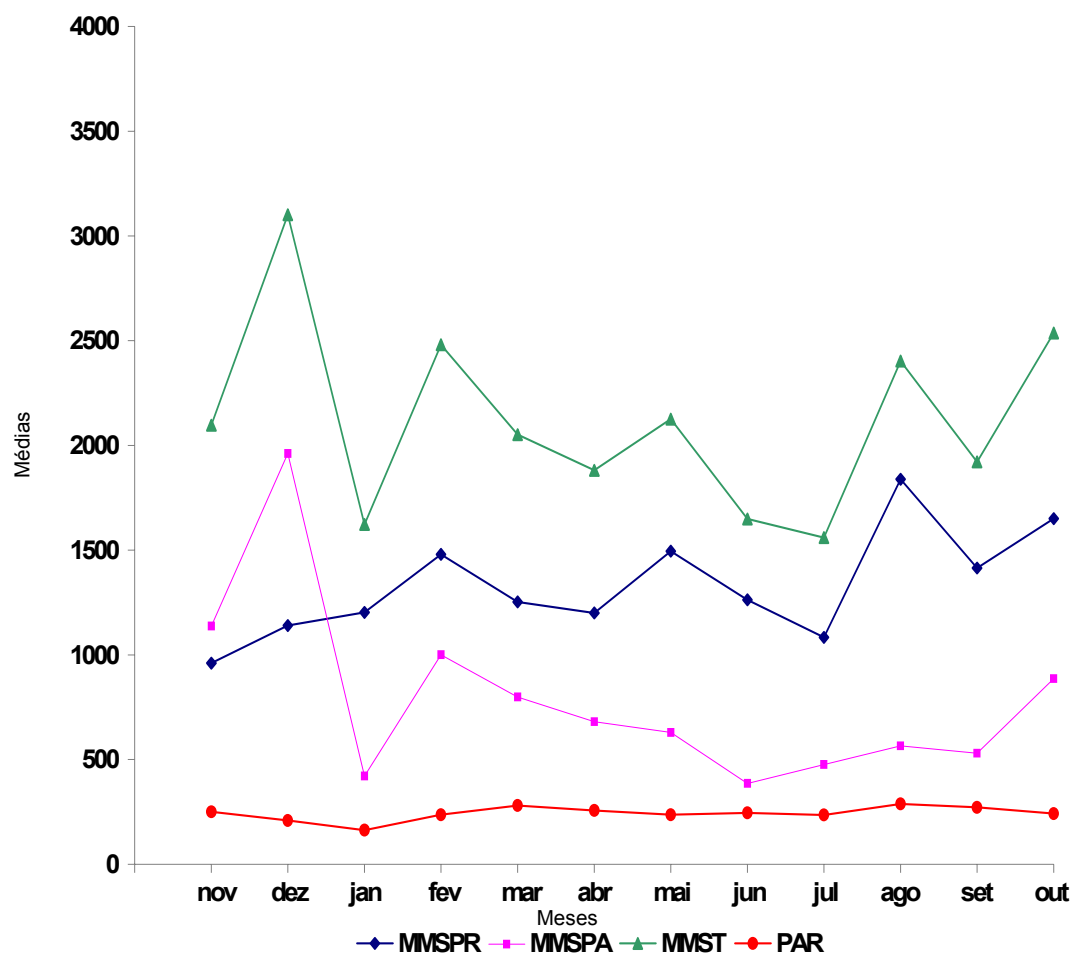
LOPES (1986) verificou no trabalho com a gramínea Coastcross I que os aumentos de temperatura do solo a 5 cm de profundidade ocasionaram decréscimos nas produções de massa de matéria verde e, principalmente, de massa de matéria seca. A produção de massa de matéria verde decresceu por exposição na ordem norte, oeste, leste e sul, tanto para o anual como para a estação.

TURCO (1997), avaliando a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) IAC-15, na mesma Bacia Hidrográfica Experimental (LATANZE, 1973; BENINCASA, 1976; DAMIÃO FILHO, 1982; LOPES, 1986), observou que os resultados experimentais das superfícies H, 10 N, 20 N, 10 S e 20 S mostraram que as que obtiveram maior quantidade de radiação PAR acumulada durante o ciclo da cultura nem sempre foram as que mostraram maior produção de peso seco de semente em  $g/m^2$ , o que também foi apresentado pelo trabalho aqui discutido em massa de matéria seca da parte aérea e total.

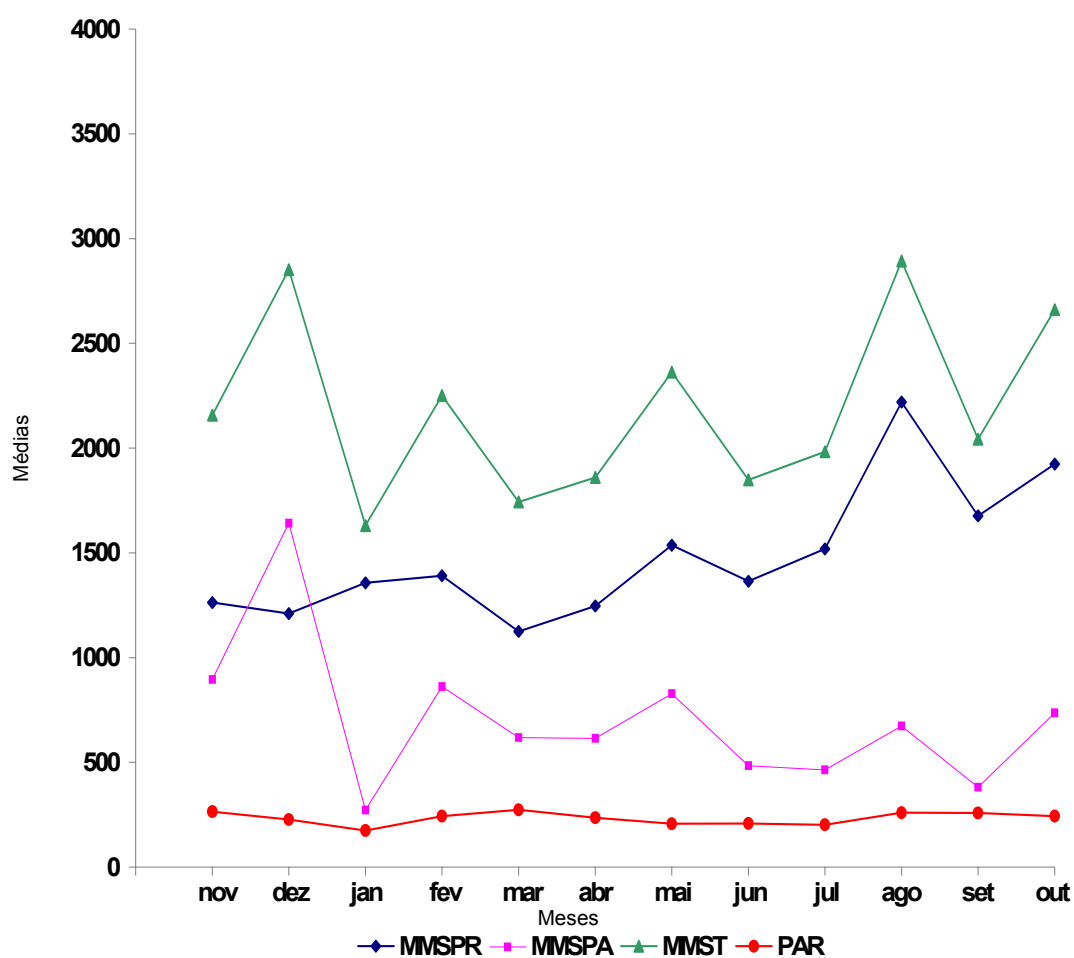
Assim, os resultados obtidos nos trabalhos citados corroboram os deste trabalho, de modo que as declividades em cada exposição foram menos efetivas em alterar a produção de massa de matéria seca do que as exposições; as produções das superfícies de exposição norte foram superiores às das superfícies sul, conforme mostram as Figuras de 19 a 31.



