

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA-UNESP**  
**CAMPUS DE JABOTICABAL**

**PREVISÃO DE MASSA SECA DE *Brachiaria brizantha* E  
GANHO DE PESO POR BOVINOS**

**Clayson Correia de Sousa**  
Engenheiro Agrônomo

**2018**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA-UNESP**  
**CAMPUS DE JABOTICABAL**

**PREVISÃO DE MASSA SECA DE *Brachiaria brizantha* E  
GANHO DE PESO POR BOVINOS**

**Clayson Correia de Sousa**

**Orientador: Professor Doutor Glauco de Souza Rolim**

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

**2018**

S725m Sousa, Clayson Correia  
Previsão de massa seca de *Brachiaria brizantha* e ganho de peso por bovinos / Clayson Correia de Sousa. – Jaboticabal, 2018

xix, 105 p.: il.; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018

Orientador: Glauco de Souza Rolim.

Banca examinadora:

Bibliografia

1. Pastagem. 2. Gado. 3. Regressão. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 633.2:636.2

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Campus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



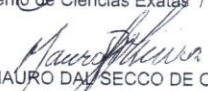
## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

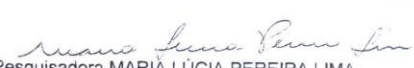
TÍTULO DA TESE: PREVISÃO DE MASSA SECA DE *Brachiaria brizantha* E GANHO DE PESO POR BOVINOS

AUTOR: CLAYSON CORREIA DE SOUSA  
ORIENTADOR: GLAUCO DE SOUZA ROLIM

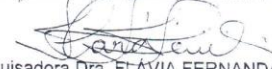
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. GLAUCO DE SOUZA ROLIM  
Departamento de Ciências Exatas / FCAV / UNESP - Jaboticabal

  
Prof. Dr. MAURO DAL SECCO DE OLIVEIRA  
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

  
Pesquisadora MARIA LÚCIA PEREIRA LIMA  
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios / APTA - Sertãozinho/SP

  
Prof. Dr. ROGÉRIO TEIXEIRA DE FARIA  
Departamento de Engenharia Rural / FCAV / UNESP - Jaboticabal

  
Pesquisadora Dra. FLÁVIA FERNANDA SIMILI  
Estação Experimental de Sertãozinho / IZ - Sertãozinho/SP

Jaboticabal, 04 de maio de 2018

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

Clayson Correia de Sousa é nascido em Santo André, SP e radicado em Franca, interior do mesmo Estado. Obteve o título de Engenheiro Agrônomo em março de 2005, pela UNESP, Campus de Jaboticabal.

Filho e neto de pecuaristas ele convive com a bovinocultura desde a infância e desenvolveu durante a graduação sua monografia sobre nutrição e custos de criação de bezerros. Obteve o mestrado em março de 2008 com título da dissertação “Análise de orçamento parcial de dietas com o farelo e a torta de girassol na alimentação de vacas leiteiras.”.

Antes do curso de doutorado, trabalhou em fazenda leiteira e fábricas de ração exercendo atividade de formulação e ainda lecionou disciplinas de agronegócio no curso de graduação tecnológico do Centro Paula Souza em Mococa, SP e de ensino médio profissionalizante em Igarapava, SP, período o qual tem estudado e publicado artigos em periódicos sobre modelagem das exigências nutricionais de vacas leiteiras.

Agora com esta tese conclui o doutorado em agronomia (Produção Vegetal) sobre modelagem da massa seca de forragem e ganho de peso por bovinos.

קח־מוֹסְרֵי וְאַל־תִּקְסֹף וְיָדַעַת מִחֲרוֹץ נִבְחָר:  
 כִּי־טוֹבָה חֲכָמָה מִפְּנִינִים וְכָל־הַפְּצִים לֹא יִשׁוּבָהּ  
 משלי שלמה 8: 10-11

(Tradução)

Toma a minha instrução, não é dinheiro; mas o conhecimento certamente é preferível. Pois a sabedoria é melhor do que os rubis e, tudo o que se pode desejar não pode ser comparado a ela. Provérbios de Salomão 8:10, 11.

הַשָּׁמַיִם מְסַפְּרִים כְּבוֹד־אֱלֹהִים וּמַעֲשֵׂה יְדֵי מַגִּיד הַרְקִיעַ  
 יוֹם לְיוֹם יִבְיַע אָמַר וְלַיְלָה לְלַיְלָה יַחְוֶה־דַּעַת:  
 אִין־אָמַר וְאִין דְּבָרִים בְּלִי נִשְׁמָע קוֹלָם:  
 מִזְמוֹר לְדָוִד:  
 תהלים 19 : 2-4

(Tradução)

Os céus declaram a glória de Deus; e o firmamento anuncia as obras de suas mãos. Um dia clama por outro dia, e noite à noite a noite declara conhecimento. Não há linguagem nem palavras sem que a sua voz seja ouvida.

Salmo de Davi. Salmos: 19: 1-3.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Yahuvá, o Deus de meus pais, por mais esta etapa finalizada de minha vida, pois “ele guarda minha entrada e minha saída”. Bendito é o que vem em nome do Senhor.

Agradeço à Ana Paula minha esposa amorosa quem tolera este ogro e enfrenta comigo todas minhas dificuldades com amor e paciência.

Agradeço ao meu orientador Glauco pela paciência e autonomia que tem me dado para cumprir com minhas obrigações sem muita pressão, tem sido um grande amigo.

Agradeço aos amigos do nosso grupo de pesquisa, Reinaldo e Thaynara, parceiros de disciplinas; ajudaram-me e ensinaram muito.

Agradeço aos professores Ricardo Reis, Rogério Faria e Mauro dal Secco pelas correções que contribuíram para melhoria desta tese.

Agradeço ao Rouverson, professor coordenador do Programa de Produção Vegetal deste *campus* que também tem me ajudado muito e sido um grande amigo.

Agradeço aos professores das bancas de qualificação e defesa pelas críticas valiosas para melhoria desta tese.

Agradeço à UNESP de Jaboticabal por estes 10 anos dentro dela e que deu toda minha formação e todos professores e funcionários que também contribuíram cada um a seu modo. Que Deus abençoe a todos.

## SUMÁRIO

PREVISÃO DE MASSA SECA DE <i>Brachiaria brizantha</i> E GANHO DE PESO POR BOVINOS.....	1
RESUMO.....	1
<i>Brachiaria brizantha</i> DRY MASS FORECAST AND DAILY BODY WEIGHT GAIN FOR BOVINES.....	2
ABSTRACT.....	2
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	3
<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	5
INTERAÇÃO DE FATORES DETERMINANDO A MASSA SECA DE FORRAGEM E O DESEMPENHO DE BOVINOS.....	5
TÉCNICAS DE META-ANÁLISE E MODELAGEM ESTATÍSTICA .....	10
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	14
DADOS DE PRODUTIVIDADE E EDAFOCLIMÁTICOS AGREGADOS DE EXPERIMENTOS IRRIGADOS NÃO IRRIGADOS NA REGIÃO CENTRO-SUL DO BRASIL .....	14
DADOS DE PRODUTIVIDADE, MANEJO DE PASTAGEM E EDAFOCLIMÁTICOS DE EXPERIMENTOS DE NÃO IRRIGADOS DA UNESP JABOTICABAL .....	16
<b>MÉTODOS ESTATÍSTICOS E COMBINAÇÃO DE VARIÁVEIS PARA OS MODELOS DE REGRESSÃO</b> .....	18
METADADOS AGREGADOS DE PASTAGEM IRRIGADA NÃO IRRIGADOS.....	18
METADADOS OBTIDOS DE EXPERIMENTOS EM EXPERIMENTOS NÃO IRRIGADOS DA UNESP EM JABOTICABAL.....	20
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	22
<b>MASSA SECA TOTAL DE PASTO DE <i>Brachiaria brizantha</i></b> .....	22
METADADOS AGREGADOS DE PASTAGEM IRRIGADA E NÃO IRRIGADOS DA REGIÃO CENTRO-SUL.....	22
METADADOS DE NÃO IRRIGADOS DA UNESP DE JABOTICABAL.....	28
<b>MASSA SECA TOTAL DE PASTO DE <i>Brachiaria brizantha</i></b> .....	28
METADADOS DE NÃO IRRIGADOS DA UNESP DE JABOTICABAL.....	33
<b>MASSA SECA DE FOLHAS <i>Brachiaria brizantha</i></b> .....	33
METADADOS DE NÃO IRRIGADOS DA UNESP DE JABOTICABAL.....	37
<b>GANHO MÉDIO DIÁRIO DE PESO (GMD) POR BOVINOS SOBRE <i>Brachiaria brizantha</i></b> .....	37
CONCLUSÕES .....	41
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	42
IMPLICAÇÕES.....	48
<b>APÊNDICES</b> .....	48



APÊNDICE AI.....	50
APÊNDICE AII.....	51
APÊNDICE AIII.....	52
APÊNDICE AIV.....	53
APÊNDICE AV.....	54
APÊNDICE AVI.....	55
APÊNDICE AVII.....	56
APÊNDICE AVIII.....	57
APÊNDICE AIX.....	58
APÊNDICE AX.....	59
APÊNDICE AXI.....	60
APÊNDICE AXII.....	61
APÊNDICE AXIII.....	62
APÊNDICE AXIV.....	63
APÊNDICE AXV.....	64
APÊNDICE AXVI.....	65
APÊNDICE XVII.....	66
APÊNDICE AXVIII.....	67
APÊNDICE AXIX.....	68
APÊNDICE AXX.....	69
APÊNDICE AXXI.....	70
APÊNDICE AXXII.....	71
APÊNDICE AXXIII.....	72
APÊNDICE AXXIV.....	73
APÊNDICE AXXV.....	74
APÊNDICE AXXVI.....	75
APÊNDICE AXXVII.....	76
APÊNDICE AXXVIII.....	77
APÊNDICE AXXIX.....	78
APÊNDICE AXXX.....	79
APÊNDICE AXXXI.....	80
APÊNDICE AXXXII.....	81
APÊNDICE AXXXIII.....	82
APÊNDICE AXXXIV.....	83
APÊNDICE AXXXV.....	84
APÊNDICE AXXXVI.....	85

APÊNDICE B.....	86
APÊNDICE C .....	87

## LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Figura 1. <i>Brachiaria brizantha</i> cv Marandu (à esquerda) e <i>Brachiaria decumbens</i> cv Basilisk (à direita).....	6
Figura 2. Normal climatológica do município de Jaboticabal (à esquerda) e curva sazonal da produtividade de <i>B. brizantha</i> em Jaboticabal (à direita). ....	7
Figura 3. Alternativas de testes de distribuição de frequência para meta-análise. ....	12
Figura 4. Predição do consumo de massa seca por bovinos de corte em confinamento.....	13
Figura 5. Padrão médio de crescimento de <i>B. brizantha</i> na região centro-sul do Brasil entre 2000 e 2015.. ....	14
Figura 6. Massa seca média mensal obtidos na UNESP Jaboticabal em condições de não irrigados.....	16
Figura 7. Metadados de experimentos com <i>B. brizantha</i> em experimentos não irrigados.....	17
Figura 8. Metadados de experimentos com <i>B. brizantha</i> em experimentos não irrigados (continuação).....	17
Tabela 1. Coeficientes de correlação entre variável dependente (massa seca total (MSt) e variáveis independentes. ....	20
Tabela 2 Coeficientes de correlação entre variável dependente (massa seca de folhas (MSf) e variáveis independentes ....	21
Tabela 3. Top 6 modelos ajustados. Precisão (R <sup>2</sup> ), Tendência (EP reg) e Precisão (MAPE %). ....	22
Figura 9. Resumo gráfico dos dados residuais de regressão não transformados.....	24
Figura 10 Resumo gráfico dos dados residuais de regressão transformados.....	25
Figura 11. Número de possíveis modelos viáveis com 4, 3, 2 ou 1 variáveis independentes para a previsão de produtividade de <i>Brachiaria brizantha</i> .....	26
Figura 12. Valores MAPE testados e calibrados. ....	27
Figura .13. Classificação dos modelos de acordo com critérios de precisão. ....	27
Figura 14. Número de modelos total, número de modelos insignificantes, número de modelos significativos e número de modelos não colineares (viáveis). ....	29
Figura 15. Validação cruzada para um modelo com 8 variáveis independentes. ....	30
Figura 16. Precisão do modelo de previsão de massa seca de <i>B. brizantha</i> para Jaboticabal. ....	31
Figura 17. Acurácia do modelo de previsão da massa seca de <i>B. brizantha</i> . ....	32
Tabela 4. Estatísticas da análise de variância da regressão para massa seca de <i>B. brizantha</i> em Jaboticabal.....	31
Figura 18. Normalidade dos resíduos dos modelos para Previsão de Massa seca de Pasto de <i>B. brizantha</i> .....	32
Figura 19. Teste de normalidade sobre os resíduos (dados transformados) da MSf, histograma, <i>Box-plot</i> e intervalo de confiança.....	33

Tabela 5. Estatísticas da análise de variância da regressão para massa seca de Folhas de <i>B. brizantha</i> em Jaboticabal. ....	34
Figura 20. Precisão do modelo de previsão de massa seca de <i>B. brizantha</i> para Jaboticabal .....	35
Figura 21. Acurácia do modelo de previsão da massa seca de <i>B. brizantha</i> .....	35
Figura 22. Número total de combinações possíveis, número de modelos significativos, número de modelos viáveis, número de modelos inviáveis .....	36
Figura 24. Massa seca (MS) média total mensal e massa seca (MS) média de folhas de <i>B. brizantha</i> obtidos na UNESP Jaboticabal em condições de não irrigados.....	36
Tabela 6. Estatísticas da análise de variância da regressão para Ganho Médio Diário (GMD) de bovinos em <i>B. brizantha</i> na UNESP Jaboticabal.....	37
Tabela 7. Valores de GMD para bovinos em confinamento reportados na meta-análise de Azevedo <i>et al</i> (2010) .....	38
Figura 25. Precisão do modelo de previsão do ganho de peso de bovinos em <i>B. brizantha</i> para Jaboticabal.....	38
Figura 26. Acurácia do modelo de previsão do GMD de bovinos em pasto de <i>B. brizantha</i> .....	39
Figura 27. Ganho médio diário de Peso (GMD) dos experimentos avaliados na modelagem.....	39
Figura 28. Número total de combinações possíveis, número de modelos significativos, número de modelos viáveis, número de modelos inviáveis.. .....	40
Figura 29. Teste de normalidade sobre os resíduos (dados transformados) da MSf, histograma, <i>Box-plot</i> e intervalo de confiança.....	40
Quadro 1 Metadados de produtividade de <i>B. brizantha</i> e variáveis de clima e balanços hídricos regionais.....	46

## **PREVISÃO DE MASSA SECA DE *Brachiaria brizantha* E GANHO DE PESO POR BOVINOS**

**RESUMO** o objetivo desta tese foi ajustar modelos de previsão da massa seca (MS) desta forrageira relacionada a variáveis explicativas de clima, do solo, do pasto e dos animais, a partir de metadados de experimentos feitos em 8 localidades diferentes da região Centro-Sul. As análises primeiramente foram feitas para os dados agregados de experimentos de não irrigados e irrigados e na sequência para dados de experimentos de não irrigados. Quanto aos dados agregados as variáveis que mais influenciaram a MS foram Excedente Hídrico (EXC = precipitação mensal menos a evapotranspiração mensal); temperatura média mensal (T) e aplicação de fertilizantes (K<sub>2</sub>O, N). O modelo com melhor ajuste foi  $MS^{0,5} = 0,18K_2O + 5,56T_9 + 0,14ETR_8 - 103,63$  (subscritos 8 e 9 representam respectivamente os meses de agosto e setembro), o qual pode ser utilizado para prever a MS de pasto com um ano de antecedência. Os dados de pastagem irrigada demonstraram aumento da média de MS a partir de setembro, sobretudo em função do aumento da temperatura média reduzindo o efeito sazonal e antecipando a MS. O erro dos modelos foi elevado (MAPE  $\geq 29\%$ ), contudo na sequência das análises, a inclusão de variáveis morfoestruturais do pasto (% folhas) e de manejo (SPE, suplementação concentrada protéico/energética, altura do pasto) melhorou significativamente a acurácia (MAPE  $< 2\%$ ). A MS de folhas (variável dependente do modelo) é explicada pelo GMD (ganho médio diário) (variável independente) sendo  $-59,3 \text{ kg ha}^{-1}$  por kg de GMD. Observam-se efeitos da TL (taxa de lotação) sobre a MS total, altura do pasto, frequência de corte sendo os efeitos respectivamente de  $-368,2 \text{ kgUA}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ ,  $254 \text{ kg ha}^{-1} \text{ m}^{-1}$  e  $313,3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . Dentre as variáveis climáticas que mais influenciaram a MS e a MSf foram temperatura e variáveis de balanços hídricos e observou-se que GMD dos animais sofreu maior efeito da SPE.

**PALAVRAS CHAVES:** Agrometeorologia, modelagem, meta-análise, pastagens, forragens, regressão.

## **DRY MASS FORECAST OF *Brachiaria brizantha* AND BOVINE DAILY BODY WEIGHT GAIN**

**ABSTRACT** the objective of this thesis was to adjust forecast models of the dry mass (DM) of this forage related to explanatory variables of climate, soil, grass and animals, from metadata of experiments done in 8 different locations in the Center-South region. First the analyzes were made for the aggregate data of irrigated and rainfed experiments and in the sequence for data from not irrigated experiments. Regarding the aggregated data, the variables that most influenced the DM were: Water Surplus (EXC = monthly precipitation minus monthly evapotranspiration); monthly mean temperature (T) and fertilizer application (K<sub>2</sub>O, N). The best fit model was  $DM^{0.5} = 0,18K_2O + 5,56T_9 + 0,14ETR_8 - 103,63$  (subscripts the 8 and 9 respectively represent the months of August and September), which can be used to forecast the average DM with a year in advance. Irrigated pasture data increased the average of DM from September, mainly due to the increase of the average temperature reducing the seasonal effect and anticipating the DM. The error of the models was high (MAPE  $\geq 29\%$ ), however in the analysis, the inclusion of morphostructural variables of pasture (% leaves) and management (SPE, protein / energetic supplementation, pasture height) significantly improved the accuracy (MAPE  $< 2\%$ ). Leaf DM (MSf) (model dependent variable) is explained by GMD (independent variable) being  $-59.3 \text{ kg ha}^{-1}$  per kg of GMD. The effects of TL (total stocking rate) on total DM, pasture height, cutting age, and effects respectively of  $-368.2 \text{ kg UA}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ ,  $254 \text{ kg ha}^{-1} \text{ m}^{-1}$  and  $313.3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$ . Among the climatic variables that influenced MS and MSF were temperature and water balance variables, and it was observed that GMD of the animals was most influenced by supplementation.

**KEMS WORDS:** Agrometeorology, modeling, meta-analysis, pastures, forages, regression.

## INTRODUÇÃO

A área estabelecida de pastagens no Brasil permite inferir a importância da pecuária para o agronegócio brasileiro, a qual ocupa 127 milhões de ha de um total de 255 milhões de ha de terras agricultáveis (IBGE 2014a; 2014b). As pastagens são a base dos sistemas produtivos da pecuária nacional devido: aos baixos custos, alta facilidade de estabelecimento (RODRIGUES, 2004). Segundo o ministério do trabalho em emprego, em 2012 o número de estabelecimentos dedicados a bovinocultura no Brasil somava mais de 152 mil e geraram 350 mil empregos gerados apenas considerando a agropecuária propriamente dita (MTE, 2014). O IBGE (2012) estimava um rebanho de 211 milhões de cabeças em 2012 e no mesmo ano o USDA (2014) estimava 197 milhões. Somente essa diferença de 14 milhões destas que são as instituições mais importantes de pesquisas estatísticas da área, representa o rebanho inteiro do Canadá e metade do rebanho da Austrália em 2012, segundo os dados do USDA (2014), o que demonstra o quanto é grande o nosso rebanho e a importância da bovinocultura no Brasil.

Dentre as espécies forrageiras cultivadas, o gênero *Brachiaria* spp. é o mais importante para a pecuária, representando cerca de 80% das pastagens cultivadas no país. A espécie *B. brizantha* tem despertado interesse devido às características favoráveis: alta produtividade forrageira, alta resposta à aplicação de fertilizantes, níveis adequados de nutrientes na forragem e elevada produção de raízes e sementes (RODRIGUES, 2004). Muitos fatores podem interagir para afetar a produção de forragem das pastagens, e a modelagem tem sido uma ferramenta importante de simulação destas interações permitindo estimar a produtividade forrageira sobre diferentes circunstâncias e a sua conversão em produção pecuária (TONATO *et al.*, 2010). Os tipos de variáveis e os seus efeitos sobre a produção, os quais são incorporados a esses modelos são: fertilidade do solo, física do solo, aplicação de fertilizantes, disponibilidade hídrica do solo, chuva (temperatura máxima, mínima e média) frequência de corte e regime de pastejo, comprimento do dia, *etc.* (MUNIZ *et al.*, 2007), altura de pastejo, massa seca de folhas, relação

folha/colmo (Casagrande *et al.*, 2011), níveis de suplementação dos animais (Casagrande *et al.*, 2011), níveis de ganho de peso (BARBERO, 2016).

Segundo Macedo *et al.* (2014) alguns autores que têm trabalhado com estimação na área de Econometria tiveram por objetivo avaliar os determinantes das taxas de crédito, enquanto outros abordaram técnicas de previsão. O trabalho de Silva (2008) teve por objetivo estimar a demanda de água na região do Minho (Portugal) a partir de algumas variáveis para prover um manejo mais sustentável de sistemas de abastecimento de água e é um exemplo da técnica de estimação utilizando modelos empíricos.

Para desenvolver modelos que possam confiavelmente prever a massa seca de forragem é necessário estabelecer correlações entre variáveis. Makridakis e Wheelwright (2014) afirmam que se um evento é puramente aleatório, não há correlações entre as variáveis, e não é possível modelar o processo para fins de predição. Por isso, a predição acurada requer o conhecimento da curva de distribuição de probabilidades de tais eventos, como a curva de Gauss, ou de distribuição normal. Conforme o teorema de Gauss-Markov, o estimador de mínimos quadrados ordinários (*OLS*, em inglês *ordinary least squares*) é o melhor estimador linear não tendencioso. Os erros devem ter uma distribuição de probabilidade normal. Em contexto de dados em painel, isto significa que os erros são identicamente e independentemente distribuídos, ou seja, homocedásticos (DOUGHERTMS, 2016).

A hipótese desta tese é que massa seca de *B. brizantha* sendo uma função de variáveis edafoclimáticas e de manejo da pastagem e dos animais estas relações podem ser utilizadas para a sua previsão com uso de modelos, assim o objetivo é ajustar modelos lineares de previsão da MS desta forrageira relacionada a variáveis explicativas de manejo, clima e solo, a partir de metadados de experimentos feitos em 8 localidades diferentes da região Centro-Sul, em condições de pastagens irrigadas não irrigados.



## REVISÃO DE LITERATURA

### INTERAÇÃO DE FATORES DETERMINANDO A MASSA DE FORRAGEM E O DESEMPENHO DE BOVINOS

O gênero *Brachiaria* tem cerca de 90 espécies e tem seu principal centro de origem e diversificação na África Oriental, com grande diversidade morfológica e fenológica. Apesar da grande variabilidade, poucos são os ecótipos utilizados comercialmente. Estima-se que existam no país mais de 40 milhões de hectares de pastagens plantadas com gramas desse gênero, dos quais aproximadamente 85% ocupados por *B. decumbens* cv Basilisk e *B. brizantha* cv Marandu. Atualmente, existem centenas de ecótipos da Braquiaria em avaliação em várias instituições brasileiras e dois programas de melhoramento continuam (CIAT e EMBRAPA - CNPGC) de onde se espera a liberação de novas cultivares no futuro próximo. As Braquiárias utilizadas na verdade são plantas pouco tolerantes em baixas temperaturas e não são adequadas a áreas onde as geadas são fortes. A temperatura ideal para o crescimento de plantas é de aproximadamente 30° C e temperaturas abaixo de 25°C reduzem a taxa de crescimento. As plantas desta espécie são adaptadas a diferentes condições de solo e clima, mas sua expansão deveu-se principalmente à adaptação de várias cultivares as condições de solos de média fertilidade, como a *B. decumbens*, onde proporcionam produção forrageira satisfatória. Contudo, a *Brachiaria brizantha* atualmente tem três cultivares sendo usadas comercialmente: Marandu, Xaraes e Piatã e é bastante exigente em solo, no entanto respondendo bem em produção em função de altos níveis de adubação (ALVES *et al.*, 2016) (Figura 1).

Diversos projetos de pesquisa foram propostos na área de modelagem para estimar a massa seca das espécies de Braquiária: Em um deles o objetivo é adaptar o modelo de forragem CROPGRO para estimar o crescimento do híbrido *Brachiaria* CIAT 36087 hp. Mulato II de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Cynodon dactylon* cv. Tifton 85 em resposta ao corte e frequência de fornecimento ou a falta de água (PEDREIRA, 2017c). Em outro projeto deste pesquisador o objetivo foi a geração de um banco de dados para ser útil para a racionalização de processos,



Figura 1. *Brachiaria brizantha* cv Marandu (à esquerda) e *Brachiaria decumbens* cv Basilisk (à direita). Fonte: imagens do Google.

incluindo modelagem de produção de forragem (PEDREIRA, 2017b). O uso de modelos de simulação de produção de massa seca também foi o objetivo do projeto para calibrar níveis de irrigação e doses de nitrogênio (FARIA, 2015). Em todas as pesquisas, os modelos CROPGRO foram calibrados a partir de experimentos que serviram para simular diferentes cenários ambientais. Portanto, o CROPGRO precisa ser calibrado em cada região para permitir estimativas porque suas condições são puramente aleatórias (HOOGENBOOM *et al.*, 2012). O mesmo ocorre com diversos outros trabalhos que tiveram como objetivo estimar condições locais para prever a massa seca de forragem, o que resulta em modelos de estimação para a produtividade de *B. brizantha* (CRUZ, 2010), modelos mecanicistas; RODRIGUES, (2004), modelo empírico; TONATO *et al.* (2010), modelo empírico; FAGUNDES *et al.* (2005), modelo empírico, FAGUNDES *et al.* (2006), modelo empírico. Contudo, faltam trabalhos na literatura sobre previsão da produtividade forrageira, sobretudo feitos a partir de técnicas de meta-análise.

Na região centro-sul do Brasil, a produtividade média mensal de *B. brizantha* é de 3.536 kg ha<sup>-1</sup>, com um rendimento mínimo igual a zero e o valor máximo revisado aqui foi de 12.000 kg ha<sup>-1</sup> com a variação máxima ocorrendo em outubro, calculado a partir dos seguintes trabalhos: (RODRIGUES, 2004; DANTAS, 2015; CRUZ, 2010; VIEIRA FILHO, 2001; VIEIRA, 2011; JANUSKIEVICZ, 2008; BARBOSA *et al.*, 2013; GAZOLA *et al.*, 2014; FERNANDES *et al.*, 2015; COSTA *et al.*, 2014; GERDES *et al.*, 2000). No Brasil Central a estação chuvosa ocorre de novembro a

abril, a estação seca de maio a outubro e a produção de forragem segue esta sazonalidade, com 80% da produção concentrada em estação mais chuvosa e 20% na estação seca. Esta média foi calculada a partir daqueles autores, incluindo experimentos tanto em pastagem irrigada, quanto não irrigada, o que explicam a alta variabilidade obtida no mês de outubro em função de temperatura e irrigação ou da antecipação das chuvas (Figura 2).

A massa seca é afetada por diversas variáveis, como edáficas (propriedades físicas e químicas do solo, níveis fertilizantes) (FAGUNDES *et al.*, 2005); período de vedação (SANTOS *et al.*, 2009); irrigação (RASSINI, 2004), A produtividade também é afetada por cultivares varietais, temperatura, precipitação, luminosidade. Contudo, as variáveis climáticas podem ser correlacionadas, então os modelos com grande número de variáveis podem ser descartados por causa de problemas de colinearidade (TONATO *et al.*, 2010).

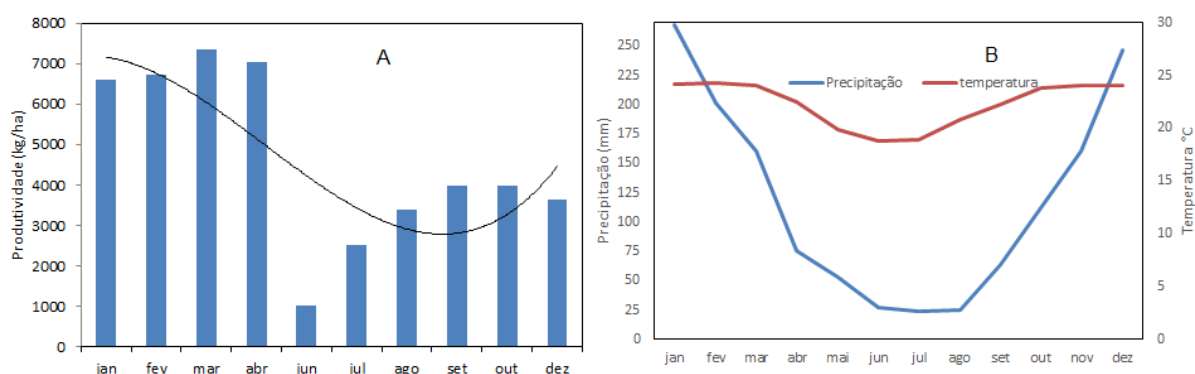


Figura 2. Curva sazonal da produtividade de *B. brizantha* em Jaboticabal (A) e Normal climatológica do município de Jaboticabal (B). Fontes: adaptado a partir de dados da Estação agroclimatológica da UNESP campus de Jaboticabal, Dantas (2015), Januskiewicz (2008), Vieira (2011).