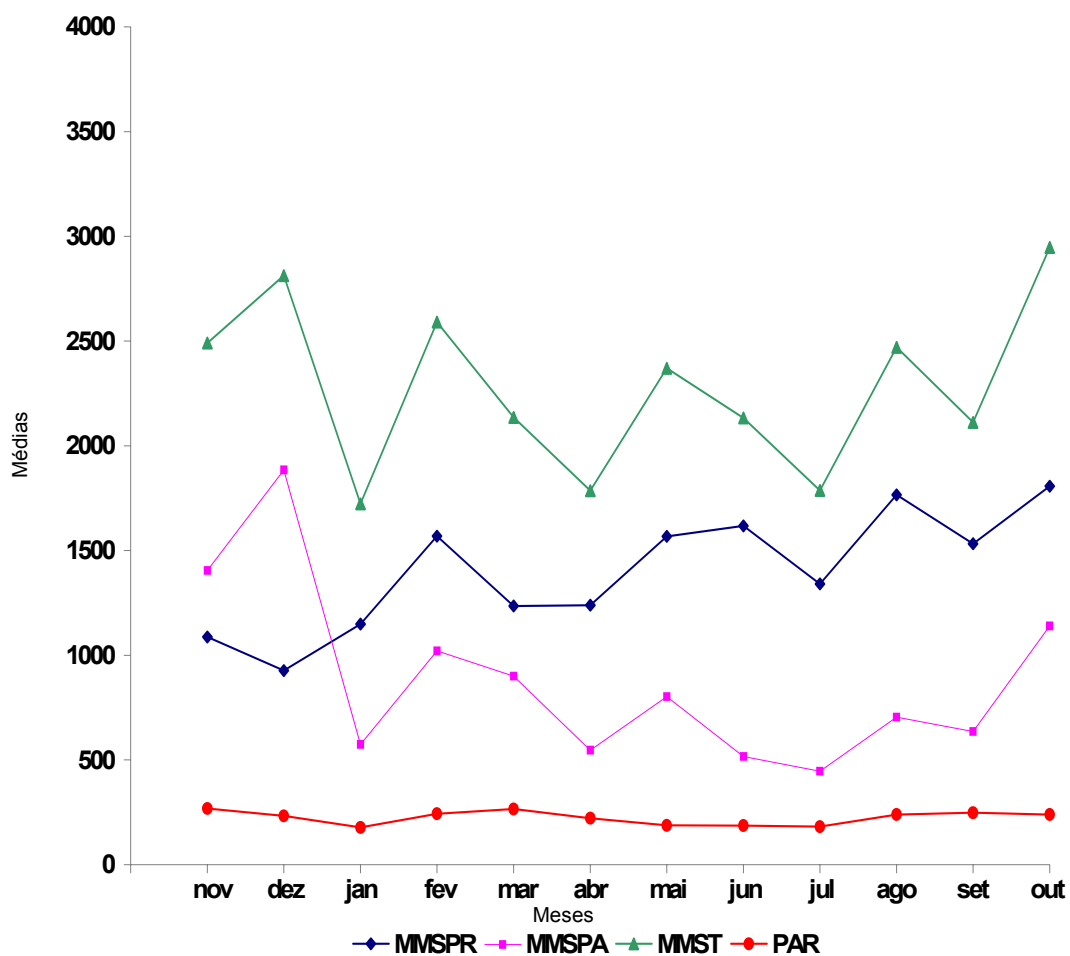
**Figura 19.** Radiação acumulada (PAR:  $\text{MJ.m}^{-2}.\text{mês}^{-1}$ ) e médias da massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA:  $\text{g.dm}^{-2}$ ), da parte radicular (MMSPR:  $\text{g.dm}^{-2}$ ) e massa de matéria seca total (MMST:  $\text{g.dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (50 N) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.



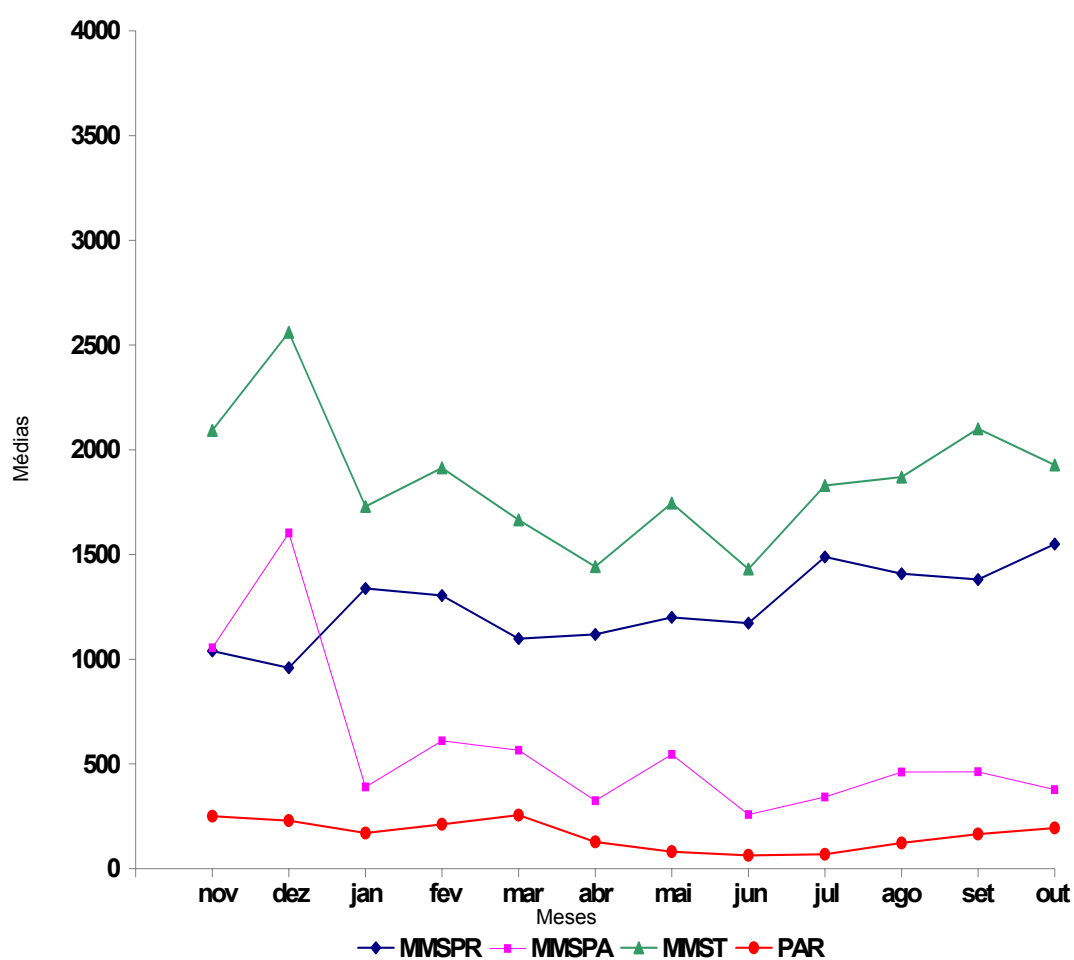
**Figura 20.** Radiação acumulada (PAR:  $\text{MJ.m}^{-2}.\text{mês}^{-1}$ ) e médias da massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA:  $\text{g.dm}^{-2}$ ), da parte radicular (MMSPR:  $\text{g.dm}^{-2}$ ) e massa de matéria seca total (MMST:  $\text{g.dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (30 N) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.



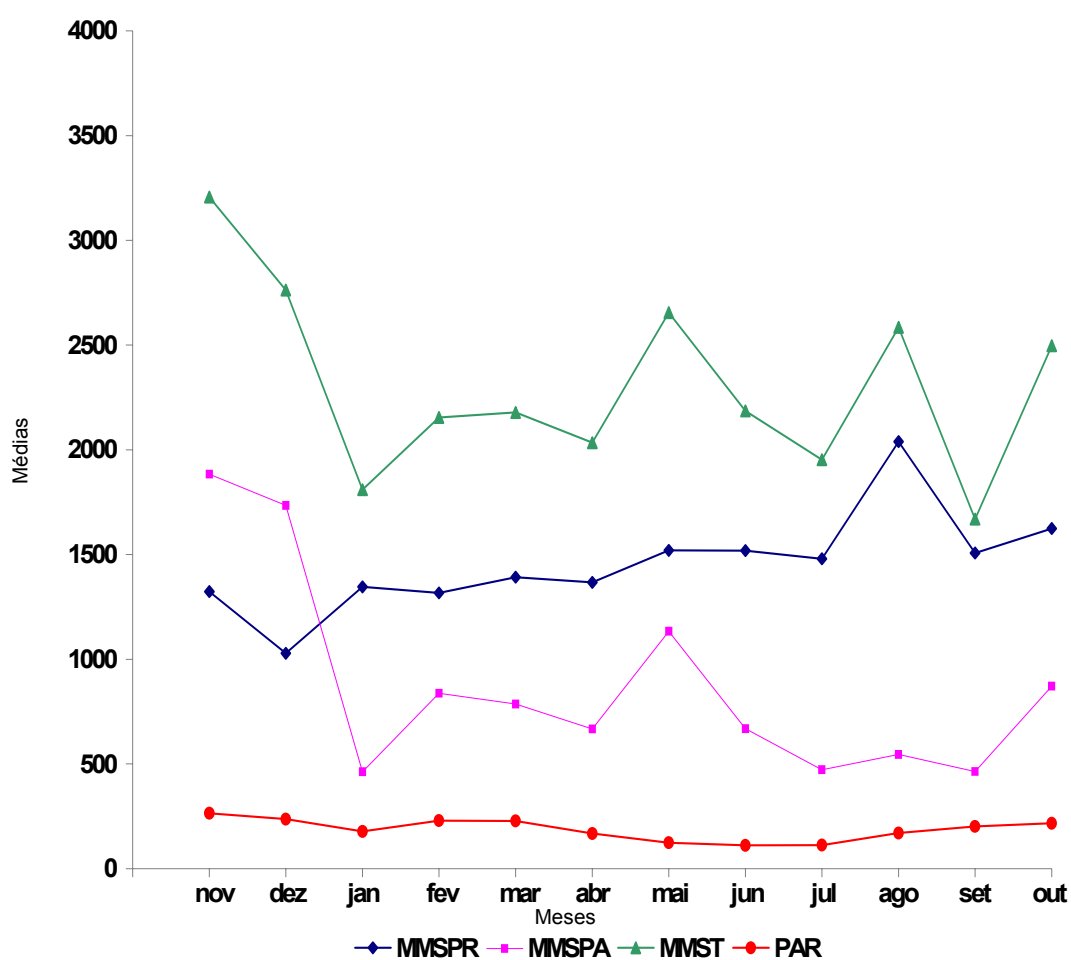
**Figura 21.** Radiação acumulada (PAR:  $\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{mês}^{-1}$ ) e médias da massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA:  $\text{g}\cdot\text{dm}^{-2}$ ), da parte radicular (MMSPR:  $\text{g}\cdot\text{dm}^{-2}$ ) e massa de matéria seca total (MMST:  $\text{g}\cdot\text{dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (10 N) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.



**Figura 22.** Radiação acumulada (PAR:  $\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{mês}^{-1}$ ) e médias da massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA:  $\text{g}\cdot\text{dm}^{-2}$ ), da parte radicular (MMSPR:  $\text{g}\cdot\text{dm}^{-2}$ ) e massa de matéria seca total (MMST:  $\text{g}\cdot\text{dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (H) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

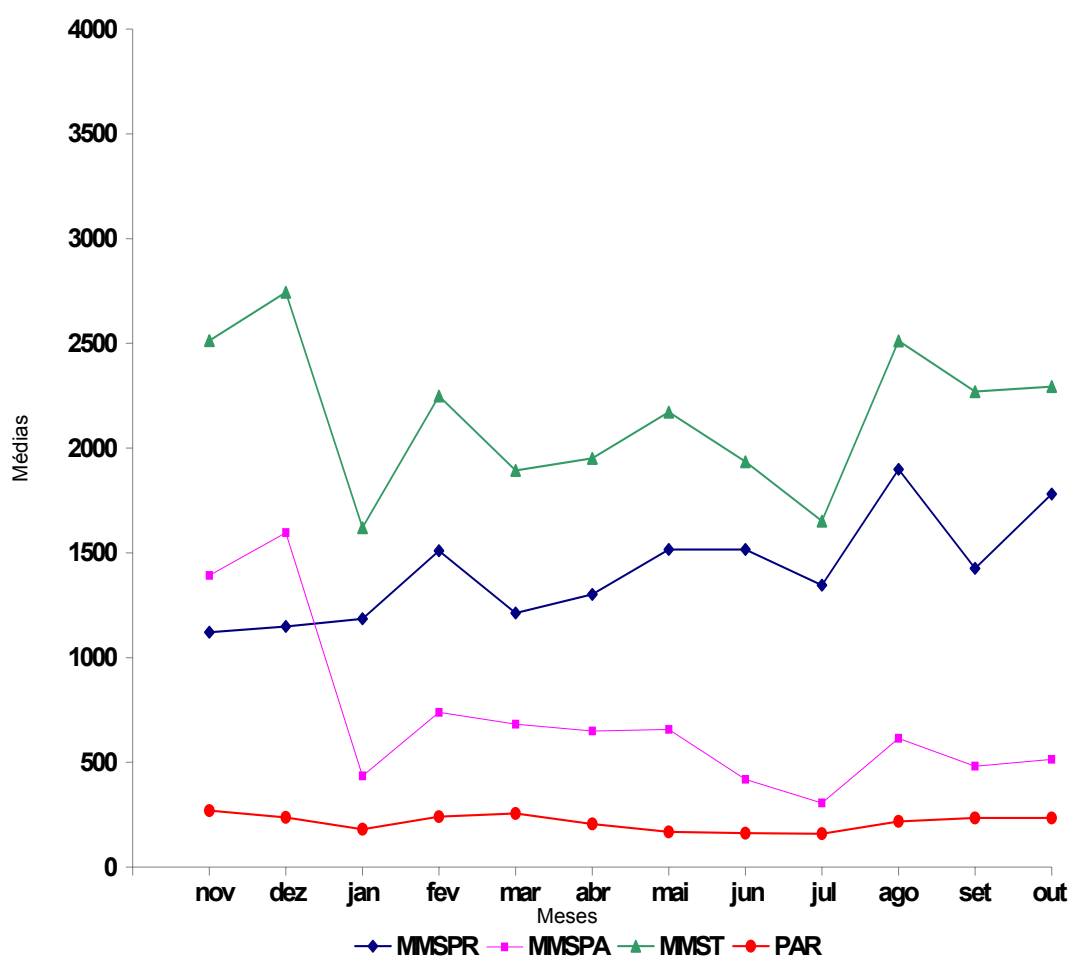


**Figura 23.** Radiação acumulada (PAR: MJ.m<sup>-2</sup>.mês<sup>-1</sup>) e médias da massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA: g.dm<sup>-2</sup>) da parte radicular (MMSPR: g.dm<sup>-2</sup>) e massa de matéria seca total (MMST: g.dm<sup>-2</sup>), para a grama-esmeralda (50 S) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

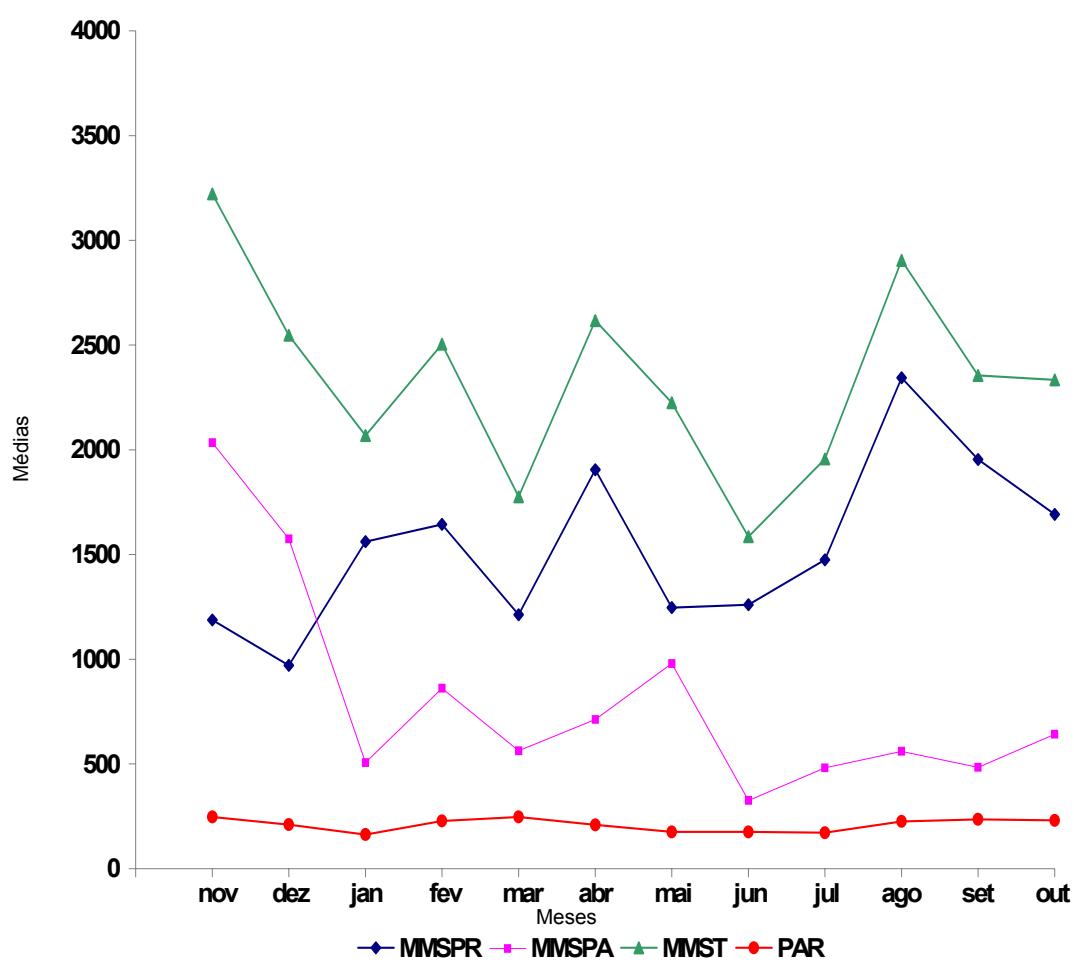


**Figura 24.** Radiação acumulada (PAR: MJ.m<sup>-2</sup>.mês<sup>-1</sup>) e médias da massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA: g.dm<sup>-2</sup>), da parte radicular (MMSPR: g.dm<sup>-2</sup>) e massa de matéria seca total (MMST: g.dm<sup>-2</sup>) para a grama-esmeralda (30 S) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