A modelagem massa seca trata-se de uma ferramenta importantíssima na projeção de sistemas produtivos na pecuária (TONATO *et al.*, 2010). A relação de variáveis explicativas da produtividade das plantas com variáveis do ambiente e suas flutuações sazonais possibilita compreender e explanar a sazonalidade forrageira. A modelagem matemática é uma descrição mais simples de sistemas reais a partir da relação entre áreas distintas do conhecimento com o objetivo de resumir, descrever e avaliar características distintas da produção agrícola, abrangendo a produção e as variadas interações entre os cultivos e o meio ambiente, possibilitando desta maneira a previsão do desempenho da comunidade

de plantas e a descrição de oportunidades para a melhoria no manejo utilizado (MUNIZ et al, 2007).

Os elementos de clima são significativos no estabelecimento da produtividade das forrageiras, e variáveis como a temperatura, precipitação pluviométrica e a luminosidade (fotoperíodo e qualidade da luz) influenciam sobremaneira variáveis importantes como a produção de massa e a sazonalidade da produção forrageira (TONATO et al, 2010). Contudo, conforme estes autores, a análise de correlação entre as variáveis climáticas mostrou que, para todos os conjuntos de dados avaliados por eles, as variáveis climáticas foram alta e positivamente correlacionadas, o que permite descartar ganhos significativos com modelos de maior complexidade. Assim naquele trabalho, a variável temperatura mínima ( $T_{min}$ ) foi a que possibilitou a maior capacidade de estimação, seguida pela Radiação (RA) e dias do ano (DA). Os seguintes modelos de estimação foram obtidos respectivamente para a TMA (Taxa média diária de acúmulo de massa seca, Kg/ha) de Braquiárias respectivamente para os grupos 1 (cultivares Marandu, Basilisk e Arapoty) e grupo 2 (cultivares Capiporã e Xaraes):  $TMA = -94,92 + 8,19T_{min}$  e  $TMA = -128,07 + 10,66T_{min}$  (TONATO et al, 2010).

Os aspectos edáficos se referem aos atributos de fertilidade e físicos do solo e o efeito da adubação de pastos sobre a produção de massa seca, sobretudo adubação nitrogenada já tem sido exaustivamente estudado e inúmeros trabalhos mostram uma relação linear da quantidade de massa seca (MS) em função do aumento das doses de nitrogênio, como exemplos têm-se os trabalhos de: FAGUNDES et al(2005); SANTOS et al(2009); MAGALHÃES et al(2002); FAGUNDES et al(2006); OLIVEIRA et al(2005); Variações de resposta em produção de MS podem ocorrer em função da estação do ano como nos trabalhos de FAGUNDES et al(2005) e FAGUNDES et al (2006) que na estação de primavera a resposta das doses de N sobre a produção de massa obedeceu uma função quadrática com ponto de máximo. O manejo da pastagem como por exemplo, o diferimento, também afeta a produção de massa a qual também obedece a uma função linear em relação ao tempo de diferimento e a produção é tanto maior conforme se aumenta o tempo de vedação (SANTOS et al, 2009). A prática da irrigação contribui para o aumento da produção de massa seca e reduz, mas não

elimina a estacionalidade da produção forrageira, como por exemplo, no trabalho de RASSINI (2004) o qual descreve uma estacionalidade de 65 a 75 dias a partir de 25 de junho em São Carlos. Neste caso o fator limitante à produção foi a T<sub>min</sub> que faz com que as plantas entrem em florescimento e senescência, assim a produção é reduzida consideravelmente até 10 de setembro quando recomeçam as chuvas. Aspectos físicos do solo como a compactação reduzem o potencial de produção das plantas forrageiras, como no trabalho de CAVALLINI et al (2010) o qual descreve a porosidade da camada de 0 a 30 cm como um importante indicador da qualidade física do solo a qual apresenta confiabilidade para estimativa da produção de massa seca de *Brachiaria brizantha*.

O consumo de massa seca pelos animais é uma variável de extrema importância no dimensionamento e no controle das ações de manejo sendo responsável pelo desempenho e produtividade animal em condições de pastejo (REIS e SILVA, 2006). Em condições de confinamento, em que a dieta é fornecida no cocho aos animais, o consumo é limitado primeiro pelo enchimento do trato em função dos teores de fibra, e em um segundo momento pela composição nutricional da dieta, ou seja, a densidade energética da dieta (controle pela saciedade) (MERTENS, 1987) pela digestibilidade e taxa de passagem (SILVA, 2006). Contudo, em condições de pastejo em que o animal precisa andar e colher a forragem com a boca, aspectos comportamentais ou não nutricionais do ambiente de pastagem assumem maior importância (POPPI *et al.*, 1987 *apud* REIS e SILVA, 2006). Estas variáveis comportamentais são afetadas por variáveis relacionadas ao manejo da pastagem e que afetam a morfologia e estrutura do dossel forrageiro. Os fatores limitantes básicos da ingestão são a altura do pasto, massa de forragem, a relação de material verde/morto e folha/colmo, a densidade de forragem e notadamente a distribuição vertical da forragem, afetando todos eles o tamanho do bocado. Se a redução deste bocado for causada pela limitação de algum dos fatores anteriores ou então, sendo gasto tempo demasiado durante a sua formação (apreensão, acomodação e mastigação) diminuindo a taxa de bocado acentuadamente, pode-se interferir na taxa de ingestão instantânea e, posteriormente, no consumo diário. O consumo afeta diretamente o desempenho animal e maior ou menor consumo em condições de pastejo dependem da taxa de lotação do pasto associada à oferta de

ferragem, havendo maior produtividade animal, por área com maiores lotações, contudo, o desempenho por cabeça é reduzido. Finalmente outra variável que afeta o desempenho do animal, a taxa de lotação e o consumo de ferragem é a suplementação da dieta com concentrados protéico/energéticos afetando também pela disponibilidade de ferragem (CASAGRANDE, 2010). Considerando o exposto, a literatura ainda é carente de modelos que possam ser utilizados para a previsão de valores futuros da massa seca de *B. brizantha* a partir de valores passados de clima, solo, balanço hídrico, além de variáveis relacionadas ao manejo da pastagem (altura do pasto, frequência de corte, % de folhas) e dos animais (taxa de lotação, níveis de suplementação).

## **TÉCNICAS DE META-ANÁLISE E MODELAGEM ESTATÍSTICA**

A necessidade de avanço tecnológico na agropecuária tem sido possível por meio da experimentação, gerando assim ganhos sucessivos de produtividade animal e vegetal. Contudo, a necessidade de rápida resposta, associada a restrições orçamentárias via políticas públicas, além do enorme avanço da informática, tem levado a adoção das técnicas de meta-análise e modelagem matemática, como práticas rotineiras na pesquisa biológica. Como propósitos da modelagem podem ser citados: Síntese de resultados de pesquisa, testes de hipóteses, integração de disciplinas, documentação de experimentos, sistemas de suporte à tomada de decisão, adoção de práticas de manejo a partir dos modelos gerados (JONES e LUMSTEN, 1998). Também a necessidade de reunir dados de experimentos isolados ou estudos de caso com resultados aparentemente discrepantes de modo a se obter novas conclusões a partir da geração de população amostral aumentando a evidência e reduzindo o erro aleatório quando se parte dos experimentos isolados em direção à meta-análise (Figura 3) (REIS *et al.*, 2018).

A meta-análise pode ser descrita como sendo a tradicional revisão sistemática de literatura mais a análise estatística feita com os objetivos de: obter novos resultados, o que seria impossível apenas a partir dos dados originais; associar dados diferentes; melhorar a precisão das avaliações, obtendo novas hipóteses e projetos experimentais a partir das novas conclusões (LOVATTO, 2007). A meta-

análise permite agrupar resultados de experimentos realizados isoladamente ou gerar novas inferências. Seus passos são basicamente: definição de objetivos de análise; eleição e tabulação dos dados; formação de banco de dados; estudo gráfico, estudo de meta-dispositivo; seleção de modelos estatísticos; configuração; pós análise; aplicação de modelos (SAUVANTE *et al.*, 2008).



Figura 3. Erro e evidência quando se parte do estudo de caso (ou experimento para a meta-análise. Fonte: (REIS, 2018).

Dentre os procedimentos mais utilizados em meta-análise pode-se citar distribuição de testes de significância. Pode-se comparar a frequência dos resultados positivos e insignificantes de diversos experimentos havendo assim várias alternativas de testes (Quadro A). Outro procedimento muito empregado é a análise dos coeficientes de regressão entre uma variável dependente e uma ou várias variáveis independentes (FIGUEIREDO FILHO *et al.*, 2014). Como exemplo de meta-análise o trabalho de AZEVEDO *et al.* (2010) sobre meta-análise utilizando análise de regressão, foi feita a predição do consumo de massa seca por bovinos de corte em confinamento em condições tropicais o qual obedece uma função quadrática do ganho de peso diário (Figura 4).

A análise de regressão precisa atender três pressupostos básicos, normalidade e independência dos resíduos, o que significa homocedasticidade, ou



seja, média zero e variância  $\sigma^2$  (sigma)<sup>2</sup> e, resíduos não correlacionados. O terceiro pressuposto é a não colinearidade entre as variáveis independentes o que permite descartar modelos complexos (GUJARATI E PORTER, 2011). Dentre os procedimentos mais utilizados para escolha de variáveis destaca-se o *stepwise* (passo a passo) com aproximação *forward* (inicia-se com modelos pequenos e segue-se acrescentando variáveis independentes) ou aproximação *backwards* (inicia-se com um modelo complexo e testa-se a retirada de variáveis seguindo o critério de melhoria da acurácia pelo valor MAPE % (*Mean Average Percentage Error*) testando todas as combinações possíveis (*APC- all possible combinations*) (MORETO e ROLIM, 2015) ou ainda pelo critério do valor  $\alpha$  (alfa) da curva de distribuição de probabilidades do teste T de *student* na qual em cada etapa de acréscimo de variáveis o valor p dentre os preditores utilizados é menor que o  $\alpha$  previamente estabelecido ou quando há retirada de variáveis, pois o valor p é maior que o  $\alpha$  (MINITAB INC, 2010). Após a retirada de variáveis não significativas segue-se a retirada de variáveis com problemas de colinearidade (GUJARATI E PORTER, 2011).

Quadro A. Alternativas de testes de distribuição de frequência para meta-análise.

Teste	Descrição	Fórmula
Fisher	A distribuição da estatística de Fisher se aproxima de uma distribuição chi-quadrado ( $\chi^2$ ) com grau de liberdade igual a $2n$ , onde $n$ representa o número de testes combinados e o $p$ representa o nível de significância de cada teste	$\chi^2 = -2\sum \log e p$
Winer	A variância observada se expressa pelos graus de liberdade $(\frac{df}{df} - 2)$ e se aproxima de uma distribuição normal quando o grau de liberdade é igual ou maior a 10 ( $df \geq 10$ )	$Z_c = \frac{\sum t}{\sqrt{\frac{df}{df-2}}}$
Stouffer	Medida similar combinada ao teste de Winer, a diferença é que no teste de Stouffer, ao invés de utilizar a estatística t, emprega-se a estatística Z, N representa o número de testes combinados	$Z = \frac{\sum z}{\sqrt{N}}$
Cooper	Utiliza apenas a direção dos achados da pesquisa, estimando em que medida o resultado acumulado poderia ter ocorrido por chance. $N_p$ representa a quantidade de achados na direção esperada e N representa o total de achados (em todas as direções).	$Z_c = \frac{(N_p) - (\frac{1}{2}N)}{\frac{1}{2}\sqrt{N}}$

Fonte: Figueiredo Filho *et al.*, *et al.* (2014, p. 213.)

A precisão é o grau de variação de um conjunto de medidas, ou seja, quanto maior é a precisão, a variabilidade entre as medidas é menor. Abrange os erros aleatórios de um conjunto de medidas. A precisão é uma medida de proximidade



entre uma determinada medida (ou média de medidas) e um valor considerado verdadeiro (ou referência). Abrange os erros sistemáticos de um conjunto de dados (REVISTA BW, 2017).

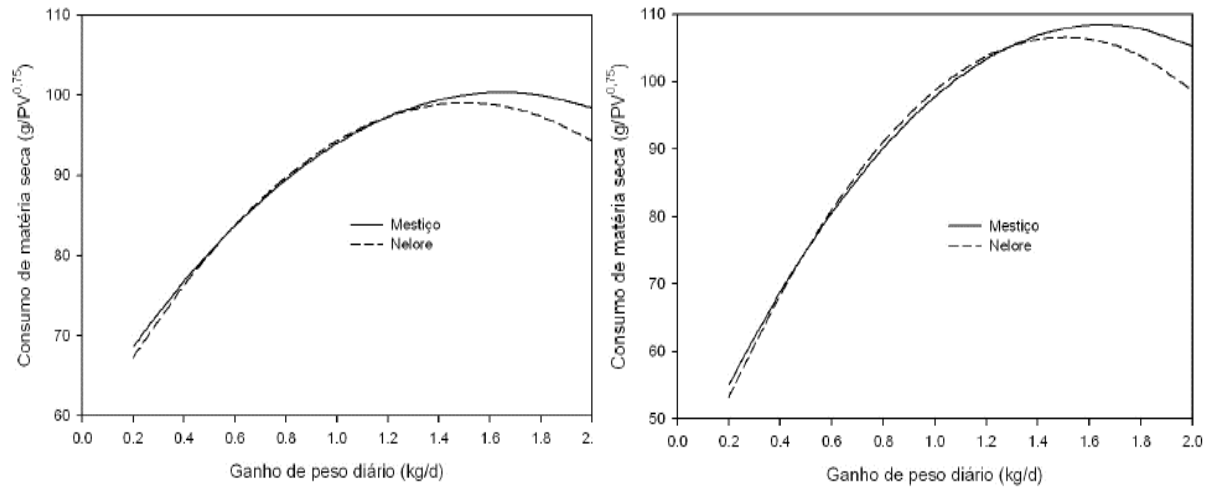


Figura 4. Predição do consumo de massa seca por bovinos de corte em confinamento. mestiço = nelore x europeu. Fonte: AZEVEDO *et al.* (2010, p. 1805).

## MATERIAL E MÉTODOS

### DADOS DE MASSA SECA E EDAFOCLIMÁTICOS AGREGADOS DE EXPERIMENTOS IRRIGADOS E NÃO IRRIGADOS NA REGIÃO CENTRO-SUL DO BRASIL

Os dados de Massa Seca (MS) de *B. brizantha* e os respectivos valores de adubação NPK foram compilados de experimentos conduzidos em 8 localidades da região Centro-Sul do Brasil desde 2000 até 2015 pelos seguintes autores: BARBOSA *et al.* (2013) não irrigados, COSTA *et al.* (2014) irrigado, CRUZ (2010) irrigado, DANTAS (2015) irrigado, FERNANDES *et al.* (2015) não irrigados, GAZOLA *et al.* (2014) irrigado, GERDES (2000) não irrigados, JANUSKIEWICZ (2008) não irrigados, RODRIGUES (2004) irrigado, SOARES FILHO (2001) não irrigados, VIEIRA (2011) não irrigados. Estes estudos foram conduzidos nas localidades de Piracicaba (SP), Nova Odessa (SP), Jaboticabal (SP), Araçatuba (SP), Janaúba (MG), Londrina (PR), Uberaba (MG) e Ilha Solteira (SP) (Figura 5). Estes dados se referem tanto a experimentos de pastejo contínuo, quanto rotacionado ou corte (APÊNDICE B).

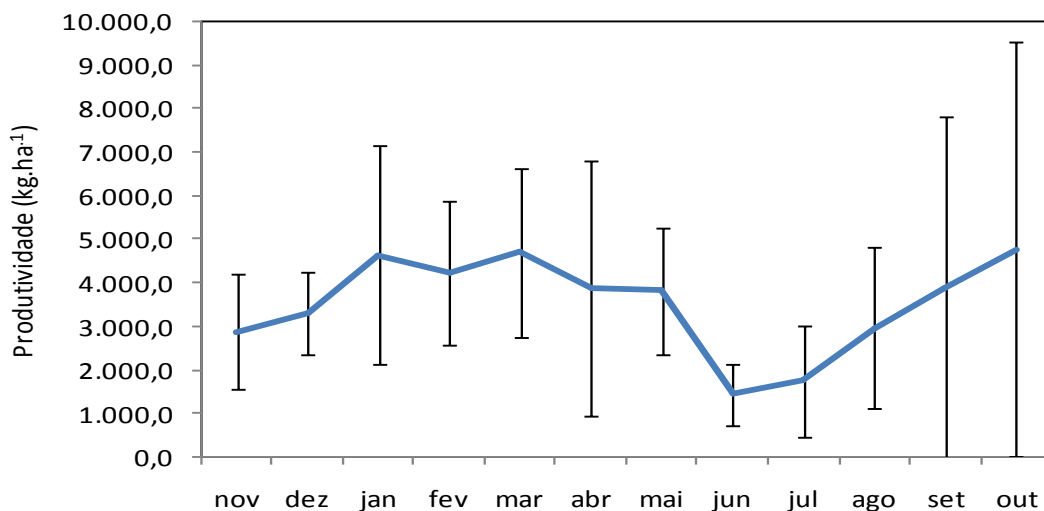


Figura 5. Padrão médio de crescimento de *B. brizantha* na região centro-sul do Brasil entre 2000 e 2015. Dados agregados de experimentos irrigados não irrigados (Apêndice B) Fonte: metadados do trabalho. As barras indicam desvios padrão.

Os dados climáticos foram obtidos a partir de estações meteorológicas automáticas (EMA) monitoradas pelo Sistema Instituto Agrônomo (APTA-IAC) e

pelo Sistema Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (APÊNDICES A até AJ). Estes dados foram utilizados para calcular os dados diários de chuva (P), temperatura mínima (TMIN), temperatura média (T) e temperatura máxima do ar (TMAX). Os dados foram organizados em escala mensal para o período de 2000 a 2015. A evapotranspiração potencial mensal (PET) foi calculada usando a equação de Camargo (1971) (equações, 1, 2, 3, 4 e 5). A partir dos dados mensais de P e PET, o Balanço hídrico (BH) foi calculado conforme proposto por Thornthwaite e Mather (1955) com capacidade de água disponível de 100 mm para todas as localidades.

$$ETP = 0.01 \times T \times Q_0 \div 2,45 \quad (1)$$

$$Q_0 = 37.6 \times DR \times \left[ \left( \frac{\pi}{180} \right) \times hn \times \sin \theta \times \sin \delta + \cos \theta \times \cos \delta \times \sin hn \right] \quad (2)$$

$$DR = 1 + 0.33 * \cos \left( \frac{360JD}{365} \right) \quad (3)$$

$$\delta = 23.45 \times \sin \left[ \left( \frac{360}{365} \right) \times (JD - 80) \right] \quad (4)$$

$$hn = ARC \cos [-\tan \theta \times \tan \delta] \quad (6)$$

em que:  $Q_0$  é a radiação solar diária no topo da atmosfera ( $MJm^{-2}$ ), definida como o fluxo de energia solar (energia por tempo) através de uma superfície de área normal para o feixe solar na distância média entre o sol e a terra (HOUZE, 1980). DR é a distância relativa desde a terra até o sol (ua, unidades astronômicas) h é o ângulo horário dos raios de sol ( $^{\circ}$ ),  $\Phi$  latitude ( $^{\circ}$ );  $\delta$  é a declinação solar ( $^{\circ}$ ); JD Dia Juliano; T é a temperatura média do ar ( $^{\circ} C$ ). Após determinado o valor de ETP, foram determinados os valores de excedente hídrico (EXC) ou déficit (DEF) a partir do armazenamento mensal de água no solo (ARM) e da evapotranspiração atual (ETA). As temperaturas mínimas (TMIN), máxima (TMAX) e média (T) além das variáveis de balanços hídricos foram utilizadas como variáveis independentes na construção dos modelos de regressão linear múltipla (equação 6).

$$DEF = ETP - ETA \quad (7)$$

em que: DEF é o déficit hídrico no sistema solo planta atmosfera.

Os dados referentes a massa seca de forragem foram obtidos em condições tanto de corte, quanto de pastejo contínuo ou rotacionado e isso se deveu pelo motivo de objetivo inicial na fase de projeto desta tese ter sido focado apenas sob o ponto de vista agrônomo, sobretudo aspectos de clima e solo. Contudo conforme

foi sendo conduzida percebeu-se a importância dos aspectos relacionados ao manejo da pastagem e dos animais (suplementação e taxa de lotação), por isso foram incluídas tais variáveis na análise e separados dados de experimentos irrigados ou não, além de experimentos de pastejo contínuo conforme se vê na sequência.

### **DADOS DE MASSA SECA, MANEJO DE PASTAGEM E EDAFOCLIMÁTICOS DE EXPERIMENTOS NÃO IRRIGADOS DA UNESP JABOTICABAL**

Os dados MS total (Figura 6), massa seca de folhas, relação folha/colmo, altura de pastejo, frequência de corte, suplementação protéico/energética ( $\text{kg animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$  e  $\%$  do PV  $\text{dia}^{-1}$ ), Ganho médio diário e adubação NPK foram compilados dos trabalhos de BARBERO (2016), CASAGRANDE (2010), FREITAS (2005), MORETTI *et al* (2011) e VIEIRA (2011) (Figuras 7 e 8, APÊNDICE C) e todos eles incluem experimentos conduzidos em condições de pastagem não irrigada em pastejo contínuo no setor de forragicultura da UNESP de Jaboticabal. Os dados climáticos foram obtidos da estação agroclimatológica da UNESP campus de Jaboticabal para o período de 2000 a 2016 e foi calculado os balanços hídricos conforme já descrito anteriormente.

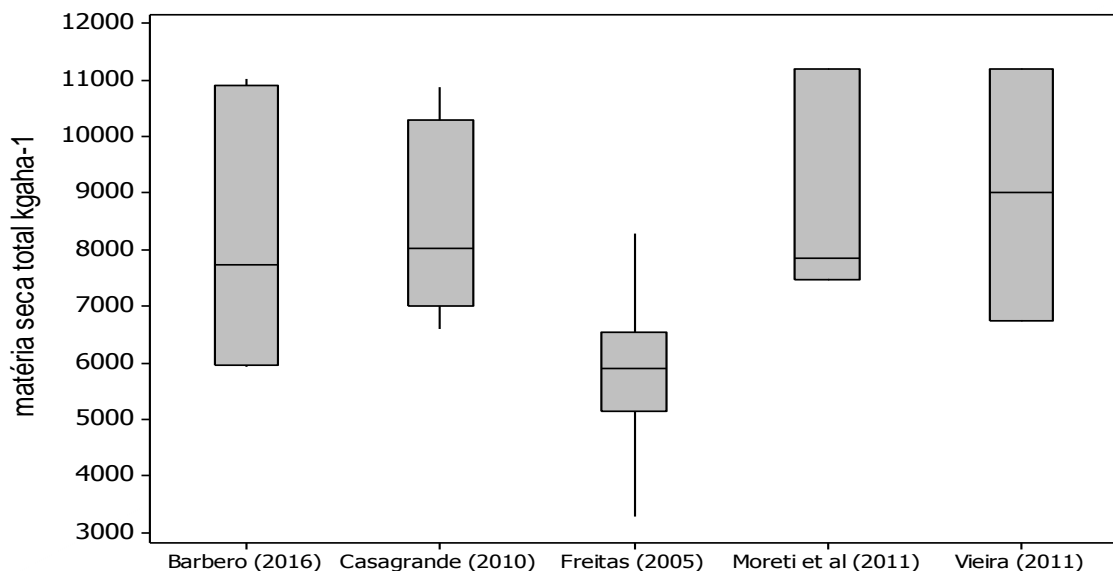


Figura 6. Massa seca média mensal obtida na UNESP Jaboticabal em condições de não irrigados. Fonte: metadados do trabalho.

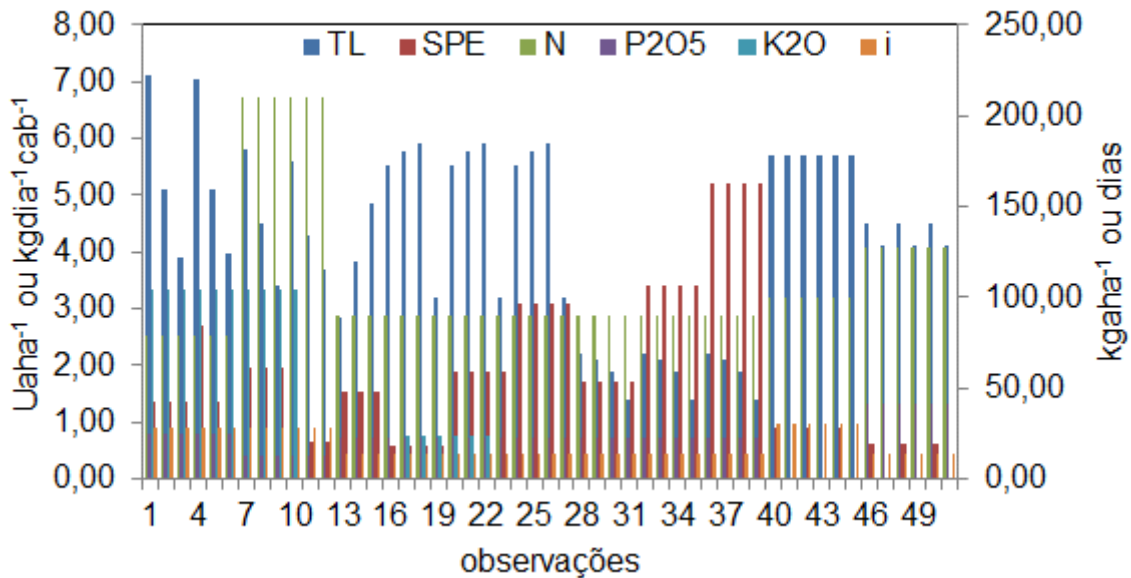


Figura 7. Metadados de experimentos com *B. brizantha* em experimentos não irrigados. TL = Taxa de Lotação, (UAha<sup>-1</sup>), SPE = suplementação protéico/energética (kg cab<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), N = adubação nitrogenada (kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = adubação fosfatada (kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), K<sub>2</sub>O (kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>). I= frequência de corte (dias). Fonte: metadados do trabalho.

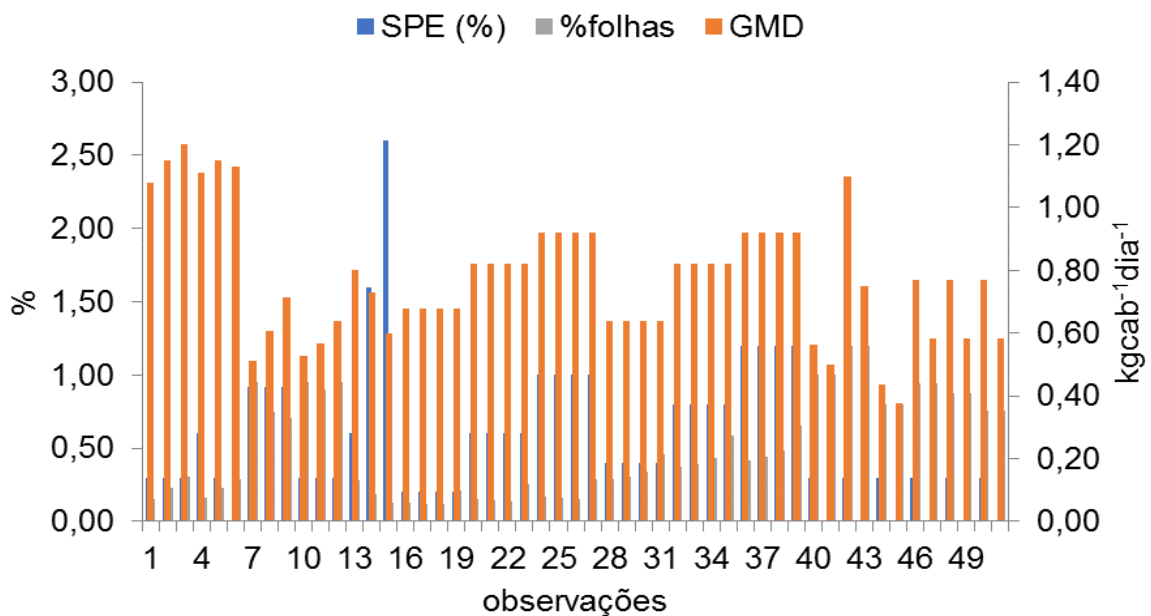


Figura 8. Metadados de experimentos com *B. brizantha* em experimentos não irrigados (continuação). SPE = suplementação protéico/energética (%Peso Corpóreo cab<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>). GMD= ganho de peso médio diário (eixo da direita). %Folhas = relação folha/colmo (adimensional). Fonte: metadados do trabalho.

## MÉTODOS ESTATÍSTICOS E COMBINAÇÃO DE VARIÁVEIS PARA OS MODELOS DE REGRESSÃO

### METADADOS AGREGADOS DE EXPERIMENTOS IRRIGADOS E NÃO IRRIGADOS

Inicialmente foram determinadas as correlações entre as variáveis climáticas e de balanços hídricos com os dados de Massa Seca (MS). Assim, foi feita análise de correlação ( $r$ , linear *Pearson*) dos dados de MS com os valores das variáveis climáticas e de balanços hídricos do período de um ano anterior aos valores de P. As variáveis com correlações moderadas ( $r > 0,50$ ) foram selecionados para a construção de modelos de previsão com o objetivo de prever a produtividade das pastagens. Na modelagem utilizou-se o método de regressão linear múltipla (Equação 8) como proposto por GUJARATI e PORTER (2011).

$$MS = aX_1 + bX_2 + cX_3 + CL \quad 8$$

Em que: MS = produtividade em  $\text{kg ha}^{-1}$ , a, b, c, ... coeficientes ajustados,  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ , ... são as variáveis independentes (clima, balanços hídricos e adubação) selecionadas e CL o coeficiente linear.

Na construção de modelos especialmente com muitas variáveis independentes, o maior problema é a seleção das variáveis mais importantes. Para a seleção de variáveis tem sido utilizado o processo *stepwise* com aproximação *forward*, seguindo o critério de melhoria da acurácia (MAPE- Erro percentual médio absoluto) (MORETO e ROLIM, 2015). Apenas modelos significantes (valor-p <0,05) foram selecionados. A preferência foi dada para variáveis que permitiram melhor previsão dos valores de MS devido ao menor erro, conforme os valores de MAPE. Após esta etapa, foram selecionados os 6 melhores modelos que melhor se adaptaram aos requerimentos estatísticos e previsão da produtividade. Esses 6 melhores modelos foram submetidos à análise de acurácia pelo MAPE e de precisão pelo Coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$ ) (Equações 9 e 10). A precisão é o grau de variação de um conjunto de medidas, ou seja, quanto maior é a precisão, a variabilidade entre as medidas é menor. Abrange os erros aleatórios de um conjunto de medidas. A precisão é uma medida de proximidade entre uma determinada medida (ou média de medidas) e um valor considerado verdadeiro (ou referência). Abrange os erros sistemáticos de um conjunto de dados (REVISTA BW, 2017).

Usamos 70% dos dados o procedimento de calibração e 30% para o teste (validação).

$$MAPE(\%) = \frac{\sum_{i=1}^N \left( \left| \frac{Y_{esti} - Y_{obsi}}{Y_{obsi}} \right| \times 100 \right)}{N} \quad (9)$$

$$R^2_{adjusted} = \left[ 1 - \frac{(1 - R^2) \times (N - 1)}{N - k - 1} \right] \quad (10)$$

O maior problema em regressões lineares múltiplas é a seleção das variáveis independentes a serem combinadas para gerar modelos significativos. Quaisquer métodos numéricos iterativos, como o *stepwise*, surgem problemas de estabilização e têm erros locais quando as variáveis assumidamente independentes estão correlacionadas. Então, uma opção é testar todas as combinações possíveis (APC - *All possible combinations*) quando o número de variáveis independentes é relativamente pequeno. Utilizamos o método APC testando modelos com 4, 3, 2 e 1 variáveis independentes (T, P, DEF, EXC, ARM, ETP, ETA) mensalmente (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>...T<sub>n</sub> até ETAn, sendo n o número de meses do ano), totalizando 84 possíveis variáveis a serem testadas no modelo geral com 70% de dados (50 N) para ajuste dos modelos e 30% (21 N) para a etapa de teste dos modelos (WALPOLE *et al.* 2012). A Distância Euclidiana (ED) é a distância do ponto cartesiano (MAPE x MAPE calibrado) e é a hipotenusa do triângulo retângulo formado a partir da origem dos eixos cartesianos e do ponto (MAPE x Calibrado MAPE). ED é calculado por:

$$ED = \sqrt{(cMAPE^2 + tMAPE^2)} \quad (11)$$

em que: cMAPE = MAPE calibrado, tMAPE é o MAPE testado. O modelo mais acurado é aquele que possui menor valor de ED, o qual é o menor valor de MAPE (LIBERTI *et al.*, 2014). As estatísticas básicas (incluindo medidas de posição e dispersão, gráfico Box-plot, histograma, intervalo de confiança e teste de normalidade de Anderson-Darling) foram apresentadas como resumo estatístico de acordo com os procedimentos descritos por MINITAB INC (2007). O efeito do incremento tecnológico para fins de previsão da MS (MASSA SECA) não foi avaliado pela ausência de estudos feitos para espécies forrageiras.

## METADADOS OBTIDOS DE EXPERIMENTOS NÃO IRRIGADOS DA UNESP EM JABOTICABAL

Para a seleção de variáveis foi utilizado o processo *stepwise* com aproximação *forward*, seguindo o critério do valor  $\alpha$  do teste T de *student* com valor de  $\alpha$  mínimo para inclusão de variáveis independentes de 0,10 e o valor de  $\alpha$  para exclusão maior que 0,10. Na sequência selecionaram-se apenas modelos sem colinearidade ( $r < 0,70$ ) entre as variáveis independentes. Optou-se por esse método pelo fato de que as correlações entre as variáveis dependentes (Produtividade de MS total e de folha, e Ganho médio diário) com as variáveis independentes apresentaram baixos coeficientes de correlação *Pearson* ( $r < 0,50$ ) (Tabelas 1 e 2) não tendo sido possível seguir o método *APC* pela melhoria de acurácia. Alternativamente à validação dos modelos com 30% dos dados observados conforme seria feito pelo método *APC*, foi adotado aqui o método de validação cruzada, o qual compara a escala entre os valores preditos e observados, se os dados apresentarem a mesma escala, significa que os modelos foram satisfatoriamente ajustados.

Tabela 1. Coeficientes de correlação entre variável dependente (de massa seca total (MSt) e variáveis independentes.

	MS t	Altura	TL	P1	P11	P12	T5	DEF11	ETR3	Idade	K2O
MSt	1,0										
A	0,4	1,0									
TL	0,4	0,0	1,0								
P1	-0,3	-0,3	-0,1	1,0							
P11	-0,5	-0,7	-0,1	0,7	1,0						
P12	-0,3	0,1	-0,1	0,4	0,3	1,0					
T5	0,1	0,2	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	1,0				
DEF11	0,4	0,5	0,2	-0,4	-0,8	0,0	0,1	1,0			
ETR3	0,1	-0,2	0,7	0,3	0,5	0,5	-0,5	-0,1	1,0		
Idade	0,5	-0,2	0,5	-0,4	-0,1	-0,7	0,4	-0,1	0,1	1,0	
K2O	-0,7	-0,3	-0,5	0,5	0,4	0,4	-0,5	-0,2	-0,1	-0,8	1,0

A = Altura do pasto. TL = taxa de lotação. P1 = chuva do mês 1. P11 = chuva do mês 11. P12 = chuva do mês 12. T5 = temperatura do mês 5. DEF11 = déficit hídrico do mês 11. ETR3 = Evapotranspiração Real do mês 3. K2O adubação potássica. Fonte: dados da tese.

O método de validação cruzada consistiu em verificar para um conjunto de variáveis independentes, quantas variáveis permitem melhor ajuste dentro do processo *forward*, se uma ou  $n$  variáveis independentes (MINITAB INC, 2007). Os melhores modelos foram submetidos à análise de acurácia pelo MAPE e de precisão pelo Coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$ ) (Equações 9 e 10) e apresentados



na forma de gráficos de acurácia e precisão. As estatísticas básicas (incluindo medidas de posição e dispersão, gráfico Box-plot, histograma, intervalo de confiança e teste de normalidade de Anderson-Darling) foram apresentadas como resumo estatístico para os valores residuais de acordo com os procedimentos descritos por MINITAB INC (2007).

Tabela 2 Coeficientes de correlação entre variável dependente (massa seca de folhas (MSf) e variáveis independentes

	MSf	A	TL	SP E1	SP E2	GMD	Idade	% Fol has	P3	P9	P10	T6	T7	T9	D10
MSf	1,0														
A	0,4	1,0													
TL	0,3	0,0	1,0												
SPE1	-0,6	-0,3	-0,5	1,0											
SPE2	-0,5	-0,3	-0,3	0,7	1,0										
GMD	-0,4	-0,2	0,0	0,4	0,2	1,0									
Idade	0,6	-0,2	0,5	-0,4	-0,4	0,0	1,0								
%folhas	0,6	0,2	0,0	-0,3	-0,2	-0,5	0,3	1,0							
P3	0,4	0,2	0,8	-0,6	-0,3	-0,1	0,4	0,0	1,0						
P9	-0,9	-0,4	-0,4	0,6	0,6	0,3	-0,7	-0,6	-0,5	1,0					
P10	0,8	0,1	0,3	-0,4	-0,4	-0,4	0,6	0,7	0,2	-0,6	1,0				
T6	-0,9	-0,5	-0,2	0,6	0,6	0,3	-0,5	-0,7	-0,3	0,9	-0,6	1,0			
T7	0,7	0,2	0,2	-0,3	-0,3	-0,4	0,4	0,7	0,1	-0,5	0,9	-0,6	1,0		
T9	0,7	0,2	0,2	-0,5	-0,5	-0,2	0,6	0,3	0,4	-0,8	0,2	-0,7	0,1	1,0	
D0	-0,6	-0,1	-0,3	0,3	0,3	0,3	-0,3	-0,4	-0,3	0,4	-0,6	0,4	-0,6	-0,1	1,0

A = altura do pasto (m). TL= taxa de lotação (UAha<sup>-1</sup>). SPE1 (Suplementação protéico/energética) (kgcab<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>). SPE2 (Suplementação protéico/energética2) (% do Peso Corpóreo dia<sup>-1</sup>). GMD =Ganho médio diário de peso (kgdia<sup>-1</sup>). P = Chuva (mm). T = Temperatura. D = déficit hídrico. Fonte: dados da tese.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### MASSA SECA MENSAL DE PASTO DE *Brachiaria brizantha*

#### METADADOS AGREGADOS DE PASTAGEM IRRIGADA E NÃO IRRIGADA DA REGIÃO CENTRO-SUL

A produtividade média mensal de *Brachiaria brizantha* foi de 3.589 kg ha<sup>-1</sup> inclui dados de pasto em experimentos não irrigados e irrigado (Figura 5) e apresentaram alto desvio padrão e variância, o que reflete diferenças de manejo (altura, taxa de lotação, níveis de suplementação), solo, genéticas e clima, discutidos na sequência. Os erros dos dados não transformados (Figura 9) apresentaram assimetria pelo teste Anderson-Darling (AD) (valor-p <0,05), mas os respectivos valores de P quando transformados em raiz da produtividade, cujos erros foram então normais com o teste AD (valor-p > 0.01) (Figura 10). Isto significa que os erros devem ter uma distribuição de probabilidade normal com zero média e  $\sigma^2$ , o que é um pré-requisito para a análise de regressão (DOUGHERTMS, 2016). As equações de produtividade sobre os dados não transformados não foram acuradas, conforme mostrado pelos valores de erro (equações 1, 2 Tabela 3). Com a transformação de dados para MS<sup>0.5</sup> as equações foram acuradas (equações 3 a 8, Tabela 3).

Tabela 3. Top 6 modelos ajustados. Precisão (R<sup>2</sup>), Tendência (EPreg) e Precisão (MAPE %).

Eq	Modelos	R <sup>2</sup> aj	EPreg	MAPE-C	MAPE-T	ED
1	MS= -35,26N +465,48T1 +16,11DEF8 -9400,9	0,5	1629,2	84,7	46,9	96,9
2	MS= 14,50 N +422,52T6+19,94P4-9255,2	0,3	1911,5	92,8	48,3	104,6
3	MS <sup>0.5</sup> =0,18K <sub>2</sub> O+5,56T <sub>9</sub> +0,14ETR <sub>8</sub> -103,63	0,4	17,4	29,0	23,4	37,3
4	MS <sup>0.5</sup> =0,08N+0,19P <sub>8</sub> +0,08ETP <sub>1</sub> +16,75	0,5	16,4	33,5	19,9	39,0
5	MS <sup>0.5</sup> =0,08K <sub>2</sub> O + 4,2T <sub>7</sub> +0,12 ETP <sub>12</sub> -62,61	0,4	17,9	32,8	28,4	38,6
6	MS <sup>0.5</sup> =0,09P <sub>9</sub> -0,08P <sub>11</sub> +0,15ETP <sub>1</sub> +35,42	0,3	19,2	35,9	14,2	38,6
7	MS <sup>0.5</sup> = 0,28N +0,15P <sub>9</sub> +0,12DEF <sub>1</sub> +14,61	0,4	18,3	35,5	16,1	38,9
8	MS <sup>0.5</sup> = 0,28P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +0,11ETR <sub>1</sub> -0,23ETR <sub>8</sub> +52,17	0,5	17,3	33,2	43,1	54,4

MS = Massa Seca. N= adubação nitrogenada. K<sub>2</sub>O =adubação de potássio. T = temperatura. P =precipitação (chuva). ETR =Evapotranspiração Real. DEF = Déficit hídrico. ETP = evapotranspiração potencial. R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação. EPreg = erro padrão da regressão. MAPE -C = *mean average percentage error* calibrado. MAPE-T = MAPE testado. ED = distância euclidiana Fonte: dados da tese.

Apesar do alto erro dos modelos medido pelo valor de ED (Eq 3 a 8) a análise de sensibilidade (tabela 4) mostra que os valores previstos na simulação com uma

adubação de  $K_2O$  fixa em  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  são bastante realistas, por exemplo quando a  $T_9$  aumenta de 20 para  $27^\circ\text{C}$  há um aumento de 91% da MS corroborando Alves *et al.* (2016). Contudo esse erro (Tabela 3, ED = 37,3%) pode ser corrigido inserindo variáveis relacionadas ao manejo de suplementação e variáveis relacionadas à estrutura do dossel forrageiro e manejo da pastagem conforme é visto mais à frente. Isso abre a possibilidade da correção do erro obtendo-se assim modelos mecanicistas pela inserção destas outras variáveis.

Tabela 4. Análise de sensibilidade da massa seca (MS) de forragem prevista a partir da equação 3 (Tabela 3).

ETR <sub>8</sub>	Temperatura de setembro - $T_9$			
	15	20	27	35
	Massa seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ )			
0,00	126,11	274,56	3.079,14	9.994,00
38,04	34,86	479,42	3.698,55	11.087,18
134,92	58,66	1.257,33	5.532,21	14.127,42

$MS^{0,5} = 0,18K_2O + 5,56T_9 + 0,14ETR_8 - 103,63$ .  $K_2O = 50 \text{ kg ha}^{-1}$  de adubação.  $ETR_8$  = Evapotranspiração Real do mês de agosto. Fonte: dados da tese.

Os elementos climáticos são significativos no estabelecimento da produtividade forrageira e variáveis como temperatura, precipitação e luz (fotoperíodo e qualidade da luz) influenciam grandemente a produção em massa e a sazonalidade da forrageira (TONATO *et al.*, 2010). No entanto, conforme esses autores, a análise de correlação entre as variáveis climáticas mostrou que, para todos os conjuntos de dados avaliados por eles, as variáveis climáticas foram altamente correlacionadas permitindo descartar modelos de enorme complexidade. Ademais, os testes realizados não apresentaram regressão ao usar 4 variáveis independentes, uma vez que as variáveis colineares ( $r = 0,6$ ) foram excluídas do modelo. No entanto, foram encontrados 45,48 mil modelos com 3, 2 e 1 variáveis sem colinearidade (Figura 11). Selecionou-se apenas os 6 melhores modelos obtidos a partir dos dados transformados, que apresentaram o menor valor de MAPE (alta acurácia). O método de teste APC (*All Possible combinations*) para as variáveis independentes foi eficiente.

Uma crítica que poderia ser feita para este método de teste de 30% dos dados é que, se o MAPE testado for menor do que o MAPE calibrado, isso ocorreria porque esses dados são melhores do que os 70% utilizados na calibração. Portanto,

a validação cruzada seria a metodologia mais indicada. Mas, a análise dos valores de MAPE dos 45,48 mil modelos viáveis (Figura 11) mostrou que havia modelos com MAPE testado inferior ao MAPE calibrado assim como valores de MAPE testados superiores aos valores calibrados. Portanto, estes 30% de dados de teste são representativos de todo do conjunto dos dados (Figura 12).

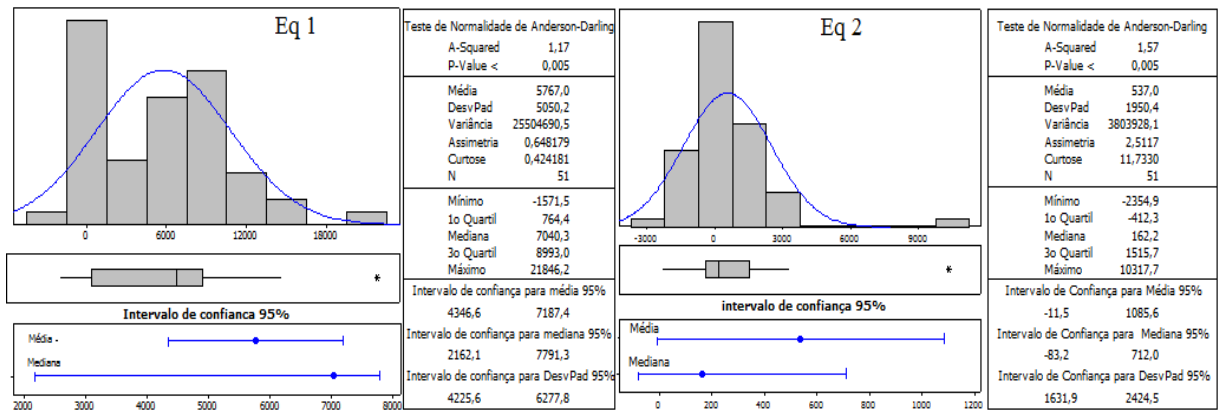


Figura 9. Resumo gráfico dos dados residuais de regressão não transformados. O valor p associado ao teste Anderson-Darling indica se os resíduos são distribuídos normalmente o valor  $p > 0,05$ . Eq = equação.

Ainda, com esta técnica de escolha das equações pela menor DE permitiu obter os modelos mais precisos quanto foi possível (Tabela 1) porque o valor ótimo de MAPE calibrado ocorre de 35 a 40 em que os valores de  $R^2$  são máximos (Figura 13). Acima do MAPE 40, o valor p indica que os modelos não são significativos. Ainda assim, este método aqui utilizado é mais rigoroso do que a metodologia de validação cruzada porque se considerou os modelos mais *precisos* de todas as possíveis combinações de variáveis independentes de um total de 2.335.718 combinações (Figura 11).

Os aspectos edáficos referem-se aos atributos de fertilidade e física do solo e o efeito da adubação de pastagens sobre a massa seca, especialmente a adubação nitrogenada tem sido cuidadosamente estudada e numerosos estudos mostram uma relação linear da quantidade de massa seca devido ao aumento de nitrogênio (FAGUNDES *et al.* 2005). Nas melhores equações, 3 e 4 (Tabela 3), a melhor variável de solo foi  $K_2O$  (em adubação), mas o coeficiente de correlação entre  $K_2O$  e N foi forte ( $r = 0,81$ ), então as duas variáveis não aparecem juntas nos modelos calibrados. Martins *et al.* (2006) em Umuarama (PR) observam a resposta significativa da adubação NPK para se atingir ganhos significativos de MS (produção

de massa seca), não tendo sido observados efeitos isolados da P e K sobre a mesma, reduzindo a MS na ausência de adubação com N. Contudo, a adubação NPK proporcionou aumento de produtividade.

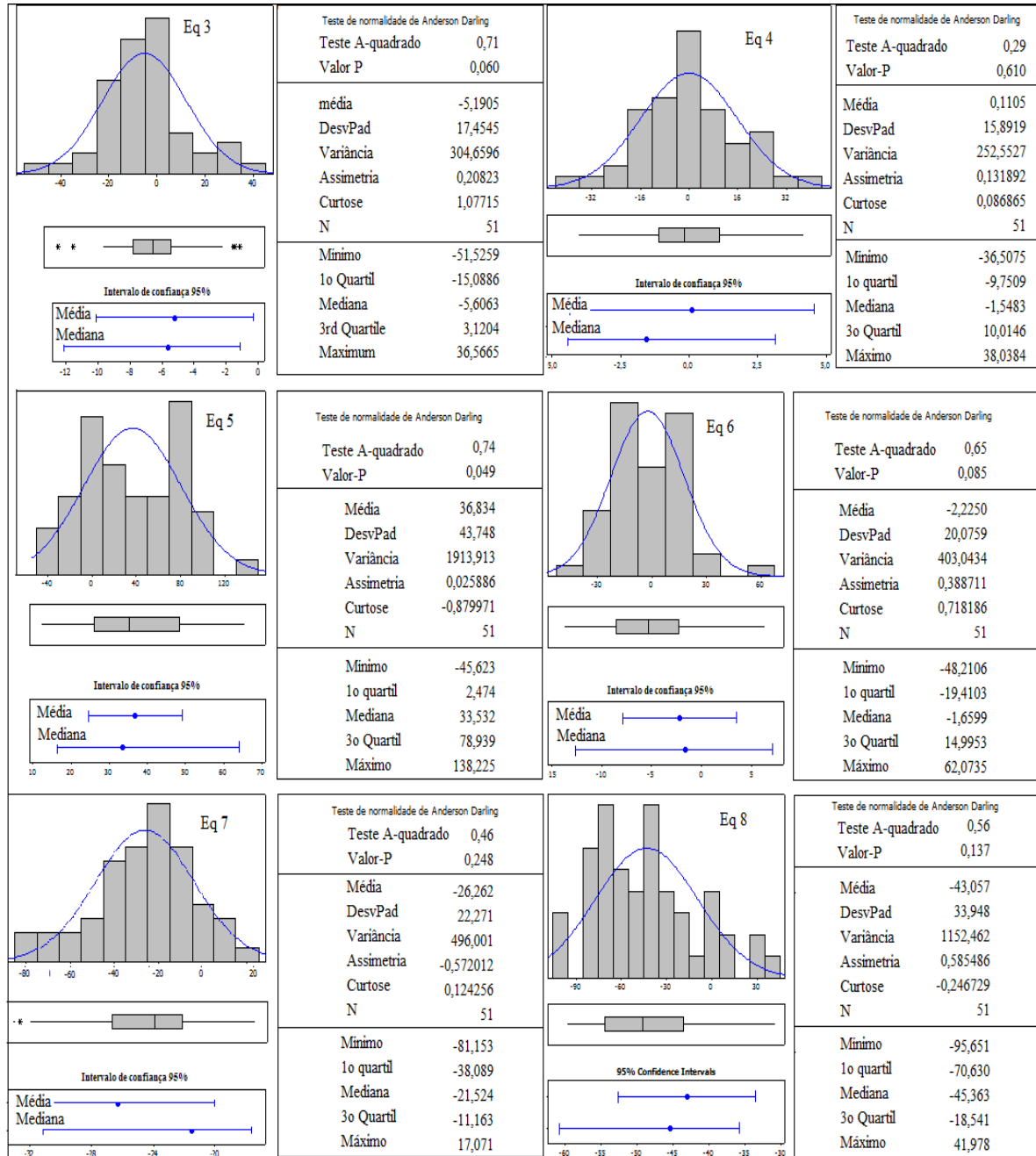


Figura 10 Resumo gráfico dos dados residuais de regressão transformados. O valor de p associado ao teste Anderson-Darling indica se os resíduos são normalmente distribuídos se  $p > 0,05$ . Eq = equação. Fonte: dados da tese.

Nos metadados desta tese predominou adubação NK na forma de 20-00-20 o que explica o alto valor de r (0,81) e o efeito significativo de adubação  $K_2O$  nos modelos (Tabela 3) sendo que as duas variáveis estão relacionadas à alta MS e ao

perfilhamento (MARTINS *et al.*, 2006). Nas variáveis explicativas dos modelos calibrados (Tabela 3) são essencialmente água, temperatura e adubação. Isso corrobora Tonato *et al.* (2010), cujo modelo de estimativa usa a temperatura como variável explicativa e efeito do fertilizante, sobretudo, nitrogênio, conforme também reportado por MAGALHÃES *et al.* (2002).

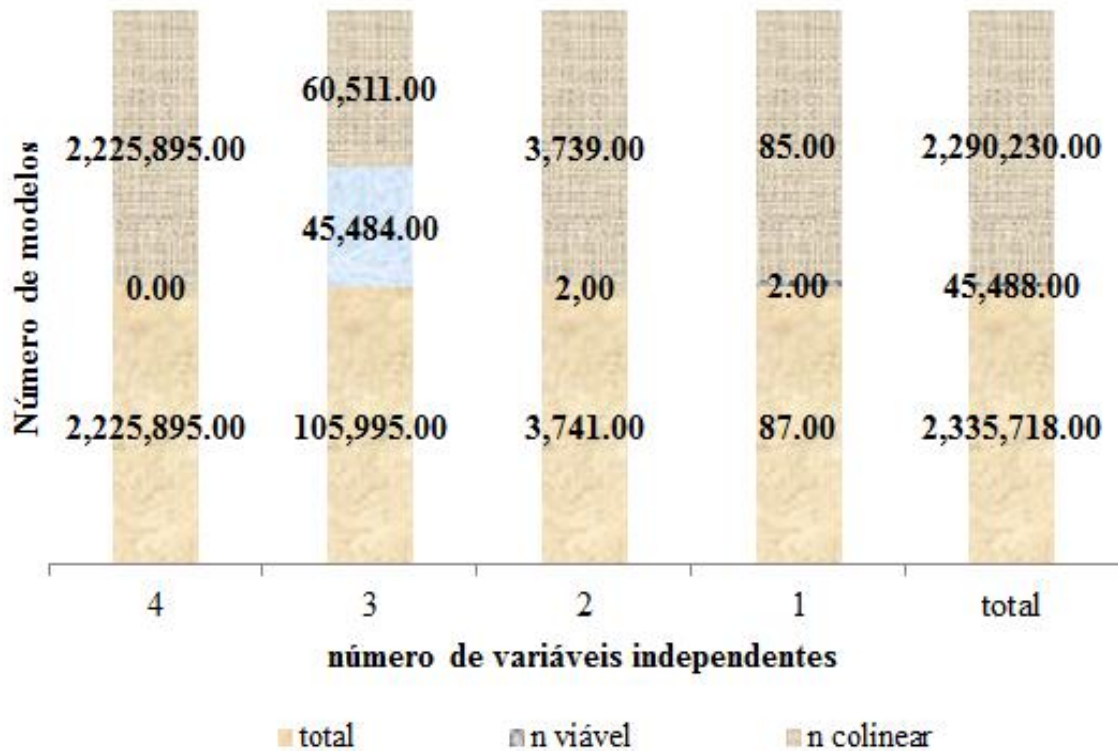


Figura 11. Número de possíveis modelos viáveis com 4, 3, 2 ou 1 variáveis independentes para a previsão de produtividade de *Brachiaria brizantha*. Fonte: dados da tese.

Conforme TONATO *et al.* (2010) a TMIN foi a variável que teve a maior correlação com a massa seca de forragem de *B. brizantha*, seguida pela radiação solar e a sazonalidade, descrita como Dias Julianos (DJ). Os modelos de estimação obtidos foram obtidos para a TMA (Taxa média de acúmulo de forragem, kg ha<sup>-1</sup>): TMA = -94.92 + 8,19Tmin, grupo 1 (Marandu, Basilisk e Arapoty); TMA = -128.07 + 10.66 Tmin, grupo 2 (cultivares Capiporã e Xaraes) (TONATO *et al.*, 2010).

O efeito de irrigação é relatado por Rassini (2004) e o R<sup>2</sup> relativamente baixo (Tabela 3) cujo valor maior foi o da equação 4 e as respectivas diferenças restantes para R<sup>2</sup> = 1 podem ser explicadas para outros atributos do solo como composição

química, aspectos físicos, micronutrientes níveis de adubação (CAVALLINI *et al.*, 2010), práticas de manejo como vedação (diferimento) e pastejo rotacionado com adubação suplementar de nitrogênio (Santos *et al.*, 2009), além de aspectos genéticos em função de diferentes cultivares usadas nos experimentos (Tonato *et al.*, 2010) e variações na produção de MS pode ocorrer dependendo da estação do trabalho e do efeito do ano (FAGUNDES *et al.*, 2006). Outros fatores que explicam os desvios são relacionados com a estrutura e morfologia do pasto e variáveis comportamentais ligadas ao consumo de massa seca pelos animais (REIS e SILVA, 2006).

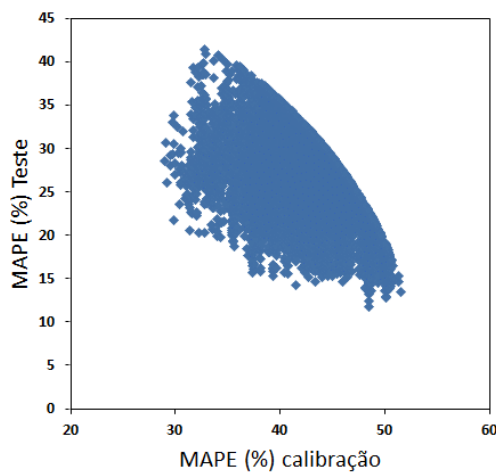


Figura 12. Valores MAPE testados e calibrados. Fonte: dados desta pesquisa.

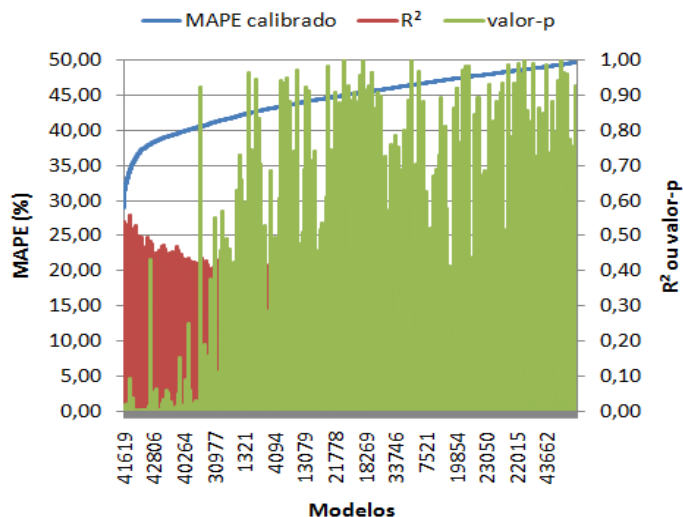


Figura .13. Classificação dos modelos de acordo com critérios de precisão. Fonte: dados da tese.