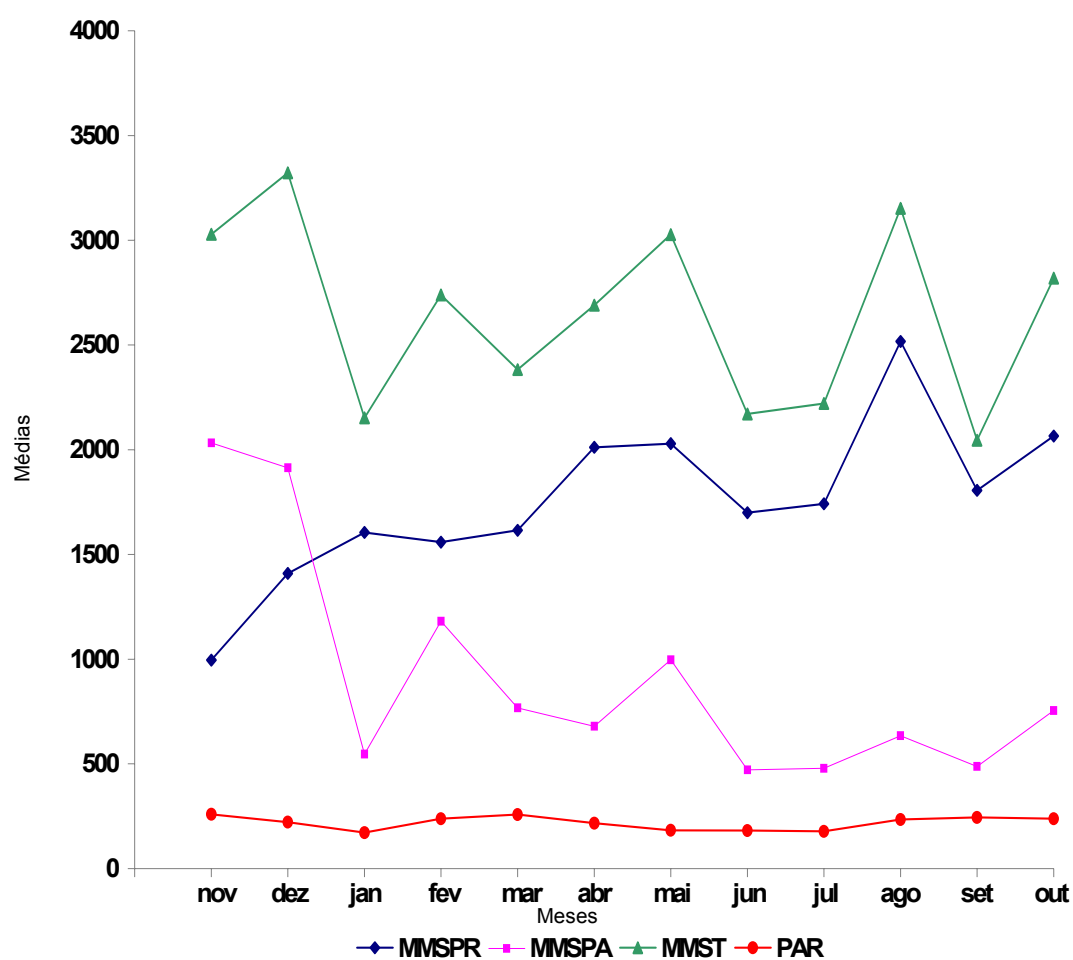




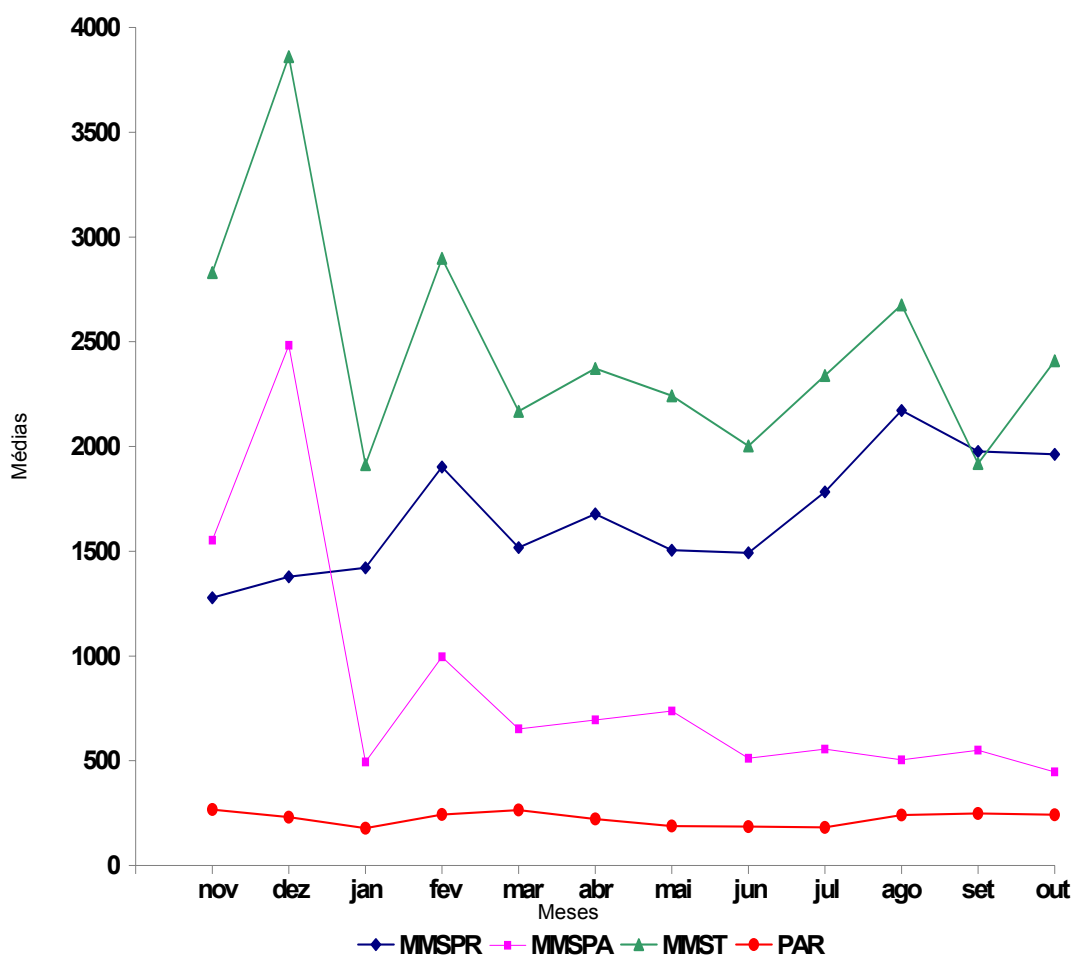
**Figura 25.** Radiação acumulada (PAR:  $\text{MJ.m}^{-2}.\text{mês}^{-1}$ ) e médias da massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA:  $\text{g.dm}^{-2}$ ), da parte radicular (MMSPR:  $\text{g.dm}^{-2}$ ) e massa de matéria seca total (MMST:  $\text{g.dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (10 S) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.



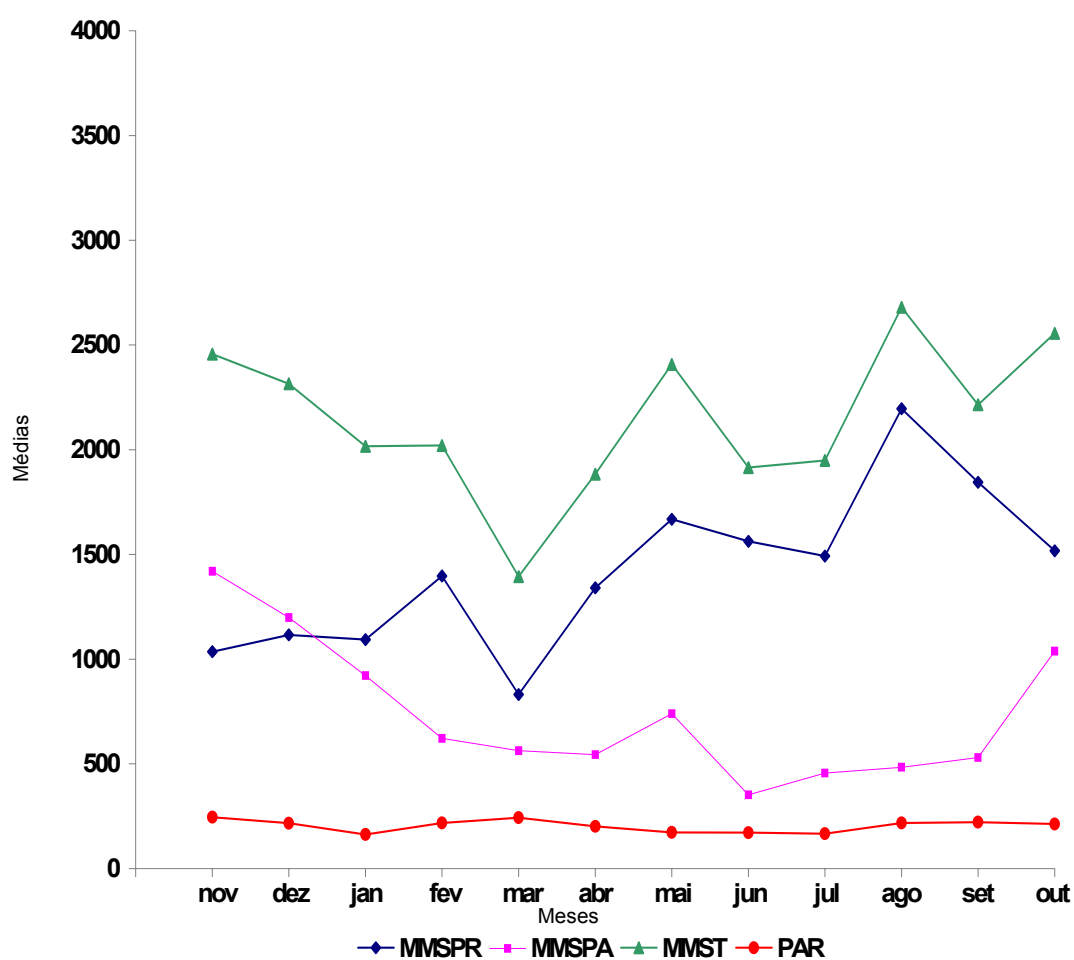
**Figura 26.** Radiação acumulada (PAR: MJ.m<sup>-2</sup>.mês<sup>-1</sup>) e médias da massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA: g.dm<sup>-2</sup>), da parte radicular (MMSPR: g.dm<sup>-2</sup>) e massa de matéria seca total (MMST: g.dm<sup>-2</sup>) para a grama-esmeralda (50 L) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.