As variáveis DEF<sub>8</sub>, P<sub>4</sub>, ETA<sub>8</sub>, P<sub>11</sub>, P<sub>9</sub>, ETP<sub>1</sub>, ETA<sub>1</sub>, ETR<sub>8</sub> estão todas

relacionadas ao balanço hídrico e explicam a produtividade de *B. brizantha* (Tabela 3). Como os dados de produtividade regrediram como função dos dados climáticos do ano anterior, esses modelos são usados para previsão da produtividade (P) com um ano de antecedência, tornando-se o mês de temperatura de setembro e a disponibilidade de água (via irrigação ou por antecipação das chuvas) dos meses de agosto e setembro determinantes da produtividade média mensal nos 12 meses após e explicam o alto desvio padrão da produtividade forrageira no mês de outubro (Figura 1). No modelo 3 (Tabela 3) para cada aumento de temperatura de 1° Celsius, tem-se 5,56 (kg ha<sup>-1</sup>)<sup>0,5</sup> de aumento em P e para cada 1 mm de ETA tem-se 0,14 (kg ha<sup>-1</sup>)<sup>0,5</sup> aumento de P.

A alta variância dos erros dos dados não transformados (Figura 9) que reflete as diferentes condições ambientais dos experimentos compilados neste trabalho, de fato, reduziu a precisão dos modelos calibrado (valores R<sup>2</sup>) (Tabela 3, modelos 1 e 2) a transformação de dados (Figura 10) permitiu que os modelos calibrados apresentassem acurácia melhor do que sem a transformação dos dados (Tabela 3) e os modelos 3 e 4 foram os de melhor acurácia (Figura 14). Contudo, os valores de MAPE (%) (Tabela 3) ainda foram demasiado altos mesmo para os melhores modelos (3, 4 e 5) e por exemplo para o modelo 5 o MAPE % é 30, o que significa que o modelo erra em 30% das previsões. Contudo, conforme demonstrado à frente, a inclusão de variáveis relacionadas à estrutura do dossel (massa de folha, % de folhas) e ao manejo como taxa de lotação, suplementação protéico/energética, frequência de corte e altura de pastejo e ao animal (ganho médio diário de peso) melhoram significativamente a acurácia dos modelos.

## **METADADOS DE PASTAGEM NÃO IRRIGADA DA UNESP DE JABOTICABAL**

### **MASSA SECA TOTAL DE PASTO DE *Brachiaria brizantha***

As 58 variáveis independentes (APÊNDICE C) combinadas 15 a 15 possibilitam mais de 44 trilhões de combinações de modelos diferentes para previsão Massa Seca (MS) de *B. brizantha*. Contudo, apenas 13 foram estatisticamente significativos pelo teste T (valor p<0,10) (Figura 14). Com a validação cruzada (Figura 15) e, ainda excluindo as variáveis com colinearidade foi possível obter 1 modelo com 7 variáveis independentes (Figuras 15, 17, 18 e Tabela



5). Os resíduos foram homocedásticos (normais e independentes) conforme as pressuposições do modelo OLS (Figura 19).

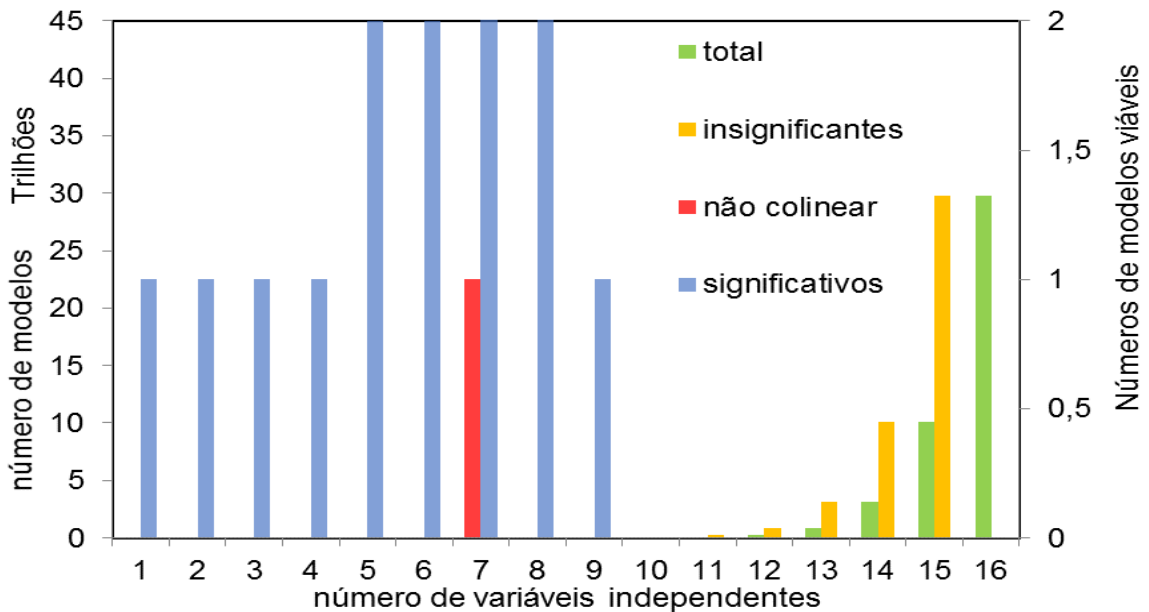


Figura 14. Número de modelos total, número de modelos insignificantes, número de modelos significativos e número de modelos não colineares (viáveis). Modelos significativos e não colineares no eixo da direita. Total de modelos e insignificante do lado esquerdo. Fonte: dados da tese.

Dentre as variáveis relacionadas a manejo da pastagem, não se observou efeito do ganho de peso (GMD) sobre a MS total provavelmente devido à utilização do pasto ter relação com a massa de forragem, mas pode-se ter baixa massa de forragem com alto valor nutritivo com alto GMD se a lotação for baixa, havendo muitas combinações de fatores (massa, lotação e valor nutritivo x ganho) (CARVALHO *et al*, 2014). Contudo, se observa efeitos da TL, altura do pasto, frequência de corte sendo os efeitos respectivamente de  $-368,2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ UA}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ ,  $254 \text{ kg ha}^{-1} \text{ m}^{-1}$  e  $313,3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . Observa-se, portanto que a MS total é reduzida linearmente conforme aumenta a taxa de lotação, e aumenta linearmente conforme aumentam a altura do pasto e a frequência de corte concordando com CASAGRANDE (2010). Para cada  $\text{UA ha}^{-1}$  há uma redução média de  $368,2 \text{ kg ha}^{-1}$  na massa seca do pasto no intervalo de 14 a 30 dias o que nos fornece a primeira medida indireta do consumo pelos animais (CMS), já que os trabalhos compilados não fornecem esses dados aqui o CMS foi extraído da modelagem.

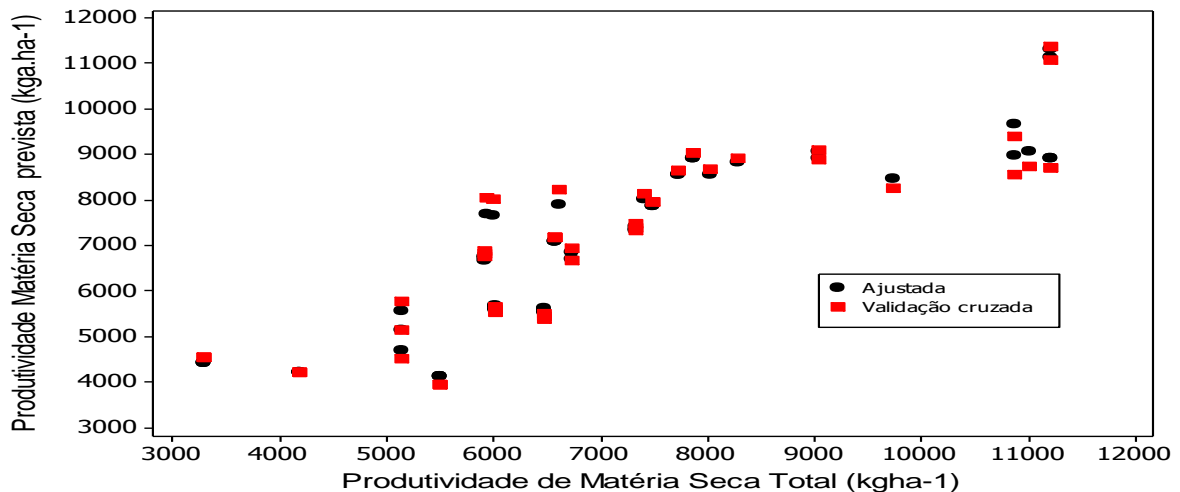


Figura 15. Validação cruzada para um modelo com 8 variáveis independentes. Fonte: dados da tese.

Conforme Reis e Silva (2006) o efeito sobre o CMS (Consumo de Massa seca) está relacionado com a oferta de forragem (% Peso Corpóreo) e a taxa de consumo aumenta com a altura do dossel forrageiro até atingir um ponto de máximo. Assim se a taxa de lotação for inadequada o sistema perde produtividade e, portanto, os resultados são coerentes mostrando efeito tanto da TL quanto da altura do pasto sobre a MS total (Figura 16). O conjunto de metadados avaliado (Figura 6) não permitiu reunir dados suficientes para se avaliar o efeito do CMS (Consumo de massa seca) sobre a MS total de pasto. Altos consumos por área podem ser associados a altas lotações, diminuindo a MS. Na altura de 15 cm a TL era maior limitando o consumo individual pela oferta e estrutura, mas com mais animais por área (CASAGRANDE, 2010). Contudo, a seguir verifica-se que cada  $\text{kg dia}^{-1}$  de GMD de peso dos animais explica uma redução de  $59,3 \text{ kg ha}^{-1}$  da MSf (Figura 20) o que oferece uma medida indireta do CMS de folhas.

Os níveis de suplementação são o principal determinante do GMD de bovinos criados em pastagens e a massa de folhas disponível por sua vez é afetada tanto pelo GMD (evidente, há um consumo pelos animais conforme o GMD) quanto pela altura do pasto, conforme se vê na sequência. Quantos às variáveis climáticas e de balanços hídricos a MS foi afetada pela temperatura do mês de maio (T5) sendo  $-888 \text{ kg ha}^{-1}$  para cada grau de temperatura. A MS aumenta em  $39 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$  com as chuvas de novembro (P11) e decresce  $24 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$  com as chuvas de dezembro (Figura 16). Conforme a Figura 6 (p.16) a média de dezembro ( $7686 \text{ kg ha}^{-1}$

1) é maior que a de novembro (5146 kg ha<sup>-1</sup>) relacionado às chuvas no mês de novembro (Figura 16), contudo pode haver um desvio padrão de 2045 kg ha<sup>-1</sup> e isto está relacionado a acamamento e apodrecimento de pasto<sup>1</sup>, que deteriora<sup>2</sup> pela alta umidade (FREITAS, 2005).

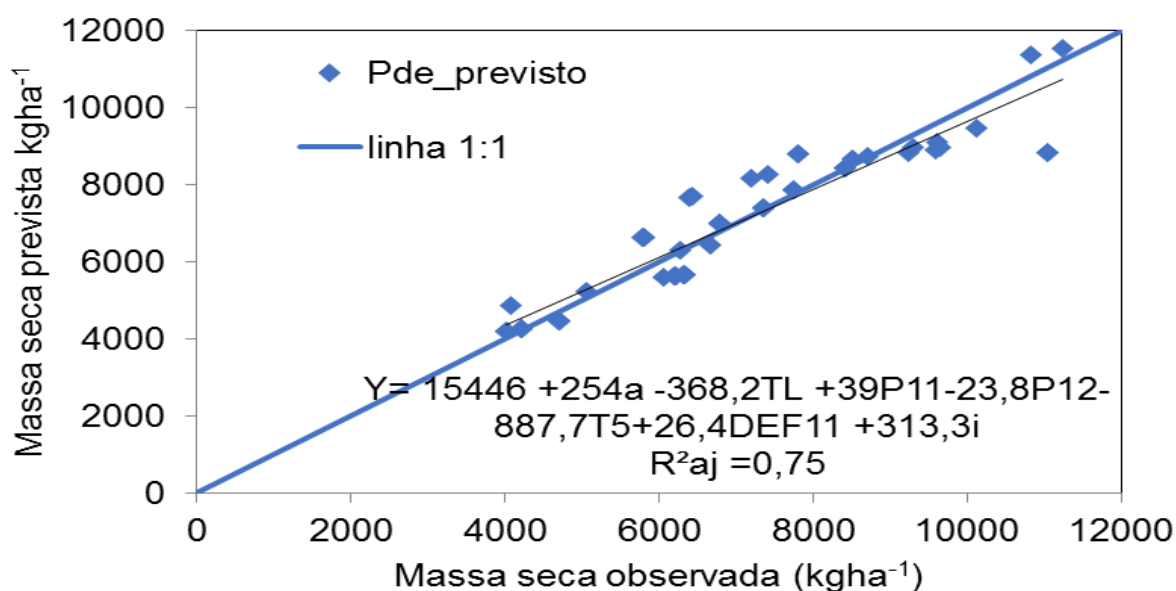


Figura 16. Precisão do modelo de previsão de massa seca de *B. brizantha* para Jaboticabal.  $Y=MS$  = produtividade (kg ha<sup>-1</sup>).  $a$ = altura do pasto. TL = taxa de lotação. P11 = chuva novembro. P12 = chuva dezembro. T5 = temperatura maio. DEF11=Déficit hídrico novembro.  $i$  = frequência de corte. Fonte: dados da tese.

Tabela 5. Estatísticas da análise de variância da regressão para massa seca de *B. brizantha* em Jaboticabal.

	Erro padrão*	Teste T	valor-p	MAPE %	EP reg
Interseção	4151,0	3,7	0,00	1,98	1075,1
Altura do pasto	38,6	6,6	0,00	-	-
TL	141,0	-2,6	0,01	-	-
P11	14,9	2,6	0,01	-	-
P12	12,3	-1,9	0,06	-	-
T5	170,9	-5,2	0,00	-	-
DEF11	7,6	3,5	0,00	-	-
Idade	41,9	7,5	0,00	-	-

TL = taxa de lotação. P11 = chuva novembro. P12 = chuva dezembro. T5 = temperatura maio. DEF11=Déficit hídrico novembro. Fonte: dados da tese. MAPE= (Mean Average Percentage Error). EPreg = erro padrão da regressão (kg ha<sup>-1</sup>). \*Dos coeficientes. Fonte: dados da tese.

<sup>1</sup> Dicionário Michaelis português: pasto = erva utilizada para alimentação do gado.

Dicionário Aurélio português: pasto = erva utilizada para alimentação do gado.

Pandu, P. Dicionário brasileiro da língua inglesa. v. 4. 1981. Pasto = grass, food.

<sup>2</sup> Putrefaz.

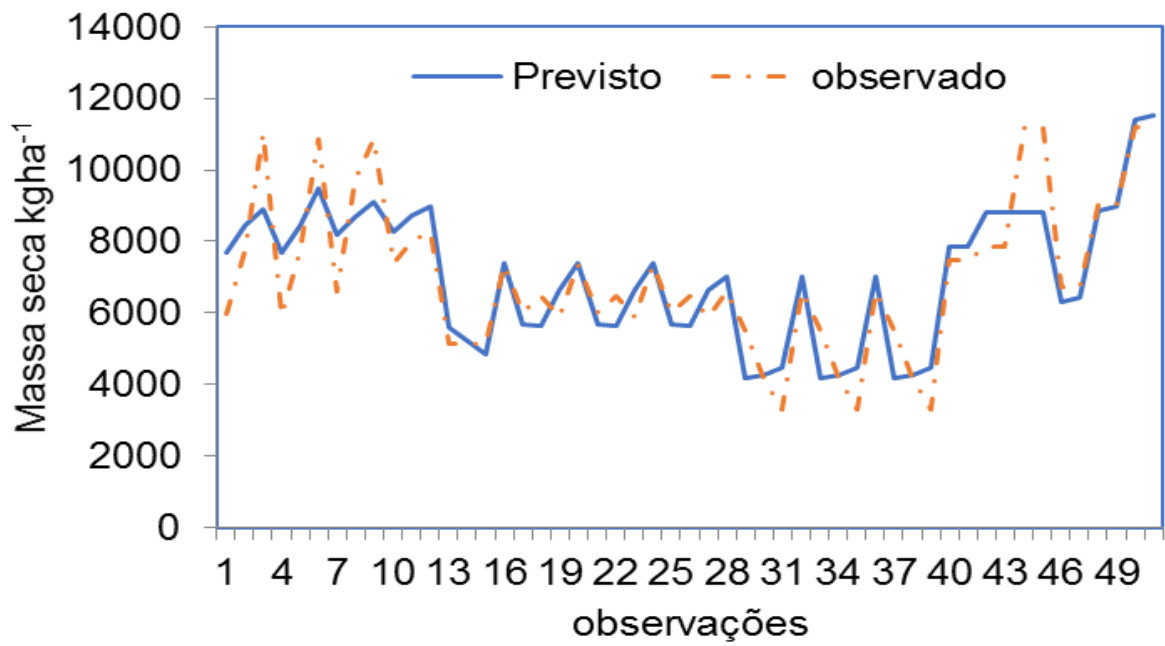


Figura 17. Acurácia do modelo de previsão da massa seca de *B. brizantha*. Fonte: dados da tese.

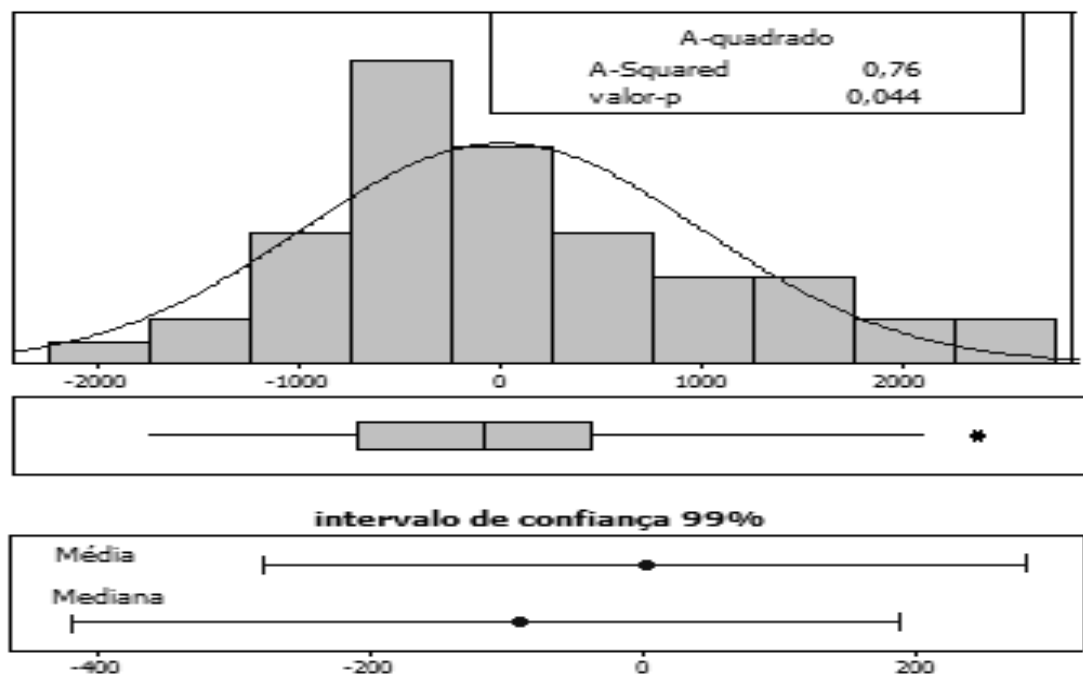


Figura 18. Normalidade dos resíduos dos modelos para Previsão de Massa seca de Pasto de *B. brizantha*. valor-p >0,01 Significa que os resíduos são normais. Fonte: dados da tese.

## METADADOS DE PASTEGEM NÃO IRRIGADA DA UNESP DE JABOTICABAL

### MASSA SECA DE FOLHAS *Brachiaria brizantha*

O teste de Anderson-Darling sobre os resíduos dos dados não transformados resultou em não normalidade para o modelo de previsão da MS de folhas (MSf) ( $p < 0,005$ ) o que indicou a necessidade de transformação, pela raiz quadrada) dos dados após o que os resíduos foram normais ( $p > 0,01$ ) (Figura 19). A análise gráfica dos resíduos também descartou a autocorreção dos resíduos confirmando a independência dos erros.

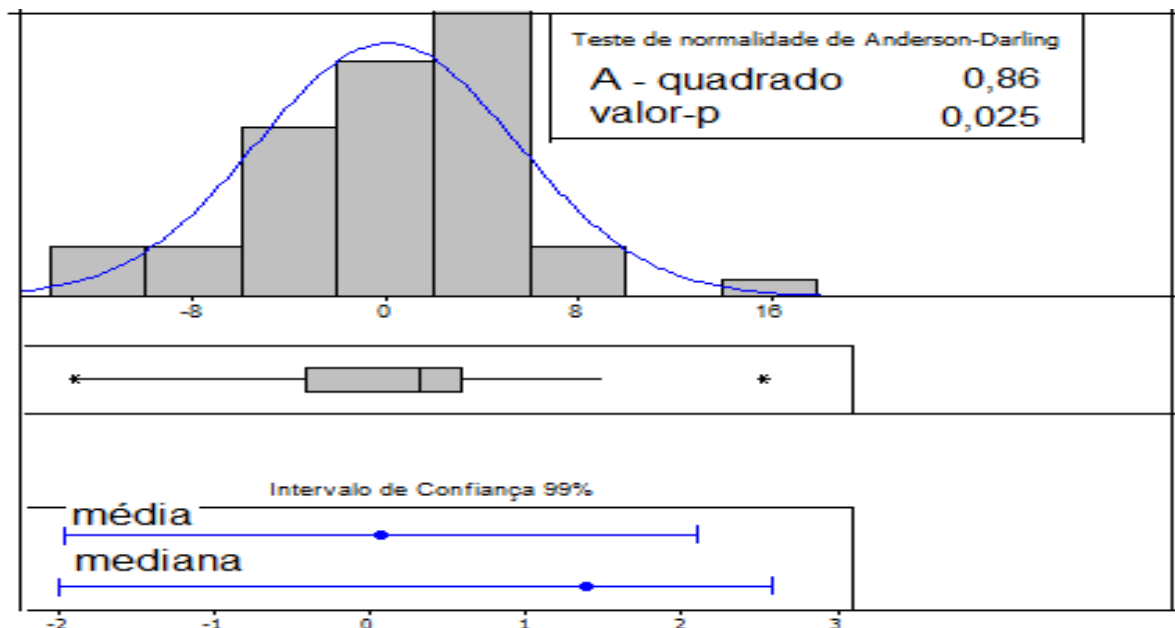


Figura 19. Teste de normalidade sobre os resíduos (dados transformados) da MSf, histograma, *Box-plot* e intervalo de confiança. Valor  $p > 0,01$  indica que os resíduos são normais.

O GMD não exerceu efeito sobre a MS total (Figura 16) o que se explica pelo fato de o mesmo não diferenciar entre % de folhas ou colmo, contudo para MSf houve efeito ( $p < 0,01$ ) tanto para GMD quanto altura do pasto e % de Folhas. Para cada kg de GMD tem-se uma redução da MSf de  $7,7 \text{ (kg ha}^{-1}\text{)}^{0,5}$ , o que significa  $59,3 \text{ kg ha}^{-1}$  de MSf (Figura 20). Quanto à altura do pasto (cada 1m) e % folhas (cada 1% respectivamente representam uma MSf de  $0,52$  e  $262,4 \text{ kg ha}^{-1}$  (Figura 20). Os níveis de suplementação não exerceram efeito sobre a MSf, contudo, à frente verifica-se que em condições de irrigação esta suplementação protéico/energética é a principal variável responsável pelo GMD sendo que cada kg de suplemento é responsável por  $80\text{g}$  de GMD (Figura 25, Tabela 7). Destaca-se também o efeito da

temperatura de setembro ( $T_9$ ) e o déficit hídrico de outubro ( $DEF_{10}$ ) sobre a MSf (Figura 20) reforçando a idéia discutida anteriormente de que o aumento de temperatura nesta época associada a disponibilidade hídrica pela antecipação das chuvas ou via irrigação contribuem para o aumento da MS e da MSf e isso pode ser verificado nos trabalhos de DANTAS (2015), JANUSKIEVICZ (2008) e VIEIRA (2011) (Figura 2) e, pela normal climatológica que mostra a possibilidade de antecipação das chuvas (Figura 2) além do conjunto de metadados do trabalho que demonstram sem irrigação a menor MS até novembro (Figura 24). Para cada  $1^\circ\text{C}$  de  $T_9$  equivale  $7,34 \text{ kg ha}^{-1}$  de MSf e para 1 mm de  $DEF_{10}$  equivale à uma redução de  $0,0064 \text{ kg ha}^{-1}$ , o que apesar de estatisticamente significativo ( $p < 0,00$ ), numericamente é desprezível. Assim o fator manejo (suplementação), foi o maior responsável pelo desempenho animal em tais experimentos, sem desprezar a importância da MSf a que representa  $-59,3 \text{ kg ha}^{-1}$  para cada kg de GMD o que indiretamente nos fornece uma segunda aproximação do consumo de massa seca (CMS) da forragem concordando com CASAGRANDE (2010) que o consumo afeta a MS. O efeito da temperatura é marcante na estacionalidade da produção forrageira tanto de espécies de inverno quanto de verão não apenas de *B. brizantha*. O capim tifton 85 (verão) irrigado e semeado sobre a aveia do 1º ao 5º ciclo de pastejo (de maio a novembro) aumentou a MS de 965 para  $2390 \text{ kg ha}^{-1}$  enquanto a aveia (inverno) manteve a produtividade na média  $493 \text{ kg ha}^{-1}$ . Sem irrigação o Tifton 85 aumentou de 606 para  $2771 \text{ kg ha}^{-1}$  enquanto a aveia reduziu a MS de 940 para  $59 \text{ kg ha}^{-1}$  de maio a novembro (SANCHES *et al.*, 2015).

Tabela 6. Estatísticas da análise de variância da regressão para massa seca de Folhas de *B. brizantha* em Jaboticabal.

	Erro padrão*	Teste T	Valor-p	MAPE (%)	EPreg
Interseção	#N/D	#N/D	#N/D	0,39	5,8
Altura	0,11	6,05	0,00		
GMD	4,37	-1,62	0,11		
Idade	0,16	4,75	0,00		
%folhas	4,09	4,62	0,00		
$T_9$	0,34	7,95	0,00		
$DEF_{10}$	0,02	-3,60	0,00		

GMD = GMD.  $T_9$ =temperatura mês de setembro.  $DEF_{10}$  = Déficit do mês 10. MAPE= (*Mean Average Percentage Error*). EPreg = erro padrão da regressão ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). \*Dos coeficientes. Fonte: dados da tese. #N/D = não determinado.

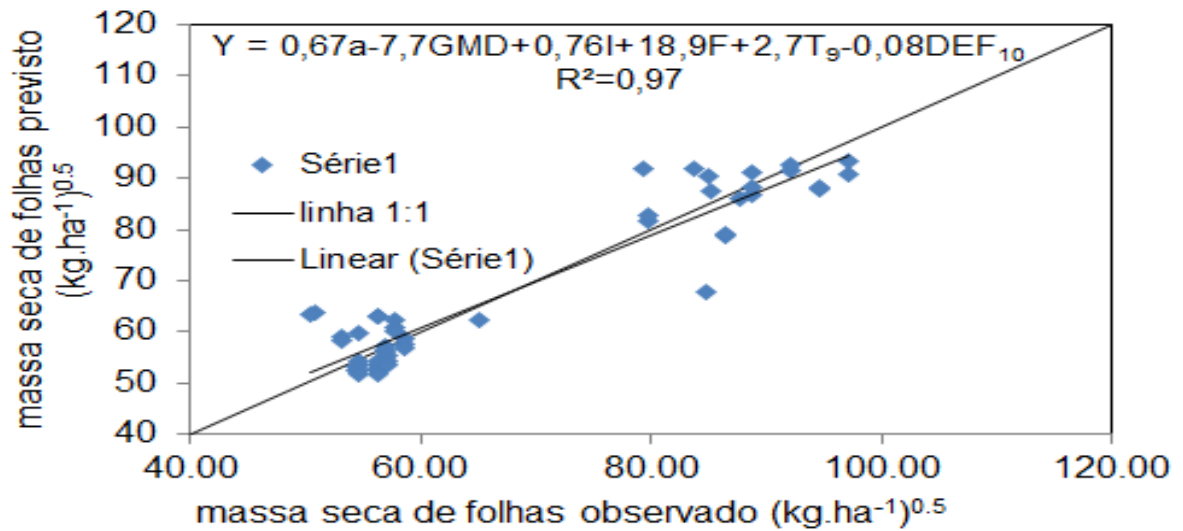


Figura 20. Precisão do modelo de previsão de massa seca de folhas de *B. brizantha* para Jaboticabal.

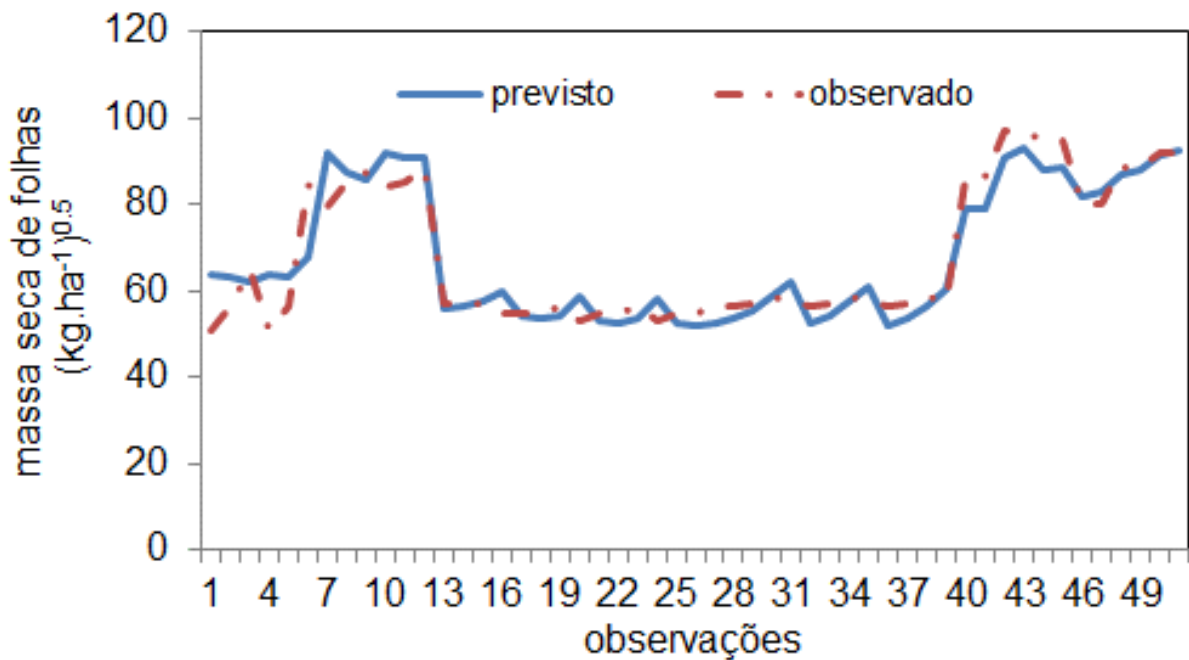


Figura 21. Acurácia do modelo de previsão da massa seca de folhas de *B. brizantha*. Fonte: dados da tese.

A precisão dos modelos de previsão da MSf foi alta (Figura 20) e a acurácia foi elevada (Figura 21). A inclusão de variáveis relacionadas a estrutura do dossel (Frequência de corte e % de folhas) e ao animal (GDM) associadas às variáveis de balanços hídricos foram eficientes e reduziram expressivamente o erro (MAPE =0,39, Tabelas 3 e 6, comparar valores de MAPE), o que significa que o modelo erra em 0,39%. Do total de mais de 5 trilhões de combinações possíveis das 15 variáveis

independentes (Figura 22) encontrou-se 19 significativos e apenas 1 sem problemas de colinearidade (Figuras 20 e 22).

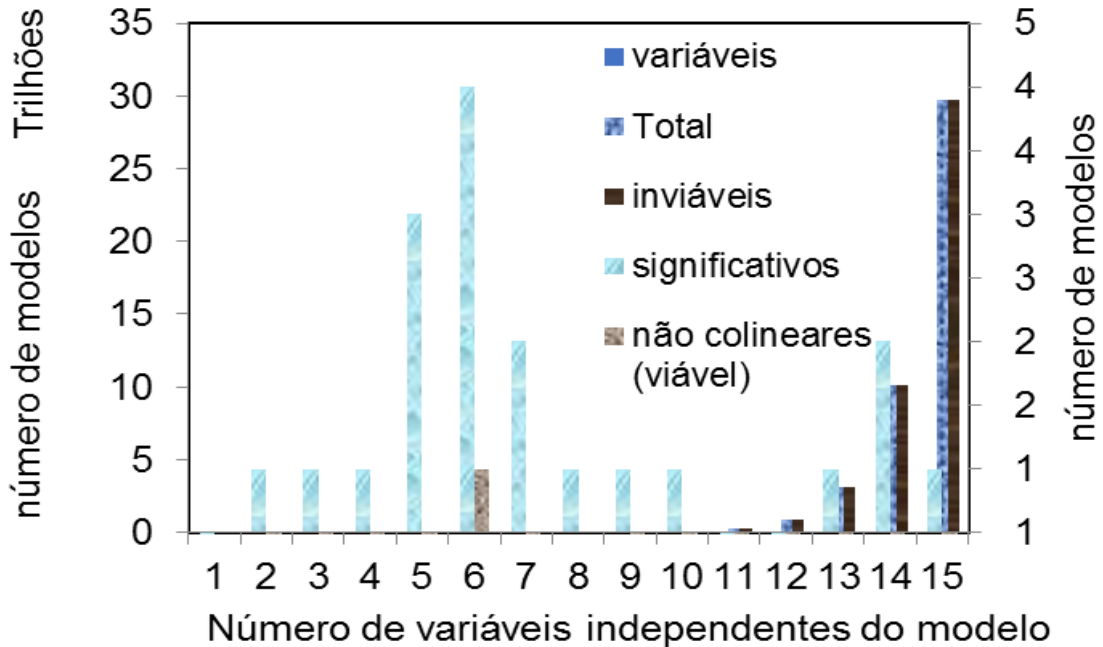


Figura 22. Produtividade MS de folhas. Número total de combinações possíveis, número de modelos significativos, número de modelos viáveis, número de modelos inviáveis. Modelos significativos e não colineares no eixo da direita. Total de modelos e modelos insignificantes do lado esquerdo. Fonte: dados da tese.

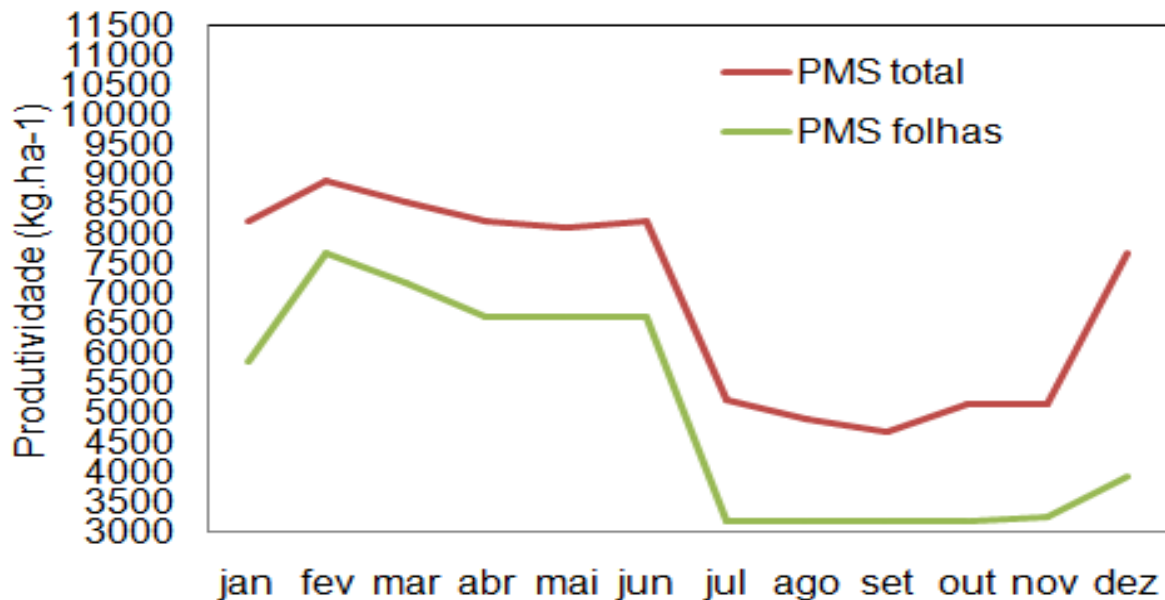


Figura 23. Massa seca (MS) total mensal (média) e massa seca (MS) média de folhas de *B. brizantha* obtidos na UNESP Jaboticabal em condições de irrigação. Fonte: dados da tese.



## METADADOS DE PASTAGEM NÃO IRRIGADA DA UNESP DE JABOTICABAL

### GANHO MÉDIO DIÁRIO DE PESO (GMD) POR BOVINOS SOBRE *Brachiaria brizantha*

A principal variável explicativa do GMD por bovinos em pasto de *B. brizantha* dentre o conjunto de metadados avaliados é a suplementação protéico/energética (Figura 25), não obstante o GMD tenha explicado significativamente a MSf (Figura 20) sendo que cada kg de suplemento resulta em média 80g de GMD (Figura 25) variando de 0,5 a 0,92 kg dia<sup>-1</sup> cab<sup>-1</sup> com níveis de SPE variando de 0,5 a 5,2 kg dia<sup>-1</sup> cab<sup>-1</sup>. Quanto as variáveis climatológicas, o principal efeito decorre do déficit hídrico (abril e junho) e precipitação (janeiro) resultando respectivamente em 2, -10 e -2 g dia<sup>-1</sup> no GMD por mm. A precisão do modelo ajustado foi alta ( $R^2 = 0,8$ , figura 26) e a acurácia (MAPE = 1,09%), ou seja, o modelo erra em apenas 1,09% referente aos valores extremos (Tabela 7, figura 26). O déficit hídrico de abril e junho estão relacionados à redução da oferta de massa aos animais e conseqüentemente da ingestão. A queda do GMD em janeiro ocorre em função da precipitação (chuva) e pode estar relacionada ao aumento da umidade da forragem o que conseqüentemente reduz a ingestão de matéria seca, o que reforça a importância da suplementação mesmo durante às águas.

Tabela 7. Estatísticas da análise de variância da regressão para Ganho Médio Diário (GMD) de bovinos em *B. brizantha* na UNESP Jaboticabal.

	Erro padrão	Stat t	valor-p	MAPE (%)	EPreg
Interseção	0,18	13,86	0,00	1,09	0,1
DEF <sub>6</sub>	0,00	-13,01	0,00	-	-
SPE	0,01	8,83	0,00	-	-
DEF <sub>4</sub>	0,00	6,80	0,00	-	-
P <sub>1</sub>	0,00	-6,53	0,00	-	-
I	0,00	-4,82	0,00	-	-

I = frequência de corte. DEF<sub>4</sub> = déficit do mês de abril. DEF<sub>6</sub> = déficit hídrico de junho. SPE = suplementação protéica/energética. P<sub>1</sub> = precipitação de janeiro. MAPE= (*Mean Average Percentage Error*). EPreg = erro padrão da regressão (kg ha<sup>-1</sup>). \*Dos coeficientes. Fonte: dados da tese.

O GMD nos experimentos avaliados variou de 0,4 a 1,2 kg.cab<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> com média de 0,77 e moda de 0,82 kg cab dia<sup>-1</sup> (Figura 27). Embora os dados desta tese sejam referentes à pastejo contínuo convém citar como referência que estes valores obtidos em pasto de *B. brizantha* foram semelhantes aos que têm sido obtidos em

confinamento conforme reportado em meta-análise, com peso vivo inicial variando de 151 a 497 e peso final variando de 213 a 606 kg (Tabela 8) o que equivale a um ganho total de 16 arrobas durante essas duas fases conjuntamente (AZEVEDO et al., 2010) o que demonstra a viabilidade de se obter desempenho de bovinos em regime de pasto semelhantes ao que se tem obtido em confinamento. Estes dados também concordam em parte com Vieira (2011) que obtiveram GMD em confinamento em torno de 0,8 kgcabdia<sup>-1</sup>, contudo em pasto de *B. brizantha* os valores foram em média de 0,60 kgcabdia<sup>-1</sup> (Figura 28). Por outro lado, BARBERO (2016) obteve GMD de até 1,2 kgcab<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup> em pasto de *B. brizantha* (Figura 27). Essas diferenças podem ser explicadas por variações em relação ao ano, em relação à raça, cruzamento, indivíduo (animal), relação F/C, níveis de suplementação, composição química do suplemento e período do ano em que foi realizado o experimento.

Tabela 8. Valores de GMD para bovinos em confinamento reportados na meta-análise de Azevedo *et al* (2010)

	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Moda
Mestiço	0,02	1,95	1,00	0,99	0,86
Nelore	0,01	1,68	0,90	0,94	1,95

Fonte: compilado de Azevedo *et al.* (2010).

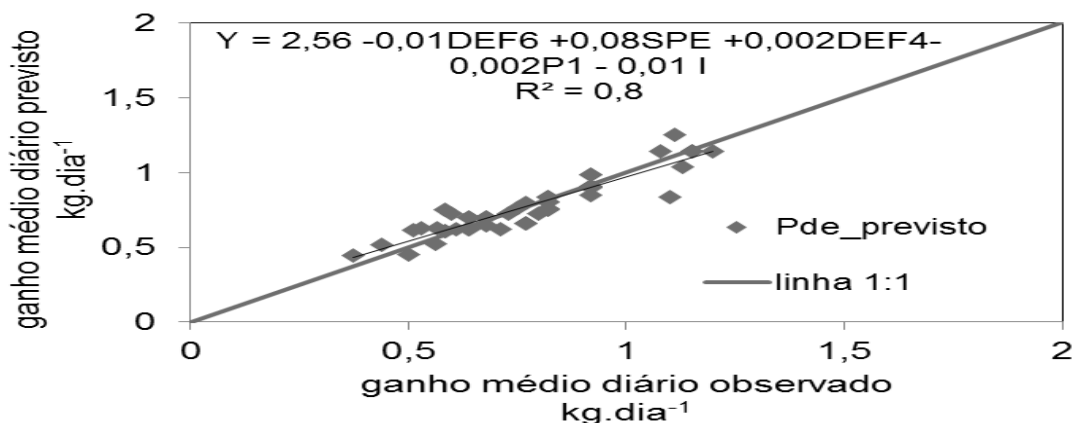


Figura 25. Precisão do modelo de previsão do ganho de peso de bovinos em *B. brizantha* para Jaboticabal. MS = ganho de peso (kgcabdia<sup>-1</sup>). DEF6 = déficit hídrico de junho (mm). SPE = suplementação protéico/energética (kgcabdia<sup>-1</sup>). DEF4 = déficit hídrico de abril (mm). P1 = precipitação de janeiro (mm). I = frequência de corte (dias). Fonte: dados da tese.

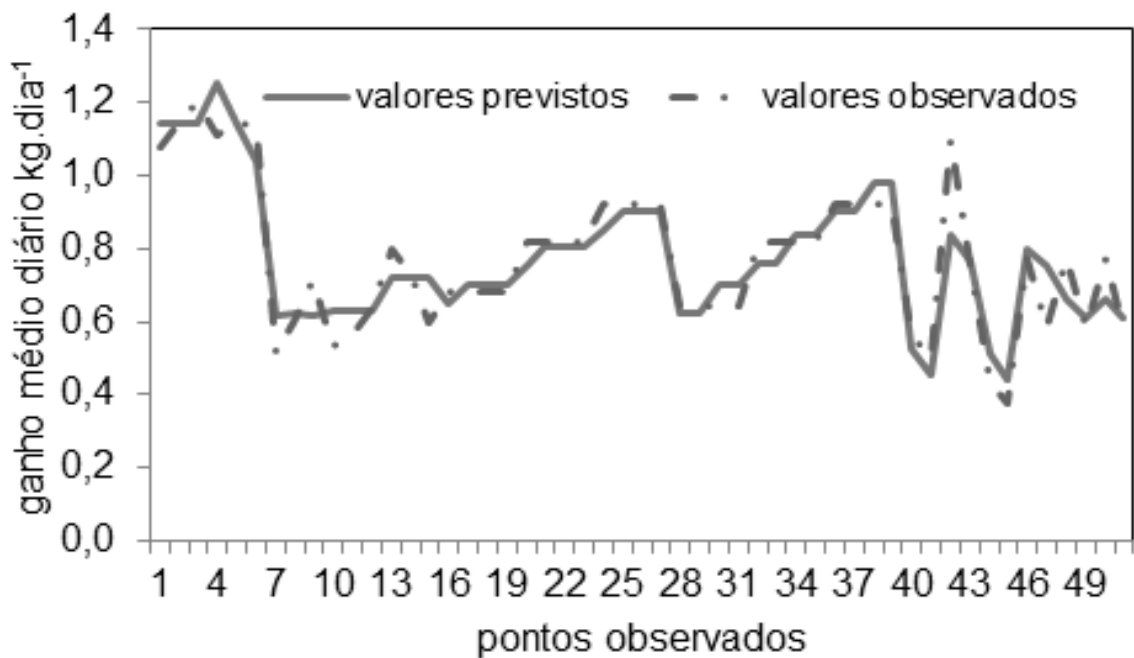


Figura 26. Acurácia do modelo de previsão do GMD de bovinos em pasto de *B. brizantha*. Fonte: dados da tese.

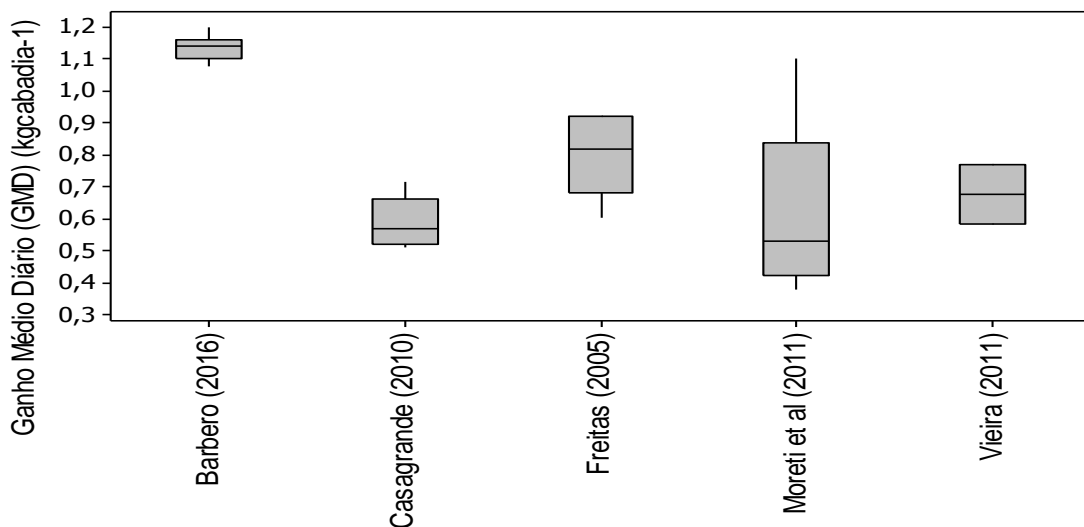


Figura 27. Ganho médio diário de Peso (GMD) dos experimentos avaliados na modelagem. Fonte: Metadados do trabalho.

Dos 5 trilhões de combinações possíveis das 58 variáveis independentes apenas 21 foram significativas e apenas 1 destas foi viável, não colinear (Figura 28). O teste de Anderson-Darling demonstrou normalidade dos resíduos (valor  $p > 0,01$ ) (Figura 29) e análise dos gráficos residuais demonstrou independência dos erros, não havendo, portanto, autocorreção.

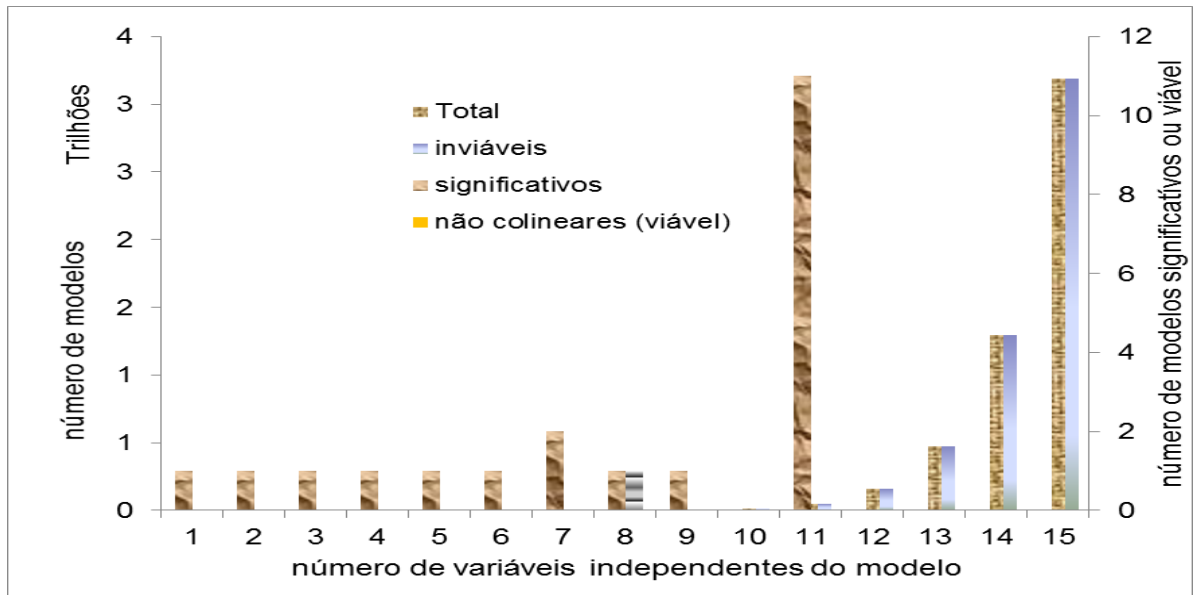


Figura 28. Número total de combinações possíveis, número de modelos significativos, número de modelos viáveis, número de modelos inviáveis. Modelos significativos e não colineares no eixo da direita. Total de modelos e modelos insignificantes do lado esquerdo. Fonte: dados da tese.

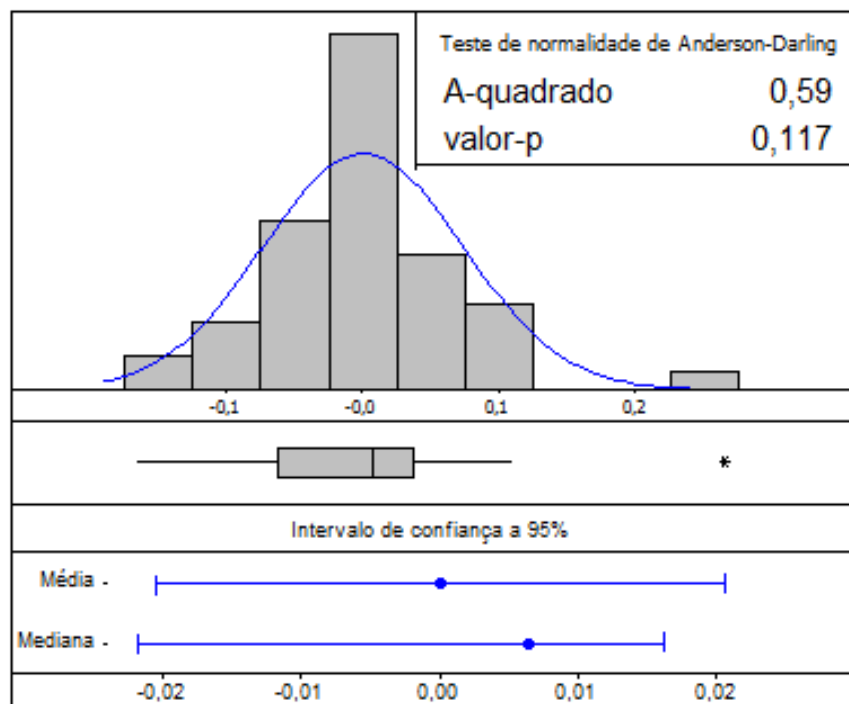


Figura 29. Teste de normalidade sobre os resíduos (dados transformados) da MSf, histograma, *Box-plot* e intervalo de confiança. Valor  $p > 0,10$  indica que os resíduos são normais. Fonte: dados da tese.

## CONCLUSÕES

O aumento da temperatura média  $T_9$  (setembro) favorece o aumento da MS total de pasto do ano seguinte, desde que acompanhada de disponibilidade hídrica, via irrigação ou se o ano for de chuvas antecipadas a partir de setembro e outubro para a região Centro-Sul.

A *B. brizantha* responde linearmente a adubação NK devido à capacidade de perfilhamento, e conseqüentemente na produção de massa seca.

O erro dos modelos com dados agregados de experimentos irrigados e não irrigados decorre da não inclusão de efeitos de manejo da pastagem e dos animais.

Os modelos ajustados com os dados agregados permitem prever a massa seca mensal de *B. brizantha* com até um ano de antecedência podendo a acurácia ser melhorada pela inclusão das variáveis altura, frequência de corte e taxa de lotação.

Para os dados da UNESP de Jaboticabal sem irrigação as variáveis determinantes da MS total são Taxa de Lotação e variáveis do balanço hídrico de outubro a dezembro ( $DEF_{10}$ ,  $P_{11}$  e  $P_{12}$ ) além de temperatura de setembro ( $T_9$ ).

A MSf é explicada principalmente pelo GMD (Ganho Médio Diário) e pela altura do pasto, mas não é afetada pela SPE (Suplementação proteica/energética) embora esta variável afete o desempenho animal (GMD).

O GMD aumenta linearmente com a inclusão de SPE na dieta dos animais e esta é a principal determinante dos incrementos de GMD em condições de pastagem não irrigada.

Esta tese cumpriu o objetivo disponibilizando uma grande quantidade de modelos satisfatoriamente acurados na previsão de massa seca de *B. brizantha*.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, S. J.; MORAES, A.; CANTO, M. W.; SANDINI, I. **Espécies forrageiras recomendadas para produção animal** Disponível em: <[http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/zootecnia/anaclaudiaruggieri/especies\\_forrageiras-anibal.pdf](http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/zootecnia/anaclaudiaruggieri/especies_forrageiras-anibal.pdf)>. Acesso em: 21 ago. 2016.
- AZEVEDO, J.A.G.; VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S.; *et al.* A meta-analysis of dry matter intake in Nellore and Zebu-crosses cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.8, p.1801-1809, 2010.
- BARBERO, R.P. **Altura do pasto e suplementação na recria de tourinhos e efeitos sobre a terminação**. Jaboticabal. 2016. 82f. Tese (doutorado em Zootecnia). – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2016.
- BARBOSA, M. A. A. F.; CASTRO, L. M.; BARBERO, R. P.; BRITO, V. C.; MIORIN, R. L.; SILVA, L. D. F.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. MS. Performance of beef cattle on pasture of *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés maintained at different sward heights. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, supl. 2, p. 4133-4144, 2013.
- Camargo, A.P. **Balanco hídrico no Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, p. 1-28. 1971. (Boletim Técnico, 116).
- CARVALHO, P.C.F.; TRINDADE, J.K.; BREMM, C.; MEZZALIRA, J.C.; FONSECA, L. Comportamento ingestivo de animais em pastejo. In: REIS, R.A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G.R. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**, Jaboticabal, Funep. p. 703-738. 2014.
- CASAGRANDE, D R; AZENHA, M. V.; VALENTE, A. L. S.; VIEIRA, B R; MORETTI, M H; MORETTI, M H; RUGGIERI, A C; REIS, R. A.; BERCHIELLI, T.T. Canopy characteristics and behavior of Nellore heifers in *Brachiaria brizantha* pastures under different grazing heights at a continuous stocking rate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.11, p.2294 - 2301, 2011.
- CASAGRANDE, D.R. **Suplementação de novilhas de corte mantidas em pastagem de capim marandu manejada sob intensidades de pastejo em lotação contínua**. 2010. Tese (Zootecnia - Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2010.
- CAVALLINI, MC; ANDREOTTI M; OLIVEIRA LL; PARIZ CM; CARVALHO MP. 2010. Relationships between MSield of *Brachiaria brizantha* and physical properties of a savannah oxisol. **Brazilian Journal of Soil Science**, Viçosa, v.34, p. 1007-1016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832010000400001>>.
- COSTA, N. R. ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; KENMS SAMEJIMA MASCARENHAS

LOPES, K. S. M.; SANTOS, F. G.; PARIZ, C. M. Macronutrient accumulation and decomposition of *Brachiaria* sp as a function of nitrogen fertilization during and after intercropping with corn. **Brazilian Journal of Soil Science**, Viçosa, v. 38, p. 1223-1233, 2014. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v38n4/19.pdf>>.

CRUZ, P. G. Forage production ***Brachiaria brizantha*: adaptation, generation and evaluation of empirical and mechanistic models to estimate the forage accumulation**. 2010. 102f. Tese (Doutorado em Ciência animal e Pastagens). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2010.

DANTAS, G. F. **Productivity and quality of *Brachiaria* irrigated in fall/winter**. 2015. 43f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, Jaboticabal, 2015.

DOUGHERTMS, C. 2016. Properties of the regression coefficients and hMSpothesis testing. In: DOUGHERTMS, C. **Introduction to econometrics**. 5<sup>th</sup> ed. OXFORD UNIVERSITMS PRESS. 608p.

FAGUNDES, J. L. *et al.* Evaluation of structural characteristics of the signal grass in a nitrogen fertilized pasture over the seasons of the year. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 30-37, 2006.

FAGUNDES, J.L. *et al.* Biomass of the forage in *Brachiaria decumbens* pastures fertilized with nitrogen. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 397-403, 2005.

FARIA, R.T. (2015). Calibração, teste e aplicação do modelo CROPGRO Perennial Forage para *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, sob irrigação e doses de nitrogênio. **Plataforma lattes**. Disponível em: < <http://lattes.cnpq.br/7609443602759381>>. Accessed in 01/17/2017.