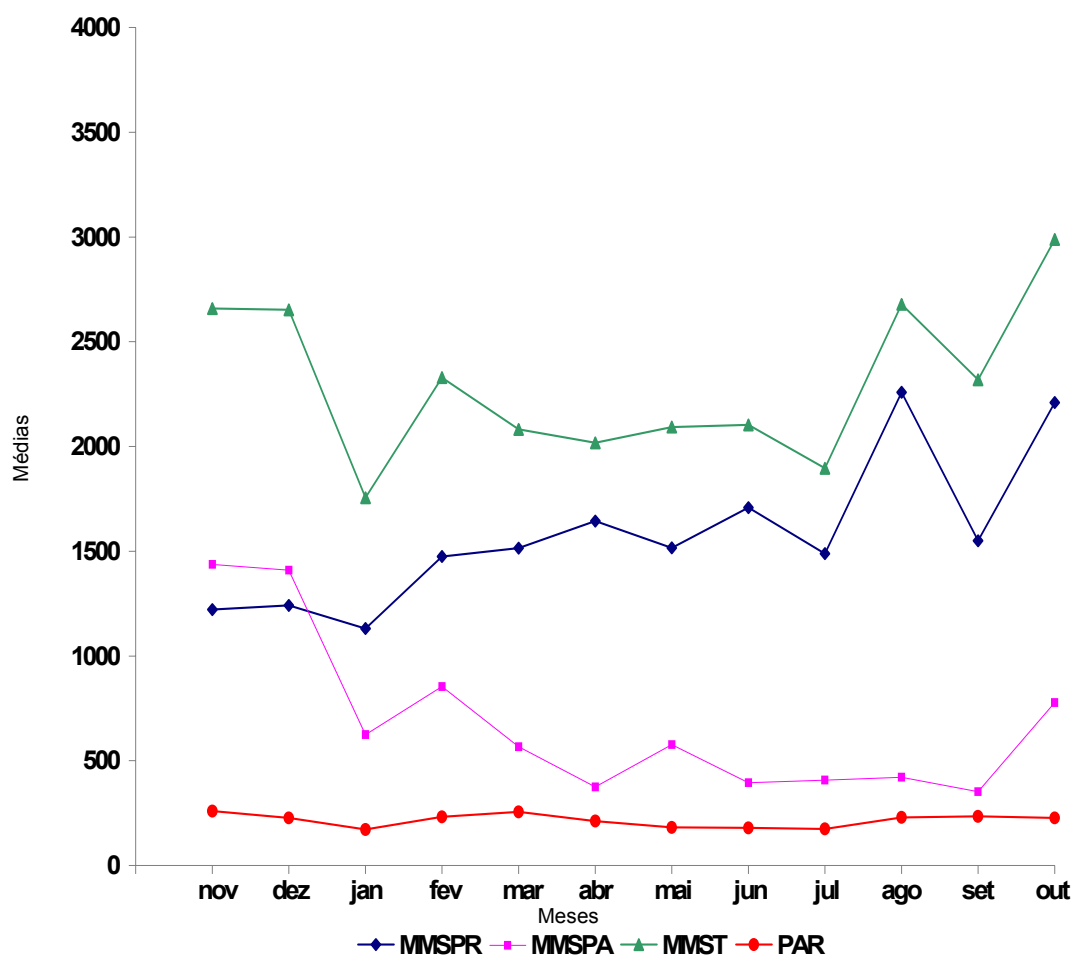
**Figura 27.** Radiação acumulada (PAR: MJ.m<sup>-2</sup>.mês<sup>-1</sup>) e médias da massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA: g.dm<sup>-2</sup>), da parte radicular (MMSPR: g.dm<sup>-2</sup>) e massa de matéria seca total (MMST: g.dm<sup>-2</sup>) para a grama-esmeralda (30 L) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.



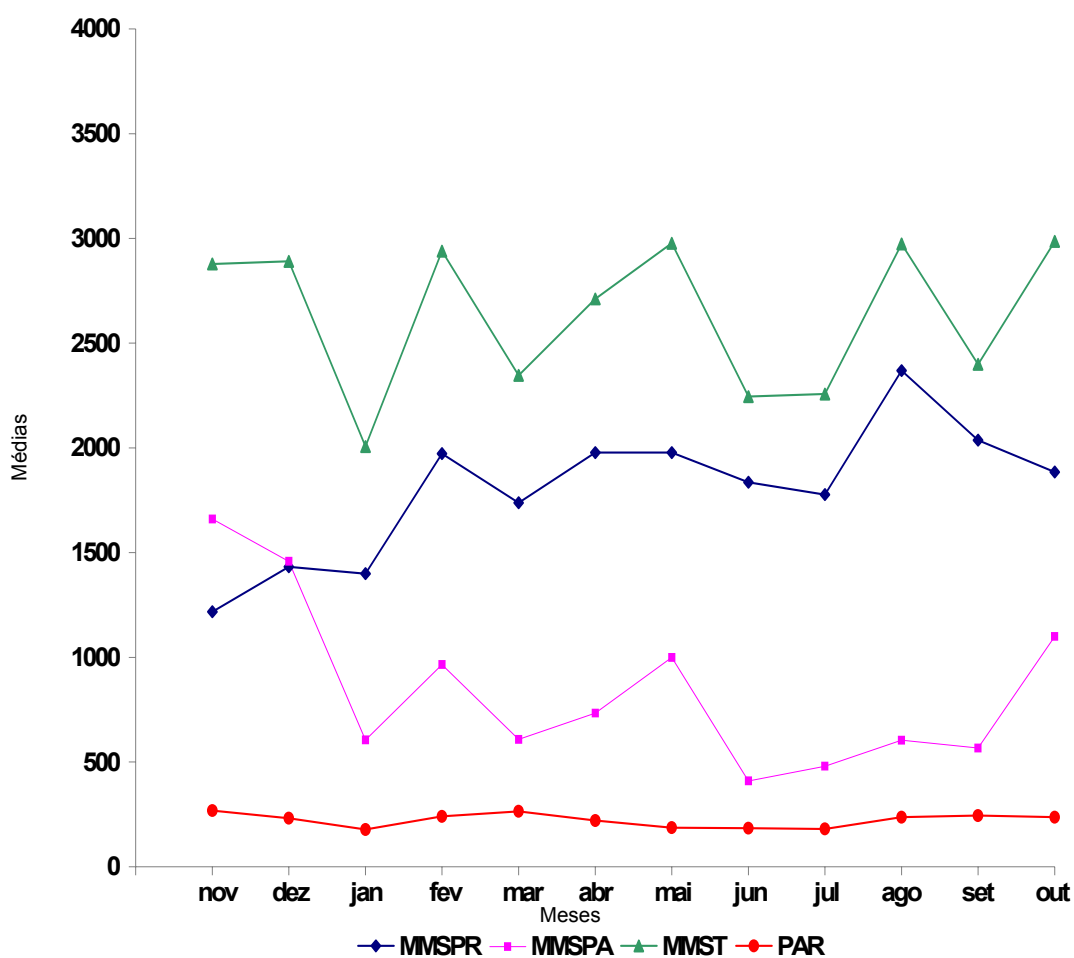
**Figura 28.** Radiação acumulada (PAR:  $\text{MJ.m}^{-2}.\text{mês}^{-1}$ ) e médias da massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA:  $\text{g.dm}^{-2}$ ), da parte radicular (MMSPR:  $\text{g.dm}^{-2}$ ) e massa de matéria seca total (MMST:  $\text{g.dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (10 L) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.



**Figura 29.** Radiação acumulada (PAR: MJ.m<sup>-2</sup>.mês<sup>-1</sup>) e médias da massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA: g.dm<sup>-2</sup>), da parte radicular (MMSPR: g.dm<sup>-2</sup>) e massa de matéria seca total (MMST: g.dm<sup>-2</sup>) para a grama-esmeralda (50 O) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.



**Figura 30.** Radiação acumulada (PAR: MJ.m<sup>-2</sup>.mês<sup>-1</sup>) e médias da massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA: g.dm<sup>-2</sup>), da parte radicular (MMSPR: g.dm<sup>-2</sup>) e massa de matéria seca total (MMST: g.dm<sup>-2</sup>) para a grama-esmeralda (30 O) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.



**Figura 31.** Radiação acumulada (PAR:  $\text{MJ.m}^{-2}.\text{mês}^{-1}$ ) e médias da massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA:  $\text{g.dm}^{-2}$ ), da parte radicular (MMSPR:  $\text{g.dm}^{-2}$ ) e massa de matéria seca total (MMST:  $\text{g.dm}^{-2}$ ) para a grama-esmeralda (10 O) ao longo do período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

Por meio das Tabelas 10 a 15, verificou-se que não houve correlação entre as MMSPA, MMSPR e MMST, respectivamente, e a radiação PAR para as superfícies e para o período estudado.