FERNANDES, L. O.; REIS, R. A.; PAES, J. M. V.; TEIXEIRA, R. M. A.; QUEIROZ, D. S.; PASCHOAL, J. J. Performance of Girl young bull maintained in “*Brachiaria brizantha*” pastures submitted to different management. **Brazilian Journal of Health and Animal Production**, Salvador, v. 16, n. 1, p. 36-46, 2015.

FIGUEIREIRO FILHO, D.B.; PARANHOS, R.; SILVA JUNIOR, J.A.; ROCHA, E.C.; ALVES, D.P. O que é, para que serve e como se faz uma meta-análise. **Teoria e pesquisa**, São Carlos, v.23, n.2, p. 205 – 228, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4322/tp.2014.018>>.

FREITAS, D. **Suplementação da dieta de novilhos de três grupos genéticos em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú**. 2005. 98f. Tese (Zootecnia) Tese (Zootecnia - Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2005.

GAZOLA, G. R. N.; MELLO, L. M. M.; RAÍSSA PEREIRA DINALL, R. P.; FILHO, M.

C. M. T.; CELESTRINO, T. S.; DUPAS, E.; GARCIA, C.M.P.; DrMS matter yield and tillering of *Brachiarias* sown at depths intercropped with corn. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 10, p. 1776-1782, 2014.

GERDES, L.; JOAQUIM CARLOS WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T.; CARVALHO, D. D.; SCHAMMASS, E. A.; Evaluation of Agronomic and Morphologic Characteristics of the Grasses *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Setaria sphacelata* cv. Kazungula and *Panicum maximum* cv. Tanzania<sup>-1</sup> at 35 Days of Growth in the Seasons of the MSeAr. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 947-954, 2000.

GUJARATI, D.N; PORTER, D.C. 2011. **Econometria básica**. 5ª Ed. Editora MC Graw Hill.

HOOGENBOOM, G., JONES, J.W.; WILKENS, P.W.; PORTER, C.H.; BOOTE, K.J.; HUNT, L.A.; SINGH, U.; LIZASO, J.L.; WHITE, J.W.; URMSASEV, O.; ROMSCE, F.S.; OGOSHI, R.; GIJSMAN, A.J.; TSUJI, G.M.S.; KOO, J. 2012. **Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT) Version 4.5**. [CD-ROM]. UniversitMS of Hawaii, 2012.

HOUZE R.A. Solar radiation at the top of the atmosphere. In: Houze RA. **International Geophysics**. 26: 28-49. 1980 Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0074-6142\(08\)60677-4](https://doi.org/10.1016/S0074-6142(08)60677-4)> Acesso em out 2016.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário de 2006**. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/sidra>> Acesso em: maio de 2012.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br/sidra> > Acesso em: maio de 2014a.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **SIDRA**. Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br/sidra> > Acesso em: maio de 2014b.

JANUSKIEWICZ, E. R. **Herbage sward characteristics and ingestive behavior of dairy cattle on marandu palisade grass subjected to rotational stocking under different grazing intensity**. 2008. 126f. Dissertação (mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2008.

JONES, J.W.; LUMSTEN, J.C. Simulation of biological processes. In: Peart, R.M.; CURRMS, R.B. Agricultural system modeling and simulation. MARCEL DENKER INC: Gainesville, p. 19-20.

LIBERTI, L.; LAVOR, C.; MACULAN, N.; MUCHERINO, A. Euclidean Distance GeometrMS and Applications. **Society for industrial applications Review**, Philadelphia, v.56, n.1, p. 3-69, 2014.

LOVATTO P.A.; LEHNEN, C.R.; ANDREATTA, I. Meta-análise em pesquisas



científicas - enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, SE, 285-294, 2007.

MACEDO, HF.; GUIMARÃES, ALS.; CARDOSO, VS. LIMA, JCCO. 2014. Estimating countrMS risk: A default probability model based on ratings. **BNDES Journal**, 41, 415-434. Disponível em: <[https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/7047/1/RB%2041%20Estimando%20o%20risco%20pais\\_P\\_BD.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/7047/1/RB%2041%20Estimando%20o%20risco%20pais_P_BD.pdf)> Acesso em 20 de novembro de 2014.

MAGALHÃES, R. T.; OLIVEIRA, I. P.; KLIEMANN, H. J. Relations between drMS matter MSield and the amounts of nutrients exported by *Brachiaria brizantha* on soils under the "barreirão" cropping system. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 32, n. 1, p. 13-20, 2002.

MAKRIDAKIS S.; WHEELWRIGHT, S.C. **Forecasting Methods for Management Available**. Disponível em: <<http://www.poy.ucl.ac.be/etudes/notes/prod2100/cours/Part%206-Forecast.pdf>> Acesso em 10 out. 2014.

MARTINS, R.L.; ROSSI Jr, P.; FERNANDES, A.C.; GRISE, M.M.; MURARO, G.B. Produção de forragem em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv marandu e *Panicum maximum* cv mombaça, em resposta a diferentes doses de nutrientes, em Umuarama-PR. **Revista Acadêmica**, Curitiba, v.4, n.3, p. 59-64, 2006.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, n. 6, p.1548-1558, 1987.

MINITAB INC. (2007). **Minitab Statistical Software**, Release 15 for Windows, State College, Pennsylvania. (cd rom).

MORETO, V.B; ROLIM, G.S. Estimation of annual yield and quality of "Valência" Orange related to monthly water deficiencies. **African Journal of agricultural research**, Victoria Island, v.10, n.6, p. 543 – 553, 2015. Disponível em: <<http://www.academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text-pdf/21D4C4C50178>>.

MORETTI, M.H.; REIS, R.A.; CASAGRANDE, D.R. *et al.* Suplementação protéica energética no desempenho de novilhas em pastejo durante a fase de terminação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 606-612, 2011.

MTE – Ministério do Trabalho e Emprego. **Relatório Anual de Informações Sociais**. Disponível em: <<http://bi.mte.gov.br/bgcaged/rais.php>> Acesso em maio de 2014.

MUNIZ, LC; VIU, MAO; MAGNABOSCO, CU.; LOPES, DT. Modelagem e simulação na agropecuária. **Pubvet**, Maringá, v. 1, n. 11, p. 1982-1263, 2007. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/antigos/11>>.

OLIVEIRA, PPA; TRIVELIN PCCO; OLIVEIRA WS; CORSI M. N and S Fertilization and Recovery of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu Pasture on Sandy Soil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.4, p. 1121-1129, 2005. Disponível em:

<<http://www.revista.sbz.org.br/artigo/index.php?artigo=4505>>.

PEDREIRA, C. G. S. Modelagem matemática na estimativa de respostas agronômicas e fisiológicas de cinco cultivares de *Brachiaria* spp. sob duas intensidades de desfolhação em função da temperatura do ar e do fotoperíodo **Plataforma Lattes**. Disponível em: < <http://lattes.cnpq.br/5324984796978878>> Acesso em: 01 ago. 2017b.

PEDREIRA, C. G. S. Respostas agronômicas e adaptação do modelo CROPGRO para predição de crescimento de três cultivares de plantas forrageiras irrigadas e não irrigadas. **Plataforma Lattes**. Disponível em: < <http://lattes.cnpq.br/5324984796978878>> Acesso em: 01 ago. 2017c.

RASSINI, J. B. Período de estacionalidade de produção de pastagens irrigadas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 39, n. 8, p. 821-825, 2004.

REIS, R.A.; SILVA, S.C. Consumo de forragens. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep. 2006. p. 79-109.

REIS, R.S; BECKER, L.A.; SILVA, A.T. Prevenção de doenças crônicas não transmissíveis baseada em evidências na atenção primária de saúde no Brasil. In: EPCP Projetos. Disponível em: <<https://gpaq.com.br/project/epcp/>> acesso em maio de 2018.

REVISTA BW. Probabilidade e Estatística: Acurácia, Precisão e Exatidão. **Revista Brasileira de Web: Tecnologia**. Disponível em <<http://www.revistabw.com.br/revistabw/probabilidade-e-estatistica-acuracia-precisao-e-exatidao/>>. Acesso em: 25 mai. 2017.

RODRIGUES, D.C. **Produção de forragem de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Rochst. ex A. Rich) Stapf e modelagem de respostas produtivas em função de variáveis climáticas**. 2004. 112f. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2004.

SANCHES, A.C; GOMES, E.P.; MAX E. RICKLI, M.E; *et al.* Produtividade e valor nutritivo do capim Tifton 85 irrigado e sobressemeado com aveia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.2, p.126-133, 2015.

SANTOS, M.E.R., FONSECA, D.M., BALBINO, E.M., MONNERAT, J.P.I.S., SILVA, S.P. Capim-braquiária diferido e adubado com nitrogênio: produção e características da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.4, p.650-656. 2009.

SAUVANTE D.; SCHMIDELMS, P; DAUDIN, J.J. Meta-analyses of experimental data in animal nutrition. **Animal**, Londres, v. 2, n.8, p.1203-1214, 2008.

SILVA, J.F.C. Mecanismos reguladores de consumo. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal. Funep. 2006. p.57-78.

SILVA, JFF. 2008. Modelação e Previsão de Utilizações de Água Usando uma Ferramenta de Optimização para a Estimção de Parâmetros. **Revista Engenharia Civil**, Minho, n.33, 203-214. <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n33/Artigo05-Pag53-64.pdf>

SOARES FILHO, C.V. **Avaliação d9e dez gramíneas forrage9iras na região noroeste do estado de São Paulo**. 2001. 117f. Tese (Zootecnia) Tese (Zootecnia - Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2001.

THORNTHWAITE, CW.; MATTER, JR. The water balances. **Publications climatol.** 1. 104. 1995

TONATO, F.; BARIONI, L. G.; PEDREIRA, C. G. S.; DANTAS, O. D.; MALAQUIAS, J. V. Development of forage accumulation prediction models in tropical pastures. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 5, p. 522-529, 2010.

USDA. United States Department of agriculture. **Cattle summary selected countries**. Disponível em <http://www.usda.gov/>>Acesso em abril 2014.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Cornell University Press: Ithaca, 476 p, 1994.

VIEIRA FILHO. C. **Avaliação de dez gramíneas forrageiras na região noroeste do Estado de São Paulo**. 2001. 117f. Doctoral Thesis - School of Agricultural and Veterinarian Sciences, “Julio de Mesquita Filho” São Paulo State University Jaboticabal, 2006.

VIEIRA, B. R. **Manejo do pastejo e suplementação nas águas e seus efeitos em sistemas de terminação de novilhas na seca**. 2011. 131f. Tese (doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2011.

WALPOLEET RE.; MMSERS RH.; MMSERS SL. 2012. **Probability & Statistics for Engineers & Scientists**, (9th Edition), Upper Saddle River, 791p, 2012.

## IMPLICAÇÕES

Os modelos ajustados podem ser utilizados na programação de aplicativos de celular ou mesmo *softwares* para planejamento do manejo da pastagem a partir das previsões de massa seca de *B. brizantha* em função das variáveis altura do pasto, massa de folhas, ganho de peso, taxa de lotação, níveis de suplementação e frequência de corte, além de dados de adubação NPK chuva, temperatura e balanço hídrico.

Os modelos gerados para os dados agregados de experimentos irrigados e não irrigados podem ser corrigidos pelas variáveis altura do pasto, taxa de lotação e frequências de corte para fins de calibração como modelos de simulação, por exemplo CROPGRO, ou ainda modelos mecanicistas aplicáveis a toda região centro-sul do Brasil comparando com outros tipos de modelos como por exemplo de modelos de séries temporais estacionárias.

Ainda é viável a realização de experimentos para avaliar diretamente o consumo de matéria seca por bovinos em pastagem de *B. brizantha* e validar os valores obtidos indiretamente aqui pela modelagem.

## APÊNDICES

### APÊNDICE AI

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais

ano(s) experimento	Local	mês	kg/ha	RP	N	P2O5	K2O	T1	T2	T3	T4
1995	Araçatuba	dez/95	1,700.00	41.23	117.00	150.00	50.00	26.63	28.10	25.88	24.48
1996	Araçatuba	jan/96	3,200.00	56.57	117.00	150.00	50.00	28.67	26.84	27.03	24.13
1997	Araçatuba	jan/97	4,700.00	68.56	117.00	150.00	50.00	27.85	28.55	25.92	25.02
2003	Piracicaba	mar	2,039.00	45.16	75.00	150.00	75.00	26.30	26.90	27.60	27.80
2005	Jaboticabal	dez	3,629.60	60.25	140.00	30.00	100.00	23.35	19.72	20.04	21.00
2006	Jaboticabal	fev	4,493.40	67.03	140.00	30.00	100.00	24.61	19.72	20.04	21.00
2009	Piracicaba	jun	1,254.00	35.41	300.00	80.00	300.00	23.13	25.00	23.10	20.39
2010	Londrina	agosto	3,495.00	59.12	160.00	217.20	261.60	24.23	25.24	24.31	21.80
2011	Uberaba	janeiro	4,750.00	68.92	300.00	90.00	300.00	24.41	24.74	24.30	22.53
2014	Jaboticabal	jun	1,022.00	31.97	61.32	55.55	73.58	25.50	25.50	24.10	23.00
1996	Araçatuba	mar/96	1,300.00	36.06	117.00	150.00	50.00	27.85	28.55	27.03	24.13
1997	Araçatuba	fev/97	1,000.00	31.62	117.00	150.00	50.00	26.19	28.55	25.92	25.02
2003	Piracicaba	abr	744.00	27.28	75.00	150.00	75.00	23.98	24.46	22.38	23.25
2003	Piracicaba	mai	1,206.00	34.73	75.00	150.00	75.00	23.98	24.46	22.38	20.40
2005	Jaboticabal	jan	4,305.30	65.61	140.00	30.00	100.00	25.32	24.95	21.50	20.70
2006	Jaboticabal	mar	5,514.70	74.26	140.00	30.00	100.00	24.61	20.36	20.04	21.00
2006	Jaboticabal	abr	5,158.40	71.82	140.00	30.00	100.00	24.61	20.36	20.60	21.00
2009	Piracicaba	ago	2,222.00	47.14	300.00	80.00	300.00	23.13	25.00	23.10	20.39
2010	Londrina	agosto	4,028.00	63.47	160.00	217.20	261.60	24.23	25.24	24.31	21.80
2011	Uberaba	março	4,872.00	69.80	300.00	90.00	300.00	24.05	24.35	24.30	22.53
2014	Jaboticabal	jul	2,504.00	50.04	61.32	55.55	73.58	25.50	25.50	24.10	23.00
1996	Araçatuba	abr/96	5,500.00	74.16	117.00	150.00	50.00	27.85	28.55	25.92	24.13
1997	Araçatuba	mar/97	4,100.00	64.03	117.00	150.00	50.00	26.19	26.92	25.92	25.02
2009	Piracicaba	jul	1,631.00	40.39	300.00	80.00	300.00	23.13	25.00	23.10	20.39
2009	Piracicaba	set	3,644.00	60.37	300.00	80.00	300.00	23.13	25.00	23.10	20.39
2010	Londrina	agosto	5,705.00	75.53	160.00	217.20	261.60	24.23	25.24	24.31	21.80

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AII

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

ano(s) experimento	Local	mês	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	P1
1995	Araçatuba	dez/95	22.49	19.48	19.66	21.82	25.09	26.31	27.44	27.91	135.90
1996	Araçatuba	jan/96	21.69	20.53	22.04	24.24	23.22	23.82	26.43	27.07	209.90
1997	Araçatuba	jan/97	21.28	20.03	18.69	21.53	22.68	25.31	25.46	27.73	118.80
2003	Piracicaba	mar	24.00	23.90	21.20	25.10	23.20	28.20	26.70	28.00	363.30
2005	Jaboticabal	dez	22.88	22.95	24.45	24.81	25.27	24.95	25.44	25.72	10.40
2006	Jaboticabal	fev	22.88	22.95	24.45	24.81	25.27	24.95	25.44	25.86	53.70
2009	Piracicaba	jun	17.57	16.83	18.69	20.90	19.36	23.62	22.67	23.10	180.30
2010	Londrina	agosto	17.95	17.15	18.38	18.59	21.61	22.21	25.38	24.58	366.40
2011	Uberaba	janeiro	19.72	18.22	20.43	21.00	24.14	23.63	23.32	24.72	411.20
2014	Jaboticabal	jun	20.20	20.10	18.20	19.80	22.30	23.00	24.10	24.70	99.80
1996	Araçatuba	mar/96	21.69	20.53	22.04	24.24	23.22	23.82	26.43	27.07	118.80
1997	Araçatuba	fev/97	21.28	20.03	18.69	21.53	22.68	25.31	25.46	27.73	405.90
2003	Piracicaba	abr	19.13	19.11	17.30	20.39	21.42	24.24	24.27	24.54	217.60
2003	Piracicaba	mai	19.13	19.11	17.30	20.39	21.42	24.24	24.27	24.54	217.60
2005	Jaboticabal	jan	19.21	22.30	22.84	26.25	24.35	25.81	25.49	25.72	128.00
2006	Jaboticabal	mar	22.88	22.95	24.45	24.81	25.27	24.95	25.44	25.86	53.70
2006	Jaboticabal	abr	22.88	22.95	24.45	24.81	25.27	24.95	25.44	25.86	53.70
2009	Piracicaba	ago	17.57	16.76	18.85	20.90	19.36	23.62	22.67	23.10	180.30
2010	Londrina	agosto	17.95	17.15	18.38	18.59	21.61	22.21	25.38	24.58	366.40
2011	Uberaba	março	19.72	18.22	20.43	21.00	24.14	23.63	23.32	24.72	284.70
2014	Jaboticabal	jul	20.20	20.00	18.20	19.80	22.30	23.00	24.10	24.70	99.80
1996	Araçatuba	abr/96	21.69	20.53	22.04	24.24	23.22	23.82	26.43	27.07	118.80
1997	Araçatuba	mar/97	21.28	20.03	18.69	21.53	22.68	25.31	25.46	27.73	405.90
2009	Piracicaba	jul	17.57	16.76	18.69	20.90	19.36	23.62	22.67	23.10	180.30
2009	Piracicaba	set	17.57	16.76	18.85	20.14	19.36	23.62	22.67	23.10	180.30
2010	Londrina	agosto	17.95	17.15	18.38	18.59	21.61	22.21	25.38	24.58	366.40

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AIII

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

ano(s) experimento	Local	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
1995	Araçatuba	112.00	188.40	141.20	37.00	54.90	4.60	0.00	10.90	109.20	96.70
1996	Araçatuba	255.80	106.80	109.70	72.80	39.60	21.30	0.00	64.10	165.10	78.30
1997	Araçatuba	161.70	186.40	80.20	51.80	17.90	0.00	15.60	101.80	161.30	214.30
2003	Piracicaba	188.00	107.20	0.80	52.60	0.00	44.20	34.30	80.70	32.50	92.00
2005	Jaboticabal	4.00	10.30	3.20	19.10	37.60	184.50	166.80	221.00	644.60	154.70
2006	Jaboticabal	4.00	10.30	3.20	19.10	37.60	184.50	166.80	221.00	644.60	154.70
2009	Piracicaba	144.10	44.10	7.10	39.90	13.90	65.50	16.10	91.70	58.90	74.50
2010	Londrina	170.30	240.70	165.50	75.40	19.20	29.50	90.60	237.90	364.10	203.80
2011	Uberaba	169.50	211.80	96.00	18.30	9.50	0.70	0.00	72.10	176.40	366.90
2014	Jaboticabal	83.00	106.80	63.30	6.70	31.40	33.00	0.00	66.50	90.80	161.70
1996	Araçatuba	161.70	106.80	109.70	72.80	39.60	21.30	0.00	64.10	165.10	78.30
1997	Araçatuba	161.70	186.40	80.20	51.80	17.90	0.00	15.60	101.80	161.30	214.30
2003	Piracicaba	173.00	93.50	32.20	76.70	0.30	66.10	30.30	34.20	53.30	225.80
2003	Piracicaba	173.00	93.50	48.20	76.70	0.30	66.10	30.30	34.20	53.30	225.80
2005	Jaboticabal	59.60	127.40	30.10	46.50	0.00	58.20	50.30	242.60	237.00	416.40
2006	Jaboticabal	105.70	10.30	3.20	19.10	37.60	184.50	166.80	221.00	644.60	154.70
2006	Jaboticabal	105.70	2.50	3.20	19.10	37.60	184.50	166.80	221.00	644.60	154.70
2009	Piracicaba	144.10	44.10	7.10	39.90	43.30	39.60	16.10	91.70	58.90	74.50
2010	Londrina	170.30	240.70	165.50	75.40	19.20	29.50	90.60	237.90	364.10	203.80
2011	Uberaba	188.10	211.80	96.00	18.30	9.50	0.70	0.00	72.10	176.40	366.90
2014	Jaboticabal	83.00	106.80	63.30	6.70	1.80	33.00	0.00	66.50	90.80	161.70
1996	Araçatuba	161.70	186.40	109.70	72.80	39.60	21.30	0.00	64.10	165.10	78.30
1997	Araçatuba	172.20	186.40	80.20	51.80	17.90	0.00	15.60	101.80	161.30	214.30
2009	Piracicaba	144.10	44.10	7.10	39.90	43.30	65.50	16.10	91.70	58.90	74.50
2009	Piracicaba	144.10	44.10	7.10	39.90	43.30	39.60	156.90	91.70	58.90	74.50
2010	Londrina	170.30	240.70	165.50	75.40	19.20	29.50	90.60	237.90	364.10	203.80

Fonte: metadados da pesquisa.



### APÊNDICE AIV

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

ano(s) experimento	Local	P12	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9
1995	Araçatuba	156.50	13.21	13.20	13.19	13.18	13.17	13.16	13.15	13.13	13.12
1996	Araçatuba	199.90	13.07	13.05	13.04	13.02	13.01	12.99	12.98	12.96	12.95
1997	Araçatuba	218.10	12.88	12.86	12.85	12.83	12.81	12.79	12.78	12.76	12.74
2003	Piracicaba	90.80	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46
2005	Jaboticabal	136.90	10.71	10.71	10.71	10.71	10.71	10.71	10.71	10.71	10.71
2006	Jaboticabal	156.30	10.71	10.71	10.71	10.71	10.71	10.71	10.71	10.71	10.71
2009	Piracicaba	140.10	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46
2010	Londrina	240.90	10.82	10.84	10.85	10.87	10.88	10.90	10.92	10.75	10.77
2011	Uberaba	226.30	11.57	11.59	11.61	11.63	11.65	11.67	11.68	11.70	11.72
2014	Jaboticabal	239.90	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11
1996	Araçatuba	199.90	12.88	12.86	13.04	13.02	13.01	12.99	12.98	12.96	12.95
1997	Araçatuba	218.10	4.76	12.86	12.85	12.83	12.81	12.79	12.78	12.76	12.74
2003	Piracicaba	184.90	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46
2003	Piracicaba	184.90	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46
2005	Jaboticabal	136.90	10.76	10.75	10.74	10.74	10.73	10.73	10.72	10.72	10.72
2006	Jaboticabal	156.30	10.71	10.71	10.71	10.71	10.71	10.71	10.71	10.71	10.71
2006	Jaboticabal	156.30	10.71	10.71	10.71	10.71	10.71	10.71	10.71	10.71	10.71
2009	Piracicaba	140.10	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
2010	Londrina	240.90	10.82	10.84	10.85	10.87	10.88	10.90	10.92	10.75	10.77
2011	Uberaba	226.30	11.80	11.82	11.61	11.63	11.65	11.67	11.68	11.70	11.72
2014	Jaboticabal	239.90	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11
1996	Araçatuba	199.90	12.88	12.86	12.85	13.02	13.01	12.99	12.98	12.96	12.95
1997	Araçatuba	218.10	12.66	12.64	12.85	12.83	12.81	12.79	12.78	12.76	12.74
2009	Piracicaba	140.10	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
2009	Piracicaba	140.10	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
2010	Londrina	240.90	10.82	10.84	10.85	10.87	10.88	10.90	10.92	10.75	10.77

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AV

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

ano(s) experimento	Local	N10	N11	N12	ETP1	ETP2	ETP3	ETP4	ETP5	ETP6	ETP7
1995	Araçatuba	13.11	13.09	13.08	4.59	4.84	4.46	4.21	3.87	3.34	3.37
1996	Araçatuba	12.93	12.91	12.90	4.88	4.56	4.59	4.09	3.67	3.47	3.72
1997	Araçatuba	12.72	12.70	12.68	4.65	4.76	4.31	4.15	3.52	3.31	3.08
2003	Piracicaba	11.46	11.46	11.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2005	Jaboticabal	10.71	10.72	10.72	2.22	1.88	1.91	2.00	2.18	2.18	2.33
2006	Jaboticabal	10.71	10.72	10.72	2.36	1.88	1.91	2.00	2.18	2.18	2.33
2009	Piracicaba	11.46	11.46	11.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	10.78	10.79	10.81	2.40	2.52	2.44	2.20	1.82	1.75	1.88
2011	Uberaba	11.74	11.76	11.78	3.13	3.19	3.15	2.93	2.58	2.40	2.70
2014	Jaboticabal	12.11	12.11	12.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1996	Araçatuba	12.93	12.91	12.90	4.65	4.76	4.59	4.09	3.67	3.47	3.72
1997	Araçatuba	12.72	12.70	12.68	4.25	4.76	4.31	4.15	3.52	3.31	3.08
2003	Piracicaba	11.46	11.46	11.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2003	Piracicaba	11.46	11.46	11.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2005	Jaboticabal	10.71	10.71	10.71	2.46	2.42	2.08	2.00	1.85	2.14	2.19
2006	Jaboticabal	10.71	10.72	10.72	2.36	1.95	1.91	2.00	2.18	2.18	2.33
2006	Jaboticabal	10.71	10.72	10.72	2.36	1.95	1.98	2.00	2.18	2.18	2.33
2009	Piracicaba	11.50	11.50	11.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	10.78	10.79	10.81	2.40	2.52	2.44	2.20	1.82	1.75	1.88
2011	Uberaba	11.74	11.76	11.78	3.28	3.34	3.15	2.93	2.58	2.40	2.70
2014	Jaboticabal	12.11	12.11	12.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1996	Araçatuba	12.93	12.91	12.90	4.65	4.76	4.31	4.09	3.67	3.47	3.72
1997	Araçatuba	12.72	12.70	12.68	4.25	4.36	4.31	4.15	3.52	3.31	3.08
2009	Piracicaba	11.50	11.50	11.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	11.50	11.50	11.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	10.78	10.79	10.81	2.40	2.52	2.44	2.20	1.82	1.75	1.88

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AVI

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) experimento	Local	ETP8	ETP9	ETP10	ETP11	ETP12	P-ETP1	P-ETP2	P-ETP3	P-ETP4	P-ETP5
1995	Araçatuba	3.74	4.29	4.50	4.68	4.76	131.31	107.16	183.94	136.99	33.13
1996	Araçatuba	4.08	3.91	4.00	4.43	4.53	205.02	251.24	102.21	105.61	69.13
1997	Araçatuba	3.54	3.72	4.14	4.15	4.51	114.15	156.94	182.09	76.05	48.28
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	217.60	173.00	242.70	32.20	76.70
2005	Jaboticabal	2.36	2.41	2.38	2.43	2.45	8.18	2.12	8.39	1.20	16.92
2006	Jaboticabal	2.36	2.41	2.38	2.43	2.47	51.34	2.12	8.39	1.20	16.92
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	180.30	144.10	44.10	7.10	39.90
2010	Londrina	1.80	2.10	2.17	2.49	2.43	364.00	167.78	238.26	163.30	73.58
2011	Uberaba	2.79	3.23	3.18	3.15	3.36	408.07	166.31	208.65	93.07	15.72
2014	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	99.80	83.00	106.80	63.30	6.70
1996	Araçatuba	4.08	3.91	4.00	4.43	4.53	114.15	156.94	102.21	105.61	69.13
1997	Araçatuba	3.54	3.72	4.14	4.15	4.51	401.65	156.94	182.09	76.05	48.28
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	217.60	173.00	93.50	32.20	76.70
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	217.60	173.00	93.50	48.20	76.70
2005	Jaboticabal	2.51	2.33	2.47	2.43	2.45	125.54	57.18	125.32	28.10	44.65
2006	Jaboticabal	2.36	2.41	2.38	2.43	2.47	51.34	103.75	8.39	1.20	16.92
2006	Jaboticabal	2.36	2.41	2.38	2.43	2.47	51.34	103.75	0.52	1.20	16.92
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	180.30	144.10	44.10	7.10	39.90
2010	Londrina	1.80	2.10	2.17	2.49	2.43	364.00	167.78	238.26	163.30	73.58
2011	Uberaba	2.79	3.23	3.18	3.15	3.36	281.42	184.76	208.65	93.07	15.72
2014	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	99.80	83.00	106.80	63.30	6.70
1996	Araçatuba	4.08	3.91	4.00	4.43	4.53	114.15	156.94	182.09	105.61	69.13
1997	Araçatuba	3.54	3.72	4.14	4.15	4.51	401.65	167.84	182.09	76.05	48.28
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	180.30	144.10	44.10	7.10	39.90
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	180.30	144.10	44.10	7.10	39.90
2010	Londrina	1.80	2.10	2.17	2.49	2.43	364.00	167.78	238.26	163.30	73.58

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AVII

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) experimento	Local	P-ETP6	P-ETP7	P-EPT8	P-ETP9	P-ETP10	P-ETP11	P-ETP12	ARM1	ARM2	ARM3
1995	Araçatuba	51.56	1.23	-3.74	6.61	104.70	92.02	151.74	100.00	100.00	100.00
1996	Araçatuba	36.13	17.58	-4.08	60.19	161.10	73.87	195.37	100.00	100.00	100.00
1997	Araçatuba	14.59	-3.08	12.06	98.08	157.16	210.15	213.59	100.00	100.00	100.00
2003	Piracicaba	0.30	66.10	30.30	34.20	53.30	225.80	184.90	100.00	100.00	100.00
2005	Jaboticabal	35.42	182.17	164.44	218.59	642.22	152.27	134.45	100.00	100.00	100.00
2006	Jaboticabal	35.42	182.17	164.44	218.59	642.22	152.27	153.83	100.00	100.00	100.00
2009	Piracicaba	13.90	65.50	16.10	91.70	58.90	74.50	140.10	100.00	100.00	100.00
2010	Londrina	17.45	27.62	88.80	235.80	361.93	201.31	238.47	100.00	100.00	100.00
2011	Uberaba	7.10	-2.00	-2.79	68.87	173.22	363.75	222.94	100.00	100.00	100.00
2014	Jaboticabal	31.40	33.00	0.00	66.50	90.80	161.70	239.90	100.00	100.00	100.00
1996	Araçatuba	36.13	17.58	-4.08	60.19	161.10	73.87	195.37	100.00	100.00	100.00
1997	Araçatuba	14.59	-3.08	12.06	98.08	157.16	210.15	213.59	100.00	100.00	100.00
2003	Piracicaba	0.30	66.10	30.30	34.20	53.30	225.80	184.90	100.00	100.00	100.00
2003	Piracicaba	0.30	66.10	30.30	34.20	53.30	225.80	184.90	100.00	100.00	100.00
2005	Jaboticabal	-2.14	56.01	47.79	240.27	234.53	413.97	134.45	100.00	100.00	100.00
2006	Jaboticabal	35.42	182.17	164.44	218.59	642.22	152.27	153.83	100.00	100.00	100.00
2006	Jaboticabal	35.42	182.17	164.44	218.59	642.22	152.27	153.83	100.00	100.00	100.00
2009	Piracicaba	43.30	39.60	16.10	91.70	58.90	74.50	140.10	100.00	100.00	100.00
2010	Londrina	17.45	27.62	88.80	235.80	361.93	201.31	238.47	100.00	100.00	100.00
2011	Uberaba	7.10	-2.00	-2.79	68.87	173.22	363.75	222.94	100.00	100.00	100.00
2014	Jaboticabal	1.80	33.00	0.00	66.50	90.80	161.70	239.90	100.00	100.00	100.00
1996	Araçatuba	36.13	17.58	-4.08	60.19	161.10	73.87	195.37	100.00	100.00	100.00
1997	Araçatuba	14.59	-3.08	12.06	98.08	157.16	210.15	213.59	100.00	100.00	100.00
2009	Piracicaba	43.30	65.50	16.10	91.70	58.90	74.50	140.10	100.00	100.00	100.00
2009	Piracicaba	43.30	39.60	156.90	91.70	58.90	74.50	140.10	100.00	100.00	100.00
2010	Londrina	17.45	27.62	88.80	235.80	361.93	201.31	238.47	100.00	100.00	100.00

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AVIII

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) experimento	Local	ARM4	ARM5	ARM6	ARM7	ARM8	ARM9	ARM1 0	ARM1 1	ARM1 2	ETR1
1995	Araçatuba	100.00	100.00	100.00	100.00	96.33	100.00	100.00	100.00	100.00	4.59
1996	Araçatuba	100.00	100.00	100.00	100.00	96.00	100.00	100.00	100.00	100.00	4.88
1997	Araçatuba	100.00	100.00	100.00	96.97	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	4.65
2003	Piracicaba	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00
2005	Jaboticabal	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2.22
2006	Jaboticabal	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2.36
2009	Piracicaba	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00
2010	Londrina	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2.40
2011	Uberaba	100.00	100.00	100.00	98.02	95.32	100.00	100.00	100.00	100.00	3.13
2014	Jaboticabal	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	66.50	100.00	100.00	100.00	0.00
1996	Araçatuba	100.00	100.00	100.00	100.00	96.00	100.00	100.00	100.00	100.00	4.65
1997	Araçatuba	100.00	100.00	100.00	96.97	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	4.25
2003	Piracicaba	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00
2003	Piracicaba	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00
2005	Jaboticabal	100.00	100.00	97.88	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2.46
2006	Jaboticabal	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2.36
2006	Jaboticabal	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2.36
2009	Piracicaba	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00
2010	Londrina	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2.40
2011	Uberaba	100.00	100.00	100.00	98.02	95.32	100.00	100.00	100.00	100.00	3.28
2014	Jaboticabal	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	66.50	100.00	100.00	100.00	0.00
1996	Araçatuba	100.00	100.00	100.00	100.00	96.00	100.00	100.00	100.00	100.00	4.65
1997	Araçatuba	100.00	100.00	100.00	96.97	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	4.25
2009	Piracicaba	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00
2009	Piracicaba	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00
2010	Londrina	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2.40

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AIX

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

ano(s) experimento	Local	ETR2	ETR3	ETR4	ETR5	ETR6	ETR7	ETR8	ETR9	ETR10	ETR11
1995	Araçatuba	4.84	4.46	4.21	3.87	3.34	3.37	3.67	4.29	4.50	4.68
1996	Araçatuba	4.56	4.59	4.09	3.67	3.47	3.72	4.00	3.91	4.00	4.43
1997	Araçatuba	4.76	4.31	4.15	3.52	3.31	3.03	3.54	3.72	4.14	4.15
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2005	Jaboticabal	1.88	1.91	2.00	2.18	2.18	2.33	2.36	2.41	2.38	2.43
2006	Jaboticabal	1.88	1.91	2.00	2.18	2.18	2.33	2.36	2.41	2.38	2.43
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	2.52	2.44	2.20	1.82	1.75	1.88	1.80	2.10	2.17	2.49
2011	Uberaba	3.19	3.15	2.93	2.58	2.40	2.68	2.70	3.23	3.18	3.15
2014	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1996	Araçatuba	4.76	4.59	4.09	3.67	3.47	3.72	4.00	3.91	4.00	4.43
1997	Araçatuba	4.76	4.31	4.15	3.52	3.31	3.03	3.54	3.72	4.14	4.15
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2005	Jaboticabal	2.42	2.08	2.00	1.85	2.12	2.19	2.51	2.33	2.47	2.43
2006	Jaboticabal	1.95	1.91	2.00	2.18	2.18	2.33	2.36	2.41	2.38	2.43
2006	Jaboticabal	1.95	1.98	2.00	2.18	2.18	2.33	2.36	2.41	2.38	2.43
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	2.52	2.44	2.20	1.82	1.75	1.88	1.80	2.10	2.17	2.49
2011	Uberaba	3.34	3.15	2.93	2.58	2.40	2.68	2.70	3.23	3.18	3.15
2014	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1996	Araçatuba	4.76	4.31	4.09	3.67	3.47	3.72	4.00	3.91	4.00	4.43
1997	Araçatuba	4.36	4.31	4.15	3.52	3.31	3.03	3.54	3.72	4.14	4.15
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	2.52	2.44	2.20	1.82	1.75	1.88	1.80	2.10	2.17	2.49

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AX

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) experimento	Local	ETR12	DEF1	DEF2	DEF3	DEF4	DEF5	DEF6	DEF7	DEF8	DEF9
1995	Araçatuba	4.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00
1996	Araçatuba	4.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00
1997	Araçatuba	4.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2005	Jaboticabal	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2006	Jaboticabal	2.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2011	Uberaba	3.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.09	0.00
2014	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1996	Araçatuba	4.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00
1997	Araçatuba	4.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2005	Jaboticabal	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
2006	Jaboticabal	2.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2006	Jaboticabal	2.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2011	Uberaba	3.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.09	0.00
2014	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1996	Araçatuba	4.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00
1997	Araçatuba	4.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AXI

Quadro 1 Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) experimento	Local	DEF10	DEF11	DEF12	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4	EXC5	EXC6	EXC7
1995	Araçatuba	0.00	0.00	0.00	131.31	107.16	183.94	136.99	33.13	51.56	1.23
1996	Araçatuba	0.00	0.00	0.00	205.02	251.24	102.21	105.61	69.13	36.13	17.58
1997	Araçatuba	0.00	0.00	0.00	114.15	156.94	182.09	76.05	48.28	14.59	0.00
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	217.60	173.00	242.70	32.20	76.70	0.30	66.10
2005	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	8.18	2.12	8.39	1.20	16.92	35.42	182.17
2006	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	51.34	2.12	8.39	1.20	16.92	35.42	182.17
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	180.30	144.10	44.10	7.10	39.90	13.90	65.50
2010	Londrina	0.00	0.00	0.00	364.00	167.78	238.26	163.30	73.58	17.45	27.62
2011	Uberaba	0.00	0.00	0.00	408.07	166.31	208.65	93.07	15.72	7.10	0.00
2014	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	99.80	83.00	106.80	63.30	6.70	31.40	33.00
1996	Araçatuba	0.00	0.00	0.00	114.15	156.94	102.21	105.61	69.13	36.13	17.58
1997	Araçatuba	0.00	0.00	0.00	401.65	156.94	182.09	76.05	48.28	14.59	0.00
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	217.60	173.00	93.50	32.20	76.70	0.30	66.10
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	217.60	173.00	93.50	48.20	76.70	0.30	66.10
2005	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	125.54	57.18	125.32	28.10	44.65	0.00	53.89
2006	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	51.34	103.75	8.39	1.20	16.92	35.42	182.17
2006	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	51.34	103.75	0.52	1.20	16.92	35.42	182.17
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	180.30	144.10	44.10	7.10	39.90	43.30	39.60
2010	Londrina	0.00	0.00	0.00	364.00	167.78	238.26	163.30	73.58	17.45	27.62
2011	Uberaba	0.00	0.00	0.00	281.42	184.76	208.65	93.07	15.72	7.10	0.00
2014	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	99.80	83.00	106.80	63.30	6.70	1.80	33.00
1996	Araçatuba	0.00	0.00	0.00	114.15	156.94	182.09	105.61	69.13	36.13	17.58
1997	Araçatuba	0.00	0.00	0.00	53.31	39.88	48.28	14.59	0.00	9.03	98.08
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	180.30	144.10	44.10	7.10	39.90	43.30	65.50
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	180.30	144.10	44.10	7.10	39.90	43.30	39.60
2010	Londrina	0.00	0.00	0.00	364.00	167.78	238.26	163.30	73.58	17.45	27.62

Fonte: metadados da pesquisa.



## APÊNDICE AXII

Quadro 1 Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) experimento	Local	EXC8	EXC9	EXC10	EXC11	EXC12
1995	Araçatuba	0.00	2.94	104.70	92.02	151.74
1996	Araçatuba	0.00	56.19	161.10	73.87	195.37
1997	Araçatuba	9.03	98.08	157.16	210.15	213.59
2003	Piracicaba	30.30	34.20	53.30	225.80	184.90
2005	Jaboticabal	164.44	218.59	642.22	152.27	134.45
2006	Jaboticabal	164.44	218.59	642.22	152.27	153.83
2009	Piracicaba	16.10	91.70	58.90	74.50	140.10
2010	Londrina	88.80	235.80	361.93	201.31	238.47
2011	Uberaba	0.00	64.19	173.22	363.75	222.94
2014	Jaboticabal	0.00	0.00	57.30	161.70	239.90
1996	Araçatuba	0.00	56.19	161.10	73.87	195.37
1997	Araçatuba	9.03	98.08	157.16	210.15	213.59
2003	Piracicaba	30.30	34.20	53.30	225.80	184.90
2003	Piracicaba	30.30	34.20	53.30	225.80	184.90
2005	Jaboticabal	47.79	240.27	234.53	413.97	134.45
2006	Jaboticabal	164.44	218.59	642.22	152.27	153.83
2006	Jaboticabal	164.44	218.59	642.22	152.27	153.83
2009	Piracicaba	16.10	91.70	58.90	74.50	140.10
2010	Londrina	88.80	235.80	361.93	201.31	238.47
2011	Uberaba	0.00	64.19	173.22	363.75	222.94
2014	Jaboticabal	0.00	0.00	57.30	161.70	239.90
1996	Araçatuba	0.00	56.19	161.10	73.87	195.37
1997	Araçatuba	157.16	210.15	213.59	401.65	167.84
2009	Piracicaba	16.10	91.70	58.90	74.50	140.10
2009	Piracicaba	156.90	91.70	58.90	74.50	140.10
2010	Londrina	88.80	235.80	361.93	201.31	238.47

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AXIII

Quadro 1 Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) experimento	Local	Mês	kg/ha	RP	N	P2O5	K2O	T1	T2	T3	T4
2014	Jaboticabal	Agosto	5,705.00	75.53	160.00	217.20	261.60	24.23	25.24	24.31	21.80
1996	Araçatuba	Ago	3,384.00	58.17	150.24	55.55	180.29	25.50	25.50	24.10	23.00
1997	Araçatuba	Dez/96	1,200.00	34.64	117.00	150.00	50.00	27.85	28.55	25.92	25.02
2003	Piracicaba	Mai/97	600.00	24.49	117.00	150.00	50.00	26.19	26.92	25.94	23.75
2009	Piracicaba	Jun	373.00	19.31	75.00	150.00	75.00	23.98	24.46	22.38	20.40
2010	Londrina	Out	4,772.00	69.08	300.00	80.00	300.00	23.13	25.00	23.10	20.39
2014	Jaboticabal	Agosto	5,393.00	73.44	160.00	217.20	261.60	24.23	25.24	24.31	21.80
1996	Araçatuba	Set	3,984.00	63.12	203.04	55.55	243.65	25.50	25.50	24.10	23.00
1997	Araçatuba	Mai/96	1,400.00	37.42	117.00	150.00	50.00	27.85	28.55	25.92	25.02
2003	Piracicaba	Jul/97	800.00	28.28	117.00	150.00	50.00	26.19	26.92	25.94	23.75
2009	Piracicaba	Jul	100.00	10.00	75.00	150.00	75.00	23.98	24.46	22.38	20.40
2010	Londrina	Jun	1,011.00	31.80	300.00	80.00	300.00	23.13	25.00	23.10	20.39
2014	Jaboticabal	Outubro	3,516.00	59.30	160.00	217.20	261.60	24.23	25.24	24.31	21.80
1996	Araçatuba	Out	3,968.00	62.99	239.04	55.55	286.85	25.50	25.50	24.10	23.00
2003	Piracicaba	Jul/96	400.00	20.00	117.00	150.00	50.00	27.85	28.55	25.92	25.02
2009	Piracicaba	Ago	0.00	0.00	75.00	150.00	75.00	26.30	26.90	26.30	25.10
2010	Londrina	Jul	2,459.00	49.59	300.00	80.00	300.00	23.13	25.00	23.10	20.39
2003	Piracicaba	Outubro	3,902.00	62.47	160.00	217.20	261.60	24.23	25.24	24.31	21.80
2009	Piracicaba	Set	45.00	6.71	75.00	150.00	75.00	23.98	24.46	22.38	20.40
2010	Londrina	Ago	4,090.00	63.95	300.00	80.00	300.00	23.13	25.00	23.10	20.39
2003	Piracicaba	Outubro	4,324.00	65.76	160.00	217.20	261.60	24.23	25.24	24.31	21.80
2009	Piracicaba	Out	376.00	19.39	75.00	150.00	75.00	23.98	24.46	22.38	20.40
2010	Londrina	Set	5,605.00	74.87	300.00	80.00	300.00	23.13	25.00	23.10	20.39
2003	Piracicaba	Outubro	3,801.00	61.65	160.00	217.20	261.60	24.23	25.24	24.31	21.80
2009	Piracicaba	Nov	1,973.00	44.42	75.00	150.00	75.00	23.98	24.46	22.38	20.40
2010	Uberaba	Out	12,635.00	112.41	300.00	80.00	300.00	23.13	25.00	23.10	20.39

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AXIV

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) experimento	Local	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	P1	P2
2014	Jaboticabal	17.95	17.15	18.38	18.59	21.61	22.21	25.38	24.58	366.40	170.30
1996	Araçatuba	20.20	20.00	19.10	19.80	22.30	23.00	24.10	24.70	99.80	83.00
1997	Araçatuba	21.28	20.03	18.69	21.53	22.68	25.31	25.46	27.07	118.80	161.70
2003	Piracicaba	21.28	20.03	18.69	21.53	22.68	25.31	25.46	27.73	405.90	172.20
2009	Piracicaba	19.10	19.11	17.30	20.39	21.42	24.24	24.27	24.54	217.60	173.00
2010	Londrina	17.57	16.76	18.85	20.14	21.08	23.62	22.67	23.10	180.30	144.10
2014	Jaboticabal	17.95	17.15	18.38	18.59	21.61	22.21	25.38	24.58	366.40	170.30
1996	Araçatuba	20.20	20.00	19.10	21.70	22.30	23.00	24.10	24.70	99.80	83.00
1997	Araçatuba	21.69	20.53	22.04	24.24	23.22	23.82	26.43	27.07	118.80	161.70
2003	Piracicaba	20.96	17.92	18.69	21.53	22.68	25.31	25.46	27.73	405.90	172.20
2009	Piracicaba	19.10	18.14	17.30	20.39	21.42	24.24	24.27	24.54	17.30	20.39
2010	Londrina	17.57	16.83	18.69	20.90	19.36	23.62	22.67	23.10	180.30	144.10
2014	Jaboticabal	17.95	17.15	18.38	18.55	21.43	22.21	25.38	24.58	366.40	170.30
1996	Araçatuba	20.20	20.00	19.10	21.70	23.70	23.00	24.10	24.70	99.80	83.00
2003	Piracicaba	21.28	20.03	22.04	24.24	23.22	23.82	26.43	27.07	118.80	161.70
2009	Piracicaba	21.90	22.10	22.00	25.10	23.20	28.20	26.70	28.00	363.30	188.00
2010	Londrina	17.57	16.76	18.69	20.90	19.36	23.62	22.67	23.10	180.30	144.10
2003	Piracicaba	17.95	17.15	18.38	18.55	21.43	22.21	25.38	24.58	366.40	170.30
2009	Piracicaba	19.10	18.14	18.51	18.32	21.42	24.24	24.27	24.54	217.60	173.00
2010	Londrina	17.57	16.76	18.85	20.90	19.36	23.62	22.67	23.10	180.30	144.10
2003	Piracicaba	17.95	17.15	18.38	18.55	21.43	22.21	25.38	24.58	366.40	170.30
2009	Piracicaba	19.10	18.14	18.51	18.32	21.92	24.24	24.27	24.54	217.60	173.00
2010	Londrina	17.57	16.76	18.85	20.14	19.36	23.62	22.67	23.10	180.30	144.10
2003	Piracicaba	17.95	17.15	18.38	18.55	21.43	22.21	25.38	24.58	366.40	170.30
2009	Piracicaba	19.10	18.14	18.51	18.32	21.92	22.00	24.27	24.54	217.60	173.00
2010	Londrina	17.57	16.76	18.85	20.14	21.08	23.62	22.67	23.10	180.30	144.10
2003	Piracicaba	17.95	17.15	18.38	18.55	21.43	22.21	25.38	24.58	366.40	170.30
2009	Piracicaba	19.10	18.14	18.51	18.32	21.92	22.00	24.27	24.54	217.60	173.00
2010	Uberaba	17.57	16.76	18.85	20.14	21.08	23.62	22.67	23.10	180.30	144.10

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AXV

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

ano(s) experimento	Local	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
2014	Jaboticabal	106.80	63.30	6.70	1.80	30.00	0.00	66.50	90.80	161.70	239.90
1996	Araçatuba	186.40	80.20	51.80	17.90	0.00	15.60	101.80	161.30	214.30	199.90
1997	Araçatuba	57.50	43.70	51.80	17.90	0.00	15.60	101.80	161.30	214.30	218.10
2003	Piracicaba	93.50	48.20	29.40	0.30	66.10	30.30	34.20	53.30	225.80	184.90
2009	Piracicaba	44.10	7.10	39.90	43.30	39.60	156.90	52.70	58.90	74.50	140.10
2010	Londrina	240.70	165.50	75.40	19.20	29.50	90.60	237.90	364.10	203.80	240.90
2014	Jaboticabal	106.80	63.30	6.70	1.80	30.00	0.20	66.50	90.80	161.70	239.90
1996	Araçatuba	186.40	80.20	72.80	39.60	21.30	0.00	64.10	165.10	78.30	199.90
1997	Araçatuba	57.50	43.70	82.70	203.60	20.50	0.00	15.60	101.80	161.30	214.30
2003	Piracicaba	21.42	24.24	24.27	24.54	66.10	30.30	34.20	53.30	225.80	184.90
2009	Piracicaba	44.10	7.10	39.90	13.90	65.50	16.10	91.70	58.90	74.50	140.10
2010	Londrina	240.70	165.50	75.40	19.20	29.50	30.60	116.60	364.10	203.80	240.90
2014	Jaboticabal	106.80	63.30	6.70	1.80	30.00	0.20	45.00	90.80	161.70	239.90
1996	Araçatuba	186.40	80.20	51.80	17.90	21.30	0.00	64.10	165.10	78.30	199.90
2003	Piracicaba	202.50	59.40	54.80	20.90	1.60	34.30	80.70	32.50	92.00	90.80
2009	Piracicaba	44.10	7.10	39.90	43.30	65.50	16.10	91.70	58.90	74.50	140.10
2010	Londrina	240.70	165.50	75.40	19.20	29.50	30.60	116.60	364.10	203.80	240.90
2003	Piracicaba	93.50	48.20	29.40	16.70	14.50	8.10	34.20	53.30	225.80	184.90
2009	Piracicaba	44.10	7.10	39.90	43.30	39.60	16.10	91.70	58.90	74.50	140.10
2010	Londrina	240.70	165.50	75.40	19.20	29.50	30.60	116.60	364.10	203.80	240.90
2003	Piracicaba	93.50	48.20	29.40	16.70	14.50	8.10	69.00	53.30	225.80	184.90
2009	Piracicaba	44.10	7.10	39.90	43.30	39.60	156.90	91.70	58.90	74.50	140.10
2010	Londrina	240.70	165.50	75.40	19.20	29.50	30.60	116.60	364.10	203.80	240.90
2003	Piracicaba	93.50	48.20	29.40	16.70	14.50	8.10	69.00	36.90	225.80	184.90
2009	Piracicaba	44.10	7.10	39.90	43.30	39.60	156.90	52.70	58.90	74.50	140.10
2010	Londrina	240.70	165.50	75.40	19.20	29.50	30.60	116.60	364.10	203.80	240.90
2003	Piracicaba	93.50	48.20	29.40	16.70	14.50	8.10	69.00	36.90	225.80	184.90
2009	Piracicaba	44.10	7.10	39.90	43.30	39.60	156.90	52.70	58.90	74.50	140.10
2010	Uberaba	211.80	96.00	18.30	9.50	0.70	0.00	72.10	176.40	366.90	339.30

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AXVI

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) experimento	Local	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
2014	Jaboticabal	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11
1996	Araçatuba	12.88	12.86	12.85	12.83	12.81	12.79	12.78	12.76	12.74	12.72
1997	Araçatuba	12.66	12.64	12.62	12.60	12.59	12.57	12.78	12.76	12.74	12.72
2003	Piracicaba	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
2009	Piracicaba	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
2010	Londrina	10.82	10.84	10.85	10.87	10.88	10.90	10.92	10.75	10.77	10.78
2014	Jaboticabal	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11
1996	Araçatuba	12.88	12.86	12.85	12.83	13.01	12.99	12.98	12.96	12.95	12.93
1997	Araçatuba	218.10	12.66	12.64	12.62	12.60	12.59	12.57	12.78	12.76	12.74
2003	Piracicaba	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
2009	Piracicaba	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46
2010	Londrina	10.82	10.84	10.85	10.87	10.88	10.90	10.92	10.93	10.95	10.78
2014	Jaboticabal	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11
1996	Araçatuba	12.88	12.86	12.85	12.83	12.81	12.79	12.98	12.96	12.95	12.93
2003	Piracicaba	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
2009	Piracicaba	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
2010	Londrina	10.82	10.84	10.85	10.87	10.88	10.90	10.92	10.93	10.95	10.78
2003	Piracicaba	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
2009	Piracicaba	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
2010	Londrina	10.82	10.84	10.85	10.87	10.88	10.90	10.92	10.93	10.95	10.78
2003	Piracicaba	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
2009	Piracicaba	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
2010	Londrina	10.82	10.84	10.85	10.87	10.88	10.90	10.92	10.93	10.95	10.78
2003	Piracicaba	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
2009	Piracicaba	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
2010	Londrina	10.82	10.84	10.85	10.87	10.88	10.90	10.92	10.93	10.95	10.78
2003	Piracicaba	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
2009	Piracicaba	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
2010	Uberaba	11.57	11.59	11.61	11.63	11.65	11.67	11.68	11.70	11.72	11.74

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE XVII

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) experimento	Local	N11	N12	ETP1	ETP2	ETP3	ETP4	ETP5	ETP6	ETP7	ETP8
2014	Jaboticabal	12.11	12.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1996	Araçatuba	12.70	12.90	4.65	4.76	4.31	4.15	3.52	3.31	3.08	3.54
1997	Araçatuba	12.70	12.68	4.25	4.36	4.19	3.82	3.52	3.31	3.08	3.54
2003	Piracicaba	11.50	11.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	11.50	11.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	10.79	10.81	2.40	2.52	2.44	2.20	1.82	1.75	1.88	1.80
2014	Jaboticabal	12.11	12.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1996	Araçatuba	12.91	12.90	4.65	4.76	4.31	4.15	3.67	3.47	3.72	4.08
1997	Araçatuba	12.72	12.70	4.25	4.36	4.19	3.82	3.36	2.87	3.08	3.54
2003	Piracicaba	11.50	11.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	11.46	11.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	10.79	10.81	2.40	2.52	2.44	2.20	1.82	1.75	1.88	1.91
2014	Jaboticabal	12.11	12.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1996	Araçatuba	12.91	12.90	4.65	4.76	4.31	4.15	3.52	3.31	3.72	4.08
2003	Piracicaba	11.50	11.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	11.50	11.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	10.79	10.81	2.40	2.52	2.44	2.20	1.82	1.75	1.88	1.91
2003	Piracicaba	11.50	11.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	11.50	11.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	10.79	10.81	2.40	2.52	2.44	2.20	1.82	1.75	1.88	1.91
2003	Piracicaba	11.50	11.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	11.50	11.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	10.79	10.81	2.40	2.52	2.44	2.20	1.82	1.75	1.88	1.91
2003	Piracicaba	11.50	11.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	11.50	11.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	10.79	10.81	2.40	2.52	2.44	2.20	1.82	1.75	1.88	1.91
2003	Piracicaba	11.50	11.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	11.50	11.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Uberaba	11.76	11.55	3.13	3.19	3.15	2.93	2.58	2.40	2.70	2.79

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AXVIII

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) Experimento	Local	ETP9	ETP10	ETP11	ETP12	P-ETP1	P-ETP2	P-ETP3	P-ETP4	P-ETP5	P-ETP6
2014	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	0.00	99.80	83.00	106.80	63.30	6.70	1.80
1996	Araçatuba	3.72	4.14	4.15	4.53	114.15	156.94	182.09	76.05	48.28	14.59
1997	Araçatuba	3.72	4.14	4.15	4.51	401.65	167.84	53.31	39.88	48.28	14.59
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	217.60	173.00	93.50	48.20	29.40	0.30
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	180.30	144.10	44.10	7.10	39.90	43.30
2010	Londrina	2.10	2.17	2.49	2.43	364.00	167.78	238.26	163.30	73.58	17.45
2014	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	0.00	99.80	83.00	106.80	63.30	6.70	1.80
1996	Araçatuba	3.91	4.00	4.43	4.53	114.15	156.94	182.09	76.05	69.13	36.13
1997	Araçatuba	3.72	4.14	4.15	4.51	401.65	167.84	53.31	39.88	79.34	200.73
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	217.60	173.00	93.50	48.20	29.40	16.70
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	180.30	144.10	44.10	7.10	39.90	13.90
2010	Londrina	2.22	2.17	2.49	2.43	364.00	167.78	238.26	163.30	73.58	17.45
2014	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	0.00	99.80	83.00	106.80	63.30	6.70	1.80
1996	Araçatuba	3.91	4.00	4.43	4.53	114.15	156.94	182.09	76.05	48.28	14.59
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	217.60	173.00	93.50	48.20	29.40	16.70
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	180.30	144.10	44.10	7.10	39.90	43.30
2010	Londrina	2.22	2.17	2.49	2.43	364.00	167.78	238.26	163.30	73.58	17.45
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	217.60	173.00	93.50	48.20	29.40	16.70
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	180.30	144.10	44.10	7.10	39.90	43.30
2010	Londrina	2.22	2.17	2.49	2.43	364.00	167.78	238.26	163.30	73.58	17.45
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	217.60	173.00	93.50	48.20	29.40	16.70
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	180.30	144.10	44.10	7.10	39.90	43.30
2010	Londrina	2.22	2.17	2.49	2.43	364.00	167.78	238.26	163.30	73.58	17.45
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	217.60	173.00	93.50	48.20	29.40	16.70
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	180.30	144.10	44.10	7.10	39.90	43.30
2010	Londrina	2.22	2.17	2.49	2.43	364.00	167.78	238.26	163.30	73.58	17.45
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	217.60	173.00	93.50	48.20	29.40	16.70
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	180.30	144.10	44.10	7.10	39.90	43.30
2010	Uberaba	3.23	3.18	3.15	3.01	408.07	166.31	208.65	93.07	15.72	7.10

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AXIX

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) Experimento	Local	P-ETP7	P-EPT8	P-ETP9	P- ETP10	P- ETP11	P- ETP12	ARM1	ARM2	ARM3	ARM4
2014	Jaboticabal	30.00	0.00	66.50	90.80	161.70	239.90	100.00	100.00	100.00	100.00
1996	Araçatuba	-3.08	12.06	98.08	157.16	210.15	195.37	100.00	100.00	100.00	100.00
1997	Araçatuba	-3.08	12.06	98.08	157.16	210.15	213.59	100.00	100.00	100.00	100.00
2003	Piracicaba	66.10	30.30	34.20	53.30	225.80	184.90	100.00	100.00	100.00	100.00
2009	Piracicaba	39.60	156.90	52.70	58.90	74.50	140.10	100.00	100.00	100.00	100.00
2010	Londrina	27.62	88.80	235.80	361.93	201.31	238.47	100.00	100.00	100.00	100.00
2014	Jaboticabal	30.00	0.20	66.50	90.80	161.70	239.90	100.00	100.00	100.00	100.00
1996	Araçatuba	17.58	-4.08	60.19	161.10	73.87	195.37	100.00	100.00	100.00	100.00
1997	Araçatuba	-3.08	12.06	98.08	157.16	210.15	213.59	100.00	100.00	100.00	100.00
2003	Piracicaba	66.10	30.30	34.20	53.30	225.80	184.90	100.00	100.00	100.00	100.00
2009	Piracicaba	65.50	16.10	91.70	58.90	74.50	140.10	100.00	100.00	100.00	100.00
2010	Londrina	27.62	28.69	114.38	361.93	201.31	238.47	100.00	100.00	100.00	100.00
2014	Jaboticabal	30.00	0.20	45.00	90.80	161.70	239.90	100.00	100.00	100.00	100.00
1996	Araçatuba	17.58	-4.08	60.19	161.10	73.87	195.37	100.00	100.00	100.00	100.00
2003	Piracicaba	14.50	30.30	34.20	53.30	225.80	184.90	100.00	100.00	100.00	100.00
2009	Piracicaba	65.50	16.10	91.70	58.90	74.50	140.10	100.00	100.00	100.00	100.00
2010	Londrina	27.62	28.69	114.38	361.93	201.31	238.47	100.00	100.00	100.00	100.00
2003	Piracicaba	14.50	8.10	34.20	53.30	225.80	184.90	100.00	100.00	100.00	100.00
2009	Piracicaba	39.60	16.10	91.70	58.90	74.50	140.10	100.00	100.00	100.00	100.00
2010	Londrina	27.62	28.69	114.38	361.93	201.31	238.47	100.00	100.00	100.00	100.00
2003	Piracicaba	14.50	8.10	69.00	53.30	225.80	184.90	100.00	100.00	100.00	100.00
2009	Piracicaba	39.60	156.90	91.70	58.90	74.50	140.10	100.00	100.00	100.00	100.00
2010	Londrina	27.62	28.69	114.38	361.93	201.31	238.47	100.00	100.00	100.00	100.00
2003	Piracicaba	14.50	8.10	69.00	36.90	225.80	184.90	100.00	100.00	100.00	100.00
2009	Piracicaba	39.60	156.90	52.70	58.90	74.50	140.10	100.00	100.00	100.00	100.00
2010	Uberaba	-2.00	-2.79	68.87	173.22	363.75	336.29	100.00	100.00	100.00	100.00

Fonte: metadados da pesquisa.