**Tabela 10.** Coeficiente de correlação em função dos dados de massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA:  $\text{g.dm}^{-2}$ ) e radiação (PAR:  $\text{MJ.m}^{-2}.\text{mês}^{-1}$ ) para cada superfície avaliada durante o período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

| Superfícies | r        | t                    | p      |
|-------------|----------|----------------------|--------|
| 50 N        | - 0,2577 | 0,2174 <sup>NS</sup> | 0,8323 |
| 30 N        | - 0,2210 | 0,1584 <sup>NS</sup> | 0,8773 |
| 10 N        | 0,2104   | 0,1432 <sup>NS</sup> | 0,8890 |
| H           | 0,6664   | 1,8836 <sup>NS</sup> | 0,0890 |
| 50 S        | 0,6555   | 1,7995 <sup>NS</sup> | 0,1021 |
| 30 S        | 0,4666   | 0,7786 <sup>NS</sup> | 0,4543 |
| 10 S        | 0,5957   | 1,3971 <sup>NS</sup> | 0,1926 |
| 50 L        | 0,3093   | 0,3181 <sup>NS</sup> | 0,7569 |
| 30 L        | 0,4546   | 0,7337 <sup>NS</sup> | 0,4800 |
| 10 L        | 0,3131   | 0,3265 <sup>NS</sup> | 0,7508 |
| 50 O        | 0,4327   | 0,6567 <sup>NS</sup> | 0,5262 |
| 30 O        | 0,4327   | 0,6567 <sup>NS</sup> | 0,5262 |
| 10 O        | 0,2601   | 0,2216 <sup>NS</sup> | 0,8291 |

**Tabela 11.** Coeficiente de correlação em função dos dados de massa de matéria seca da parte aérea ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) e radiação (PAR:  $\text{MJ.m}^{-2}.\text{mês}^{-1}$ ) para cada mês avaliado durante o período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

| Meses     | r        | t                    | p      |
|-----------|----------|----------------------|--------|
| Novembro  | 0,2872   | 0,9472 <sup>NS</sup> | 0,3639 |
| Dezembro  | 0,1849   | 0,1153 <sup>NS</sup> | 0,9103 |
| Janeiro   | - 0,0606 | 0,0122 <sup>NS</sup> | 0,9905 |
| Fevereiro | 0,5221   | 1,0600 <sup>NS</sup> | 0,3119 |
| Março     | 0,0588   | 0,0115 <sup>NS</sup> | 0,9910 |
| Abril     | 0,3940   | 0,5600 <sup>NS</sup> | 0,5867 |
| Mai       | - 0,0497 | 0,0082 <sup>NS</sup> | 0,9936 |
| Junho     | 0,0701   | 0,0178 <sup>NS</sup> | 0,9862 |
| Julho     | 0,0645   | 0,0138 <sup>NS</sup> | 0,9892 |
| Agosto    | 0,5825   | 1,3847 <sup>NS</sup> | 0,1936 |
| Setembro  | 0,0126   | 0,0005 <sup>NS</sup> | 0,9996 |
| Outubro   | 0,3165   | 0,3503 <sup>NS</sup> | 0,7327 |



**Tabela 12.** Coeficiente de correlação em função dos dados de massa de matéria seca da parte radicular ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) e radiação (PAR:  $\text{MJ.m}^{-2}.\text{mês}^{-1}$ ) para cada superfície avaliada durante o período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

| Superfícies | r       | t                    | p      |
|-------------|---------|----------------------|--------|
| 50 N        | 0,4042  | 0,5649 <sup>NS</sup> | 0,5846 |
| 30 N        | 0,3715  | 0,4702 <sup>NS</sup> | 0,6483 |
| 10 N        | 0,1407  | 0,0633 <sup>NS</sup> | 0,9508 |
| H           | -0,0612 | 0,0118 <sup>NS</sup> | 0,9908 |
| 50 S        | -0,3239 | 0,3507 <sup>NS</sup> | 0,7331 |
| 30 S        | -0,3834 | 0,5032 <sup>NS</sup> | 0,6257 |
| 10 S        | -0,1539 | 0,0758 <sup>NS</sup> | 0,9411 |
| 50 L        | 0,1222  | 0,0476 <sup>NS</sup> | 0,9630 |
| 30 L        | -0,1687 | 0,0913 <sup>NS</sup> | 0,9290 |
| 10 L        | 0,2638  | 0,2282 <sup>NS</sup> | 0,8241 |
| 50 O        | -0,1864 | 0,1118 <sup>NS</sup> | 0,9132 |
| 30 O        | 0,1011  | 0,0325 <sup>NS</sup> | 0,9747 |
| 10 O        | -0,0606 | 0,0116 <sup>NS</sup> | 0,9909 |

**Tabela 13.** Coeficiente de correlação em função dos dados de massa de matéria seca da parte radicular ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) e radiação (PAR:  $\text{MJ.m}^{-2}.\text{mês}^{-1}$ ) para cada mês avaliado durante o período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

| Meses     | r       | t                    | p      |
|-----------|---------|----------------------|--------|
| Novembro  | -0,1405 | 0,2194 <sup>NS</sup> | 0,8304 |
| Dezembro  | -0,1202 | 0,0483 <sup>NS</sup> | 0,9623 |
| Janeiro   | -0,1132 | 0,0428 <sup>NS</sup> | 0,9666 |
| Fevereiro | -0,0343 | 0,0039 <sup>NS</sup> | 0,9970 |
| Março     | -0,1670 | 0,0938 <sup>NS</sup> | 0,9270 |
| Abril     | 0,0849  | 0,0240 <sup>NS</sup> | 0,9813 |
| Mai       | 0,1765  | 0,1050 <sup>NS</sup> | 0,9183 |
| Junho     | -0,1529 | 0,0779 <sup>NS</sup> | 0,9393 |
| Julho     | -0,4077 | 0,6038 <sup>NS</sup> | 0,5582 |
| Agosto    | 0,2915  | 0,2947 <sup>NS</sup> | 0,7737 |
| Setembro  | 0,0287  | 0,0027 <sup>NS</sup> | 0,9979 |
| Outubro   | 0,1713  | 0,0988 <sup>NS</sup> | 0,9231 |

**Tabela 14.** Coeficiente de correlação em função dos dados de massa de matéria seca total ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) e radiação (PAR:  $\text{MJ.m}^{-2}.\text{mês}^{-1}$ ) para cada superfície avaliada durante o período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

| Superfícies | r       | t                    | p      |
|-------------|---------|----------------------|--------|
| 50 N        | -0,0616 | 0,0120 <sup>NS</sup> | 0,9907 |
| 30 N        | 0,0460  | 0,0067 <sup>NS</sup> | 0,9948 |
| 10 N        | 0,1483  | 0,0703 <sup>NS</sup> | 0,9453 |
| H           | 0,5047  | 0,9331 <sup>NS</sup> | 0,3727 |
| 50 S        | 0,6217  | 1,5602 <sup>NS</sup> | 0,1498 |
| 30 S        | 0,3811  | 0,4967 <sup>NS</sup> | 0,6302 |
| 10 S        | 0,6118  | 1,4965 <sup>NS</sup> | 0,1654 |
| 50 L        | 0,5395  | 1,0933 <sup>NS</sup> | 0,2999 |
| 30 L        | 0,3183  | 0,3380 <sup>NS</sup> | 0,7423 |
| 10 L        | 0,2872  | 0,2724 <sup>NS</sup> | 0,7909 |
| 50 O        | 0,0902  | 0,0259 <sup>NS</sup> | 0,9799 |
| 30 O        | 0,6217  | 1,5608 <sup>NS</sup> | 0,1496 |
| 10 O        | 0,4514  | 0,7220 <sup>NS</sup> | 0,4868 |

**Tabela 15.** Coeficiente de correlação em função dos dados de massa de matéria seca total ( $\text{g.dm}^{-2}$ ) e radiação (PAR:  $\text{MJ.m}^{-2}.\text{mês}^{-1}$ ) para cada mês avaliado durante o período de novembro/2006 a outubro/2007. Jaboticabal-SP, 2008.

| Meses     | r       | t                    | p      |
|-----------|---------|----------------------|--------|
| Novembro  | 0,3639  | 1,5640 <sup>NS</sup> | 0,1461 |
| Dezembro  | -0,2576 | 0,2277 <sup>NS</sup> | 0,8241 |
| Janeiro   | -0,0133 | 0,0006 <sup>NS</sup> | 0,9995 |
| Fevereiro | 0,0845  | 0,0237 <sup>NS</sup> | 0,9815 |
| Março     | -0,0920 | 0,0282 <sup>NS</sup> | 0,9780 |
| Abril     | 0,2259  | 0,1737 <sup>NS</sup> | 0,8652 |
| Maio      | 0,0231  | 0,0018 <sup>NS</sup> | 0,9986 |
| Junho     | -0,1112 | 0,0421 <sup>NS</sup> | 0,9672 |
| Julho     | -0,2840 | 0,2790 <sup>NS</sup> | 0,7854 |
| Agosto    | 0,4544  | 0,7687 <sup>NS</sup> | 0,4583 |
| Setembro  | -0,1136 | 0,0431 <sup>NS</sup> | 0,9664 |
| Outubro   | 0,2842  | 0,2794 <sup>NS</sup> | 0,7851 |

#### **IV. CONCLUSÕES**

As declividades foram menos efetivas em alterar a massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA) do que as exposições, sendo maiores para o norte do que para o sul.

A superfície recomendada para o cultivo da grama-esmeralda é a exposição 10 L e norteia os gramicultores quanto à produção de gramas em superfícies inclinadas.

A massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA), da parte radicular (MMSPR) e a total (MMST) da grama-esmeralda não se correlacionam de maneira direta com a radiação PAR, com objetivo de se quantificar a fotossíntese, pois outros fatores edafoclimáticos estão envolvidos nessa quantificação e não foram mensurados.

Não existe correlação entre a MMSPA, MMSPR e a radiação PAR para as diferentes superfícies avaliadas e para o período estudado, assim como não há correlação da MMST com as mesmas.

## V. REFERÊNCIAS

AGATA, W.; KAWAMITSU, Y.; HAKOIAMA, S. Characteristics of photosynthesis, transpiration and water use efficiency of C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub> grasses leaves. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15., Kioto, 1985. **Proceedings...** Kioto: Kyushu University, 1985. p. 347-349.

AGUILERA, D. B.; FERREIRA, F.; CECON, P. R. Crescimento de *Siegesbeckia orientalis* sob diferentes condições de luminosidade. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n.1, p. 43-51, 2004.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

ALMEIDA, L. P.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; ZANELA, S. M.; VIEIRA, C. V. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez., submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.1, p. 83-88, 2004.

ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C.; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.3, p. 263-270, 2004.

ANDRIOLI, I.; CENTURION, J. F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 27.; 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. 1 CD-ROM.

ANGELIS NETO, G.; ANGELIS, B. L. D. Plantas ornamentais do paisagismo a outras aplicações. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.5, n. 1, p. 12-19, 1999.

ARIGONI, L. Problemas comuns em gramados de áreas residenciais e industriais. In: II SIGRA – SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS – MANEJO DE GRAMAS NA PRODUÇÃO E EM GRAMADOS FORMADOS, 2., 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2004. p. 218-232.

ARRUDA, R. L. B. de; HENRIQUES, E. **Gramados**. São Paulo: Europa, 1995. 63 p.

ASSUNÇÃO, H. F. **Modelo paramétrico para estimativa da radiação solar ultravioleta**. 2003. 147 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

BARBOSA, J. G.; BARBOSA, L. S.; LOPES, L. C.; GROSSI, J. A. S. Plantio de gramados de *Paspalum notatum* Flüggé “batatais”: tipos de mudas e doses de fertilizantes. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 3, n. 2, p. 50-54, 1997.

BENINCASA, M. **Efeitos de rampas com diferentes declividades e exposições Norte e Sul de uma bacia hidrográfica sobre o microclima e produtividade biológica do *Sorghum bicolor* (L.) Moench**. Jaboticabal, 1976. 103 f. Tese (Livre- Docência) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1976.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: Funep, 1988. 42 p.

BRUNEL, J. P. Estimation of sensible heat flux from measurements of surface radiative temperature and air temperature at two meters: A application to determine actual evaporation rate. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 46, n. 3, p. 179-191, 1989.

CARVALHO, P. A. S.; FREITAS, C. G. L.; WOLLE, C. M.; GAMA JUNIOR, G. F. C.; BARROS, J. M. C.; CUNHA, M. A. C.; GALVES, M. L.; PINTO, C. de S.; ORLANDI, C.; CAMARGO, J. C. C.; OKAWA, M.; PRIETO, V. **Manual de geotecnia: taludes de rodovias; orientação para diagnóstico e soluções de seus problemas**. São Paulo: Ipt, 1991. 388 p.

CHANG, J. H. **Climate and agriculture: an ecological survey**. Chicago: Aldine Publishing Company, 1968. p. 87-99.

COAN, R. M. **Efeito do sombreamento no desenvolvimento de grama-santo-agostinho [*Stenotaphrum secundatum* (Walter) Kuntze] e grama-esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.)**. 2005. 35 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2005.

COAN, R. M. **Gramados ornamentais e esportivos**: Jaboticabal, FCAV/UNESP. Palestra proferida aos alunos do curso de graduação em Agronomia. 2007.

COAN, R. M. C.; PIVETTA, K. F. L.; TURCO, J. E. P.; MATHEUS, C. de M. D'A. Desenvolvimento da grama-esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.) em Bacia Hidrográfica Experimental. In: SIGRA - SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 4., 2008, Botucatu. **Anais...** p. 133-137.

COOPER, J. P. Potential production and energy conversion in temperate and tropical grasses. **Herbage Abstracts**, Farnham Royal, v. 40, n. 1, p. 1-15, 1970.

COSTA, L. C.; MORISON, J. I. L.; DENNET, M. D. Carbon balance of growing faba bean and its effect on crop growth: experimental and modeling approaches. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 11-17, 1996.

DAMIÃO FILHO, C. F. **Comportamento da cultura da cebola (*Allium cepa* L.) sob diferentes níveis de radiação solar**. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1982.

DEON, P. R. C. Lucratividade na gramicultura: uma visão através da gestão de custos. In: SIGRA – Simpósio Sobre Gramados, 4., 2008, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2008. p.108 -121.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO: **Estradas vicinais e de terra**. São Paulo: Editora do IPT, 1991.

ENGEL, V. L. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia.** 1989. 202 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.3, n.1, p.39-35, 1991.

Estação meteorológica da UNESP. Disponível em: [http://www.exatas.fcav.unesp.br/estacao/est\\_tab\\_meteor\\_01\\_02.htm](http://www.exatas.fcav.unesp.br/estacao/est_tab_meteor_01_02.htm). Acesso em: 15 maio 2008.

ESTRADA, C. L. H. **Efeito do número e tamanho do quadrado nas estimativas da composição botânica e produção de matéria seca de pastagem cultivada e estimada pelo Botanal.** 57 f. (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1990.

EVANS, D. W.; PEADEN, R. N. Seasonal forage growth rate and solar energy conversion of irrigated vernal alfafa. **Crop Science**, Madison v. 24, n. 5, p. 981-984, 1984.

FALCÃO NEVES, P.; REIS E SOUZA, M.; OLIVEIRA, J. Influence of the vegetation cover on the resistance to debris-flows in slopes. Disponível em: <http://cegeo.ist.itl.pt/html/investigacao/cegeo2r.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2008.



FAO. Food and Agriculture Organization. **Watershed management field manual: road design and construction in sensitive watersheds**. Roma, 1989. 218 p.

FELFILI, J. M.; HILGBERT, L. F.; FRANCO, A. C.; SILVA, J. C. S.; RESENDE, A. V.; NOGUEIRA, M. V. P. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. Var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 297-301, 1999. Suplemento.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; BARBOSA, J. G.; MIRANDA, G. V. Efeitos do trinexapac-ethyl sobre o crescimento e florescimento da grama-batatais. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 3, p. 447-486, 2002.

GALLO, K. P.; DAUGHTRY, C. S. T.; WIEEGAND, C. L. Errors in measuring absorbed and computing crop radiation use efficiency. **Agronomy Journal**, Madison, v. 85, n.6, p.1222-1228, 1993.

GEROLINETO, E. Estimativa da radiação fotossinteticamente ativa no município de Jaboticabal – SP. 2005. 47 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

GODOY, L. J. G. **Adubação nitrogenada para produção de tapetes de grama-santo-agostinho e esmeralda**. 2005. 106 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2005.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L.; BULL, L. T. O gramado encobre segredos. **AGRIANUAL**: anuário estatístico da agricultura brasileira, São Paulo: p. 310-313, 2006.

GRACE III, J. M.; WILHOIT, J.; RUMMER, R.; STOKES, B. Surface erosion control techniques on newly constructed forest roads. In: ASAE ANNUAL INTERNATIONAL MEETING, 1996, Phoenix. **Proceedings...** p. 1-14.

GREY, D. C. Principles and elements of monitoring in mountain catchment areas: soils and erosion. **South African Forestry Journal**, n.144, p.47-51, 1988.

GURGEL, R. G. A. Principais espécies e variedades de grama. In: SIGRA – Simpósio Sobre Gramados – Produção, Implantação e Manutenção”, 1., 2003, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2003. 1. CD-ROM.

HENRIQUES, E. S. Perspectivas e novas variedades de grama-esmeralda *Imperial*, *Tifton 419* (ITG-6), *Seashore Paspalum* e São Carlos. In: II SIGRA – Simpósio Sobre Gramados – “Atualidades & Perspectivas”, 2., 2006, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2006. CD-ROM.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário 1995-96: tabulação especial. Rio de Janeiro, IBGE, 2002. 1 CD-ROM.

ITIER, B. Une méthode simple pour la mesure de l'évapotranspiration réelle à l'échelle de la parcelle. Paris, **Agronomie: sciences des productions vegetales et del'environnement**, v.1, n. 10, p. 869-876, 1981.

KEPHART, K. D.; BUXTON, D. R.; TAYLOR, S. E. Growth of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> perennial grasses under reduced irradiance. **Crop Science**, Madison v. 32, n. 4, p.1.033-1.038, 1992 .

KIDD, W. J.; MEGAHAN, W. F. **Effect of logging roads on sediment production rates in the Idaho batholith**. USDA Washington: Forest Service.1972. p.1-14, n.123, p.1-14. (International Research Paper, 123),1972.

KINIRY, J. R.; JONES, C. A.; O'TOOLE, J. C.; BLANCHET, R.; CABELGUENNE, M.; SPANEL, D. A. Radiation-use efficiency in biomass accumulation prior to grain-filling for five grain crop species. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 20, n. 1, p. 51-64, 1989.

KIYUNA, I.; FRANCISCO, V. L. F. dos S.; COELHO, P. J.; CASER, D. V.; ASSUMPÇÃO, R.; ÂNGELO, J. A. Floricultura brasileira no início do século XXI: o perfil do produtor. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 14-32, 2004.

KONDRATYEV, K. Y.; MANOLOVA, M. P. The radiation balance of slopes. **Solar Energy**, Kidlington, v. 4, n. 1, p. 14-19, 1960.

KONDRATYEV, K.Y. **Radiation regime of inclined surfaces**. Genebra, Suécia, World Meteorological Organization, 1977. 82p. (Technical note, n.152).

LATANZE, R. J. **Estudos ecológicos do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) – efeitos das exposições norte e sul**. 1973. 109 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1973.

LEITE, F. P. **Crescimento, relações hídricas, nutricionais e lumínicas em povoamento de *Eucalyptus grandis* em diferentes densidades populacionais.** 1996. 90 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas): Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

LINDE, D. T.; WATCHKE, T. L.; JARRET, A. R. Surface runoff comparison between creeping bentgrass and perennial ryegrass turf. **Journal of Turfgrass Management**, v. 2, n. 1, p. 11-13, 1998.

LOPES, L. R. **Efeitos da topografia sobre a variação da radiação solar incidente, temperatura do solo e produção de *Cynodon dactylon* (L.) Pers cv. Coastcross I.** 1986. 103 f. Tese (Livre-Docência) -Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1986.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas.** 3. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2000. 309 p.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas Ornamentais do Brasil, arbustivas, herbáceas e trepadeiras.** 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2001. 1088 p.

LUDLOW, M. M. Photosynthesis and dry matter production in C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> pasture plants with special emphasis on tropical C<sub>3</sub> legumes and C<sub>4</sub> grasses. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v. 12, n. 6, p. 557-572, 1985.

MACHADO, C. C.; SOUZA, A. P. Impacto ambiental das estradas florestais no ecossistema: causas e controle. Viçosa: SIF, 1990. P. 1-12. (Boletim Técnico,1).

MACIEL, C. D. G., SOUZA, J. I.; HAMA, J. T.; AZEVEDO, D. P. Levantamento florístico de plantas daninhas de jardins residenciais. In: SIGRA – SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 4., 2008, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2008, p.175-179.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1990. 674 p.

MARSHALL, C. Physiological aspects of pasture growth. In: SNAYDON, R. W. (Ed.). **Managed grasslands: analytical studies ecosystems of the world**. V. 17-B. Amsterdam: Elsevier Science. p. 29-46, 1987.

MEGAHAN, W. F. Reducing erosional impacts of roads. In: FAO. Food and Agriculture Organization. **Conservation guide: guidelines for watershed management**. Roma:FAO, 1977. cap.14, p. 237-261.

MENEZES, L. A. S.; GOMES, R. L.; MINERVINO NETTO, A. **Identificação das principais espécies da cobertura vegetal envolvida na contenção de taludes rodoviários no trecho da BA\_001 compreendido entre Itacaré e Serra Grande**. Disponível em: <<http://www.seminarioicuesc.com.br/sistema/resumos/2007187.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2008.

MONTEITH, J. L. Climate and the efficiency of crop production in Britain. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, London, v. 281, p. 277-294, 1977.

NABINGER, C. Aspectos ecofisiológicos do manejo de pastagens e utilização de modelos como ferramenta e diagnóstico e identificação de necessidades de pesquisa. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO REGIONAL DO CONE SUL (ZONA CAMPOS) EM MELHORAMENTOS E UTILIZAÇÃO DE RECURSOS FORRAGEIROS DAS ÁREAS TROPICAL E SUBTROPICAL, 1996, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. p. 17 - 62.

NOBEL, P. S. **Physicochemical and environmental plant physiology**. London: Academic Press, 1999. 474 p.

ORTOLANI, A. F.; BENINCASA, M.; LOPES, L. R.; LATANZE, R. J. Bacia Hidrográfica: I – um equipamento para estudo das relações solo-planta-clima. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 16., Jundiaí, 1987. **Anais...**, p. 646.

PAVANI, L. C. **Efeitos da exposição Norte-Sul e Leste-Oeste das linhas de plantas, das exposições Norte e Sul e da declividade da superfície, sobre o balanço de radiação e o consumo de água da cultura de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)**. 1993. 174 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1993.

PEDREIRA, C. G. S. **Plant and animal responses on grazed pastures of “Florakirk” and “Tifton 85” Bermudagrass**. 1995. 153 f. Dissertation – ( Doctor of Philosophy) - University of Florida, Florida, 1995.

PIMENTA, C. H. Produção de gramas. In: SIGRA: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS.,1., 2003, Botucatu. **Anais...**Botucatu: UNESP, 2003.

PLANTAS e flores. São Paulo: Abril Cultural, 1977. v. 2, p. 314 p.

PYCRAFT, D. **Relvados**: cobertura do solo e controle das ervas daninhas. 2. ed. Lisboa: Publicações Euro-América, 1980. 246 p.

RADOMSKI, C.; MADANY, R.; NOZYNSKI, A. Effect of the stope microclimate on yield of cereals. **Agricultural Meteorolgy**, Amsterdam, v. 18, n. 3, p. 203-209, 1977.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. p. 237.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Editora Manole, 1990.188 p.

ROBICHAUD, P. R.; FOLTZ, R. B.; BURROUGHS JR, E. R. United States Forest Service research on sediment production from forest roads and timber harvest areas. In: WORLD FORESTRY CONGRESS, 10.,1991, Paris. **Proceedings...** v. 2, p. 187-193.

RUSSEL, G.; JARVIS, P. G.; MONTEITH, J. L. Absorption of radiation by canopies and stand growth. In: RUSSEL, G.; JARVIS, P. G.; MONTEITH, J. L. **Plant canopies**: their growth, form and function. Cambridge: Cambridge University,1989. p.21-39. (Society for Experimental Biology Seminar Series, 31).

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**. [s.l.], Wadsworth Pub., 1992. 682p.

SANTIAGO, A. V. **Evapotranspiração de referência medida por lisímetros de pesagem e estimada por Penman-Monteith (FAO 56), nas escalas mensal e decenal**. 2001. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SCOLAR, J. **Estimativa da irradiação total sobre uma superfície inclinada a partir da irradiação global na horizontal**. 2003. 93 f. Tese (Doutorado em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

SILVA, D. F.; OLIVEIRA, R. A.; COSTA, L. C.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R. Influência de lâminas de irrigação na produção de matéria seca da grama-esmeralda. *Engenharia na agricultura*, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 7-14, 2007.

SILVA, J. P. S. Recuperação ambiental de rodovias no centro-oeste brasileiro. **Revista Espaço da Sophia**, Tomazina, v. 11, n. 12, março/2008. Disponível em: <<http://www.espacodasophia.com.br>>. Acesso em: 10 abr. 2008.

SIVAKUMAR, M. V. K.; VIRMANI, S. M. Crop productivity in relation to interception of photosynthetically active radiation. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 31, n. 1, p. 131-141, 1984.



SMITH, M.; ALLEN, R.; MONTEITH, J. L.; PERRIER, A.; PEREIRA, L. S.; SEGEREN, A. **Expert consultation on revision of FAO methodologies for crop water requirements**. Rome:FAO, 1990. 59p.

SOUZA, C. R.; SEIXAS, F. Avaliação de diferentes coberturas do solo no controle da erosão em taludes de estradas florestais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 60, p. 45-51, 2001.

THROSSEL, C. **Weed control in turf: herbicide action**. Indiana: Purdue University. West Lafayette, 2000, p. 758-778.

TURCO, J. E. P. **Modelo de crescimento da planta de soja para terrenos com diferentes exposições e declividades**. 1997. 130 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.

TURFGRASS PRODUCERS INTERNATIONAL. Disponível em: <<http://turfgrassod.org/tr/index.html>. Acesso em: 10 jun. 2002.

TURGEON, A. J. **Turfgrass management**. Virginia Reston: Reston Publishing Company, 1980. p.68-69.

TURGEON, A. J. **Turfgrass management**. 4th. ed., New York: Prentice Hall, New Jersey, USA, 1996. p. 1 - 3.

UNRUH, J. B. Biologia de gramas de estação quente. In: SIGRA – SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 2., 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2004. p. 21-40.

VARLET-GRANCHER, C.; GOSSE, G.; CHARTIER, M.; SINOQUET, H.; BONHOMME, R.; ALLIRAND, J.M. Mise au point: rayonnement solaire absorbé ou intercepté par un couvert vegetal. **Agronomie**, Paris, v. 9, p. 419-439, 1989.

VIENELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1991. p.133-200.

VILLAS BOAS, R. L.; GODOY, L. J. G. Produção de grama no Brasil e as pesquisas sobre nutrição e adubação de gramados na Faculdade de Ciências Agrônomicas. **Jornal FCA**. Disponível em: <http://www.fca.unesp.br>. Acesso em: 31 maio 2007.

VITAL, A. R. T. **Efeito do corte raso no balanço hídrico e na ciclagem de nutrientes em uma microbacia reflorestada com eucalipto**. Piracicaba, 1996. 106 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais e Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

WASSINK, E. C. Light energy conversion in photosynthesis and growth of plant. In: COPENHAGEN SYMPOSIUM, 1968, Copenhagen. **Proceedings...**p. 53 - 66.

ZANON, M. E. O Mercado de gramas no Brasil, cadeia produtiva, situação atual e perspectivas. In: SIGRA – SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1., 2003, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 2003.