### APÊNDICE AXX

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) experimento	Local	ARM5	ARM6	ARM7	ARM8	ARM9	ARM10	ARM11	ARM12	ETR1	ETR2
2014	Jaboticabal	100.00	100.00	100.00	100.00	66.50	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00
1996	Araçatuba	100.00	100.00	96.97	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	4.65	4.76
1997	Araçatuba	100.00	100.00	96.97	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	4.25	4.36
2003	Piracicaba	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00
2010	Londrina	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2.40	2.52
2014	Jaboticabal	100.00	100.00	100.00	100.00	66.50	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00
1996	Araçatuba	100.00	100.00	100.00	96.00	100.00	100.00	100.00	100.00	4.65	4.76
1997	Araçatuba	100.00	100.00	96.97	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	4.25	4.36
2003	Piracicaba	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00
2010	Londrina	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2.40	2.52
2014	Jaboticabal	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00
1996	Araçatuba	100.00	100.00	100.00	96.00	100.00	100.00	100.00	100.00	4.65	4.76
2003	Piracicaba	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00
2010	Londrina	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2.40	2.52
2003	Piracicaba	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00
2010	Londrina	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2.40	2.52
2003	Piracicaba	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00
2010	Londrina	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2.40	2.52
2003	Piracicaba	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00
2010	Londrina	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2.40	2.52
2003	Piracicaba	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00
2010	Uberaba	100.00	100.00	98.02	95.32	100.00	100.00	100.00	100.00	3.13	3.19

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AXXI

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) experimento	Local	ETR3	ETR4	ETR5	ETR6	ETR7	ETR8	ETR9	ETR10	ETR11	ETR12
2014	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1996	Araçatuba	4.31	4.15	3.52	3.31	3.03	3.54	3.72	4.14	4.15	4.53
1997	Araçatuba	4.19	3.82	3.52	3.31	3.03	3.54	3.72	4.14	4.15	4.51
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	2.44	2.20	1.82	1.75	1.88	1.80	2.10	2.17	2.49	2.43
2014	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1996	Araçatuba	4.31	4.15	3.67	3.47	3.72	4.00	3.91	4.00	4.43	4.53
1997	Araçatuba	4.19	3.82	3.36	2.87	3.03	3.54	3.72	4.14	4.15	4.51
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	2.44	2.20	1.82	1.75	1.88	1.91	2.22	2.17	2.49	2.43
2014	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1996	Araçatuba	4.31	4.15	3.52	3.31	3.72	4.00	3.91	4.00	4.43	4.53
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	2.44	2.20	1.82	1.75	1.88	1.91	2.22	2.17	2.49	2.43
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	2.44	2.20	1.82	1.75	1.88	1.91	2.22	2.17	2.49	2.43
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	2.44	2.20	1.82	1.75	1.88	1.91	2.22	2.17	2.49	2.43
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	2.44	2.20	1.82	1.75	1.88	1.91	2.22	2.17	2.49	2.43
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Uberaba	3.15	2.93	2.58	2.40	2.68	2.70	3.23	3.18	3.15	3.01

Fonte: metadados da pesquisa.

## APÊNDICE AXXII

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

ano(s) experimento	Local	DEF1	DEF2	DEF3	DEF4	DEF5	DEF6	DEF7	DEF8	DEF9	DEF10
2014	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1996	Araçatuba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
1997	Araçatuba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2014	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1996	Araçatuba	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1997	Araçatuba	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2014	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1996	Araçatuba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Londrina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2003	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Piracicaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Uberaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.09	0.00	0.00

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AXXIII

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

ano(s) experimento	Local	DEF11	DEF12	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4	EXC5	EXC6	EXC7	EXC8
2014	Jaboticabal	0.00	0.00	99.80	83.00	106.80	63.30	6.70	1.80	30.00	0.00
1996	Araçatuba	0.00	0.00	114.15	156.94	182.09	76.05	48.28	14.59	0.00	9.03
1997	Araçatuba	0.00	0.00	401.65	167.84	53.31	39.88	48.28	14.59	0.00	9.03
2003	Piracicaba	0.00	0.00	217.60	173.00	93.50	48.20	29.40	0.30	66.10	30.30
2009	Piracicaba	0.00	0.00	180.30	144.10	44.10	7.10	39.90	43.30	39.60	156.90
2010	Londrina	0.00	0.00	364.00	167.78	238.26	163.30	73.58	17.45	27.62	88.80
2014	Jaboticabal	0.00	0.00	99.80	83.00	106.80	63.30	6.70	1.80	30.00	0.20
1996	Araçatuba	0.00	0.00	114.15	156.94	182.09	76.05	69.13	36.13	17.58	0.00
1997	Araçatuba	0.00	0.00	401.65	167.84	53.31	39.88	79.34	200.73	0.00	9.03
2003	Piracicaba	0.00	0.00	217.60	173.00	93.50	48.20	29.40	16.70	66.10	30.30
2009	Piracicaba	0.00	0.00	180.30	144.10	44.10	7.10	39.90	13.90	65.50	16.10
2010	Londrina	0.00	0.00	364.00	167.78	238.26	163.30	73.58	17.45	27.62	28.69
2014	Jaboticabal	0.00	0.00	99.80	83.00	106.80	63.30	6.70	1.80	30.00	0.20
1996	Araçatuba	0.00	0.00	114.15	156.94	182.09	76.05	48.28	14.59	17.58	0.00
2003	Piracicaba	0.00	0.00	217.60	173.00	93.50	48.20	29.40	16.70	14.50	30.30
2009	Piracicaba	0.00	0.00	180.30	144.10	44.10	7.10	39.90	43.30	65.50	16.10
2010	Londrina	0.00	0.00	364.00	167.78	238.26	163.30	73.58	17.45	27.62	28.69
2003	Piracicaba	0.00	0.00	217.60	173.00	93.50	48.20	29.40	16.70	14.50	8.10
2009	Piracicaba	0.00	0.00	180.30	144.10	44.10	7.10	39.90	43.30	39.60	16.10
2010	Londrina	0.00	0.00	364.00	167.78	238.26	163.30	73.58	17.45	27.62	28.69
2003	Piracicaba	0.00	0.00	217.60	173.00	93.50	48.20	29.40	16.70	14.50	8.10
2009	Piracicaba	0.00	0.00	180.30	144.10	44.10	7.10	39.90	43.30	39.60	156.90
2010	Londrina	0.00	0.00	364.00	167.78	238.26	163.30	73.58	17.45	27.62	28.69
2003	Piracicaba	0.00	0.00	217.60	173.00	93.50	48.20	29.40	16.70	14.50	8.10
2009	Piracicaba	0.00	0.00	180.30	144.10	44.10	7.10	39.90	43.30	39.60	156.90
2010	Uberaba	0.00	0.00	408.07	166.31	208.65	93.07	15.72	7.10	0.00	0.00

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AXXIV

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

ano(s) experimento	Local	EXC9	EXC10	EXC11	EXC12
2014	Jaboticabal	0.00	57.30	161.70	239.90
1996	Araçatuba	98.08	157.16	210.15	195.37
1997	Araçatuba	98.08	157.16	210.15	213.59
2003	Piracicaba	34.20	53.30	225.80	184.90
2009	Piracicaba	52.70	58.90	74.50	140.10
2010	Londrina	235.80	361.93	201.31	238.47
2014	Jaboticabal	0.00	57.30	161.70	239.90
1996	Araçatuba	56.19	161.10	73.87	195.37
1997	Araçatuba	98.08	157.16	210.15	213.59
2003	Piracicaba	34.20	53.30	225.80	184.90
2009	Piracicaba	91.70	58.90	74.50	140.10
2010	Londrina	114.38	361.93	201.31	238.47
2014	Jaboticabal	45.00	57.30	161.70	239.90
1996	Araçatuba	56.19	161.10	73.87	195.37
2003	Piracicaba	34.20	53.30	225.80	184.90
2009	Piracicaba	91.70	58.90	74.50	140.10
2010	Londrina	114.38	361.93	201.31	238.47
2003	Piracicaba	34.20	53.30	225.80	184.90
2009	Piracicaba	91.70	58.90	74.50	140.10
2010	Londrina	114.38	361.93	201.31	238.47
2003	Piracicaba	69.00	53.30	225.80	184.90
2009	Piracicaba	91.70	58.90	74.50	140.10
2010	Londrina	114.38	361.93	201.31	238.47
2003	Piracicaba	69.00	36.90	225.80	184.90
2009	Piracicaba	52.70	58.90	74.50	140.10
2010	Uberaba	64.19	173.22	363.75	336.29

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AXXV

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) Experimento	Local	Mês	kg/ha	RP	N	P2O5	K2O	T1	T2	T3	T4
2009	Jaboticabal	Jan	8,902.30	94.35	127.00	42.00	24.00	23.32	21.94	18.56	20.99
2010	Uberaba	Novembro	3,280.00	57.27	300.00	90.00	300.00	24.41	24.74	24.30	22.53
2009	Jaboticabal	Fev	8,959.60	94.66	127.00	42.00	24.00	23.16	21.94	18.56	20.99
2010	Uberaba	Dezembro	3,734.00	61.11	300.00	90.00	300.00	24.41	24.74	24.30	22.53
2009	Jaboticabal	Mar	9,191.30	95.87	127.00	42.00	24.00	23.16	20.59	18.56	20.99
2010	Ilha solteira	Maio	5,650.00	75.17	124.00	84.00	48.00	25.50	26.30	26.20	25.40
2009	Jaboticabal	Abr	8,920.10	94.45	127.00	42.00	24.00	23.16	20.59	19.70	20.99
2009	Londrina	Fevereiro	3,468.00	58.89	160.00	217.20	261.60	26.59	26.70	25.80	25.85
2009	Londrina	Fevereiro	4,317.00	65.70	160.00	217.20	261.60	26.59	26.70	25.80	25.85
2009	Londrina	Fevereiro	5,699.00	75.49	160.00	217.20	261.60	26.59	26.70	25.80	25.85
2009	Londrina	Fevereiro	5,053.00	71.08	160.00	217.20	261.60	26.59	26.70	25.80	25.85
2009	Londrina	Maio	2,922.00	54.06	160.00	217.20	261.60	26.59	26.92	27.46	25.73
2009	Londrina	Maio	4,144.00	64.37	160.00	217.20	261.60	26.92	27.46	25.73	24.21
2009	Londrina	Maio	5,700.00	75.50	160.00	217.20	261.60	26.59	26.92	27.46	25.73
2009	Londrina	Maio	6,590.00	81.18	160.00	217.20	261.60	26.59	26.92	27.46	25.73
2009	Uberaba	Novembro	2,461.00	49.61	151.00	24.00	156.00	24.41	24.74	24.30	22.53
2009	Ilha solteira	Abril	6,000.00	77.46	124.00	84.00	48.00	25.70	27.00	26.30	25.40
1997	Nova odessa	Novembro	3760.00	61.32	100.00	100.00	60.00	23.14	23.69	22.30	20.84
1998	Nova odessa	Janeiro	2030.00	45.06	100.00	100.00	60.00	23.14	23.69	22.30	20.84
1998	Nova odessa	Abril	1190.00	34.50	100.00	100.00	60.00	24.90	24.48	24.37	20.84

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AXXVI

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) experimento	Local	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	P1	P2
2009	Jaboticabal	21.32	23.74	24.47	26.56	25.15	25.57	26.31	25.70	70.80	26.60
2010	Uberaba	19.72	18.22	20.43	21.00	24.14	23.63	25.08	23.60	411.20	169.50
2009	Jaboticabal	21.32	23.74	24.47	26.56	25.15	25.57	26.31	25.70	95.50	26.60
2010	Uberaba	19.72	18.22	20.43	21.00	24.14	23.63	23.32	23.60	411.20	169.50
2009	Jaboticabal	21.32	23.74	24.47	26.56	25.15	25.57	26.31	25.70	95.50	10.60
2010	Ilha Solteira	20.90	21.30	23.00	24.50	23.70	26.40	26.30	26.70	186.90	244.10
2009	Jaboticabal	21.32	23.74	24.47	26.56	25.15	25.57	26.31	25.70	95.50	10.60
2009	Londrina	24.21	23.34	22.39	24.07	26.08	28.09	26.45	25.67	215.60	39.90
2009	Londrina	24.21	23.34	22.39	24.07	26.08	28.09	26.45	25.67	215.60	39.90
2009	Londrina	24.21	23.34	22.39	24.07	26.08	28.09	26.45	25.67	215.60	39.90
2009	Londrina	24.21	23.34	22.39	24.07	26.08	28.09	26.45	25.67	215.60	24.80
2009	Londrina	23.34	22.39	24.07	26.08	28.09	26.45	25.67	215.60	24.80	83.20
2009	Londrina	24.21	23.34	22.39	24.07	26.08	28.09	26.45	25.67	215.60	24.80
2009	Londrina	24.21	23.34	22.39	24.07	26.08	28.09	26.45	25.67	215.60	24.80
2009	Uberaba	19.72	18.22	20.43	21.00	24.14	23.63	25.08	23.60	411.20	169.50
2009	Ilha Solteira	23.50	20.10	21.80	22.70	24.60	25.20	26.70	25.70	228.10	173.70
1997	Nova Odessa	18.36	16.93	18.54	19.82	22.63	22.74	22.44	23.29	259.40	291.00
1998	Nova Odessa	18.36	16.93	18.54	19.82	22.63	22.74	24.05	24.18	259.40	291.00
1998	Nova Odessa	18.36	16.93	18.54	19.82	22.63	22.74	24.05	24.18	276.40	223.40

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AXXVII

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) experimento	Local	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
2009	Jaboticabal	51.90	25.50	133.10	132.40	101.90	163.30	383.70	240.70	150.70	183.00
2010	Uberaba	211.80	96.00	18.30	9.50	0.70	0.00	72.10	176.40	153.50	339.30
2009	Jaboticabal	51.90	25.50	133.10	132.40	101.90	163.30	383.70	240.70	150.70	183.00
2010	Uberaba	211.80	96.00	18.30	9.50	0.70	0.00	72.10	176.40	366.90	339.30
2009	Jaboticabal	51.90	25.50	133.10	132.40	101.90	163.30	383.70	240.70	150.70	183.00
2010	Ilha Solteira	246.60	5.30	79.00	3.80	0.00	13.70	8.10	104.40	103.40	220.50
2009	Jaboticabal	7.80	25.50	133.10	132.40	101.90	163.30	383.70	240.70	150.70	183.00
2009	Londrina	172.00	183.70	0.50	0.00	0.00	0.00	4.40	0.00	104.40	193.90
2009	Londrina	172.00	183.70	0.50	0.00	0.00	0.00	4.40	0.00	104.40	193.90
2009	Londrina	172.00	183.70	0.50	0.00	0.00	0.00	4.40	0.00	104.40	193.90
2009	Londrina	172.00	183.70	0.50	0.00	0.00	0.00	4.40	0.00	104.40	193.90
2009	Londrina	83.20	70.90	0.50	0.00	0.00	0.00	4.40	0.00	104.40	193.90
2009	Londrina	70.90	0.50	0.00	0.00	0.00	4.40	0.00	104.40	193.90	12.76
2009	Londrina	83.20	70.90	0.50	0.00	0.00	0.00	4.40	0.00	104.40	193.90
2009	Londrina	83.20	70.90	0.50	0.00	0.00	0.00	4.40	0.00	104.40	193.90
2009	Uberaba	211.80	96.00	18.30	9.50	0.70	0.00	72.10	176.40	153.50	339.30
2009	Ilha Solteira	206.50	5.30	27.20	25.40	27.70	92.00	182.90	210.80	206.30	229.40
1997	Nova Odessa	58.80	54.80	105.40	213.20	26.10	0.50	71.80	99.50	190.80	294.00
1998	Nova Odessa	58.80	54.80	105.40	213.20	26.10	0.50	71.80	99.50	311.20	150.30
1998	Nova Odessa	171.50	54.80	105.40	213.20	26.10	0.50	71.80	99.50	311.20	150.30

Fonte: metadados da pesquisa.



### APÊNDICE AXXVIII

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) experimento	Local	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
2009	Jaboticabal	10.93	10.94	10.95	10.97	10.98	10.99	11.01	11.02	11.04	11.05
2010	Uberaba	11.57	11.59	11.61	11.63	11.65	11.67	11.68	11.70	11.72	11.74
2009	Jaboticabal	11.10	10.94	10.95	10.97	10.98	10.99	11.01	11.02	11.04	11.05
2010	Uberaba	11.57	11.59	11.61	11.63	11.65	11.67	11.68	11.70	11.72	11.74
2009	Jaboticabal	11.10	11.12	10.95	10.97	10.98	10.99	11.01	11.02	11.04	11.05
2010	Ilha Solteira	11.04	11.05	11.06	11.08	10.94	10.95	10.96	10.97	10.98	11.00
2009	Jaboticabal	11.10	11.12	11.13	10.97	10.98	10.99	11.01	11.02	11.04	11.05
2009	Londrina	12.76	12.85	12.84	12.84	12.83	12.82	12.81	12.80	12.79	12.79
2009	Londrina	12.76	12.85	12.84	12.84	12.83	12.82	12.81	12.80	12.79	12.79
2009	Londrina	12.76	12.85	12.84	12.84	12.83	12.82	12.81	12.80	12.79	12.79
2009	Londrina	12.76	12.85	12.84	12.84	12.83	12.82	12.81	12.80	12.79	12.79
2009	Londrina	12.76	12.76	12.76	12.76	12.83	12.82	12.81	12.80	12.79	12.79
2009	Londrina	12.76	12.76	12.76	12.83	12.82	12.81	12.80	12.79	12.79	12.78
2009	Londrina	12.76	12.76	12.76	12.76	12.83	12.82	12.81	12.80	12.79	12.79
2009	Londrina	12.76	12.76	12.76	12.76	12.83	12.82	12.81	12.80	12.79	12.79
2009	Uberaba	11.57	11.59	11.61	11.63	11.65	11.67	11.68	11.70	11.72	11.74
2009	Ilha Solteira	11.22	11.23	11.25	11.06	11.08	11.09	11.11	11.12	11.14	11.15
1997	Nova Odessa	13.28	13.27	13.25	13.24	13.23	13.22	13.21	13.19	13.18	13.17
1998	Nova Odessa	13.28	13.27	13.25	13.24	13.23	13.22	13.21	13.19	13.18	13.17
1998	Nova Odessa	13.13	13.11	13.10	13.24	13.23	13.22	13.21	13.19	13.18	13.17

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AXXIX

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) Experimento	Local	N11	N12	ETP1	ETP2	ETP3	ETP4	ETP5	ETP6	ETP7	ETP8
2009	Jaboticabal	11.07	11.08	2.40	2.27	1.93	2.19	2.24	2.51	2.60	2.83
2010	Uberaba	11.54	11.55	3.13	3.19	3.15	2.93	2.58	2.40	2.70	2.79
2009	Jaboticabal	11.07	11.08	2.54	2.27	1.93	2.19	2.24	2.51	2.60	2.83
2010	Uberaba	11.76	11.55	3.13	3.19	3.15	2.93	2.58	2.40	2.70	2.79
2009	Jaboticabal	11.07	11.08	2.54	2.27	1.93	2.19	2.24	2.51	2.60	2.83
2010	Ilha Solteira	11.01	11.02	2.73	2.83	2.84	2.76	2.16	2.21	2.40	2.56
2009	Jaboticabal	11.07	11.08	2.54	2.27	2.18	2.19	2.24	2.51	2.60	2.83
2009	Londrina	12.78	12.77	0.00	4.47	4.32	4.33	4.05	3.90	3.74	4.02
2009	Londrina	12.78	12.77	0.00	4.47	4.32	4.33	4.05	3.90	3.74	4.02
2009	Londrina	12.78	12.77	0.00	4.47	4.32	4.33	4.05	3.90	3.74	4.02
2009	Londrina	12.78	12.77	0.00	0.00	0.00	0.00	4.05	3.90	3.74	4.02
2009	Londrina	12.77	0.00	0.00	0.00	0.00	4.05	3.90	3.74	4.02	4.35
2009	Londrina	12.78	12.77	0.00	0.00	0.00	0.00	4.05	3.90	3.74	4.02
2009	Londrina	12.78	12.77	0.00	0.00	0.00	0.00	4.05	3.90	3.74	4.02
2009	Uberaba	11.54	11.55	3.13	3.19	3.15	2.93	2.58	2.40	2.70	2.79
2009	Ilha Solteira	11.17	11.18	2.93	3.10	3.03	2.76	2.57	2.21	2.41	2.52
1997	Nova Odessa	13.30	13.29	4.01	4.10	3.85	3.60	3.17	2.92	3.19	3.41
1998	Nova Odessa	13.15	13.14	4.01	4.10	3.85	3.60	3.17	2.92	3.19	3.41
1998	Nova Odessa	13.15	13.14	4.25	4.18	4.15	3.60	3.17	2.92	3.19	3.41

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AXXX

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) Experimento	Local	ETP9	ETP10	ETP11	ETP12	P-ETP1	P-ETP2	P-ETP3	P-ETP4	P-ETP5	P-ETP6
2009	Jaboticabal	2.70	2.76	2.85	2.80	68.40	24.33	49.97	23.31	130.86	129.89
2010	Uberaba	3.23	3.18	3.18	3.01	408.07	166.31	208.65	93.07	15.72	7.10
2009	Jaboticabal	2.70	2.76	2.85	2.80	92.96	24.33	49.97	23.31	130.86	129.89
2010	Uberaba	3.23	3.18	3.15	3.01	408.07	166.31	208.65	93.07	15.72	7.10
2009	Jaboticabal	2.70	2.76	2.85	2.80	92.96	8.33	49.97	23.31	130.86	129.89
2010	Ilha Solteira	2.49	2.79	2.79	2.85	184.17	241.27	243.76	2.54	76.84	1.59
2009	Jaboticabal	2.70	2.76	2.85	2.80	92.96	8.33	5.62	23.31	130.86	129.89
2009	Londrina	4.35	4.69	4.41	4.28	215.60	35.43	167.68	179.37	-3.55	-3.90
2009	Londrina	4.35	4.69	4.41	4.28	215.60	35.43	167.68	179.37	-3.55	-3.90
2009	Londrina	4.35	4.69	4.41	4.28	215.60	35.43	167.68	179.37	-3.55	-3.90
2009	Londrina	4.35	4.69	4.41	4.28	215.60	24.80	83.20	70.90	-3.55	-3.90
2009	Londrina	4.69	4.41	4.28	215.60	24.80	83.20	70.90	-3.55	-3.90	-3.74
2009	Londrina	4.35	4.69	4.41	4.28	215.60	24.80	83.20	70.90	-3.55	-3.90
2009	Londrina	4.35	4.69	4.41	4.28	215.60	24.80	83.20	70.90	-3.55	-3.90
2009	Uberaba	3.23	3.18	3.18	3.01	408.07	166.31	208.65	93.07	15.72	7.10
2009	Ilha Solteira	2.75	2.83	3.01	2.92	225.17	170.60	203.47	2.54	24.63	23.19
1997	Nova Odessa	3.89	3.90	255.39	286.90	54.95	51.20	102.23	210.28	22.91	-2.91
1998	Nova Odessa	3.89	3.90	4.12	4.14	255.39	286.90	54.95	51.20	102.23	210.28
1998	Nova Odessa	3.89	3.90	4.12	4.14	272.15	219.22	167.35	51.20	102.23	210.28

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AXXXI

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) Experimento	Local	P-ETP7	P-EPT8	P-ETP9	P- ETP10	P- ETP11	P- ETP12	ARM1	ARM2	ARM3	ARM4
2009	Jaboticabal	99.30	160.47	381.00	237.94	147.85	180.20	100.00	100.00	100.00	100.00
2010	Uberaba	-2.00	-2.79	68.87	173.22	150.32	336.29	100.00	100.00	100.00	100.00
2009	Jaboticabal	99.30	160.47	381.00	237.94	147.85	180.20	100.00	100.00	100.00	100.00
2010	Uberaba	-2.00	-2.79	68.87	173.22	363.75	336.29	100.00	100.00	100.00	100.00
2009	Jaboticabal	99.30	160.47	381.00	237.94	147.85	180.20	100.00	100.00	100.00	100.00
2010	Ilha Solteira	-2.40	11.14	5.61	101.61	100.61	217.65	100.00	100.00	100.00	100.00
2009	Jaboticabal	99.30	160.47	381.00	237.94	147.85	180.20	100.00	100.00	100.00	100.00
2009	Londrina	-3.74	-4.02	0.05	-4.69	99.99	189.62	100.00	100.00	100.00	100.00
2009	Londrina	-3.74	-4.02	0.05	-4.69	99.99	189.62	100.00	100.00	100.00	100.00
2009	Londrina	-3.74	-4.02	0.05	-4.69	99.99	189.62	100.00	100.00	100.00	100.00
2009	Londrina	-3.74	-4.02	0.05	-4.69	99.99	189.62	100.00	100.00	100.00	100.00
2009	Londrina	-4.02	0.05	-4.69	99.99	189.62	100.00	100.00	100.00	100.00	96.51
2009	Londrina	-3.74	-4.02	0.05	-4.69	99.99	189.62	100.00	100.00	100.00	100.00
2009	Londrina	-3.74	-4.02	0.05	-4.69	99.99	189.62	100.00	100.00	100.00	100.00
2009	Uberaba	-2.00	-2.79	68.87	173.22	150.32	336.29	100.00	100.00	100.00	100.00
2009	Ilha Solteira	25.29	89.48	180.15	207.97	203.29	226.48	100.00	100.00	100.00	100.00
1997	Nova Odessa	67.91	95.60	186.91	289.96	186.91	289.96	100.00	100.00	100.00	100.00
1998	Nova Odessa	22.91	-2.91	67.91	95.60	307.08	146.16	100.00	100.00	100.00	100.00
1998	Nova Odessa	22.91	-2.91	67.91	95.60	307.08	146.16	100.00	100.00	100.00	100.00

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AXXXII

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) Experimento	Local	ARM5	ARM6	ARM7	ARM8	ARM9	ARM10	ARM11	ARM12	ETR1	ETR2
2009	Jaboticabal	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2.40	2.27
2010	Uberaba	100.00	100.00	98.02	95.32	100.00	100.00	100.00	100.00	3.13	3.19
2009	Jaboticabal	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2.54	2.27
2010	Uberaba	100.00	100.00	98.02	95.32	100.00	100.00	100.00	100.00	3.13	3.19
2009	Jaboticabal	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2.54	2.27
2010	Ilha Solteira	100.00	100.00	97.63	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2.73	2.83
2009	Jaboticabal	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2.54	2.27
2009	Londrina	96.51	92.82	89.41	85.88	85.93	81.99	100.00	100.00	0.00	4.47
2009	Londrina	96.51	92.82	89.41	85.88	85.93	81.99	100.00	100.00	0.00	4.47
2009	Londrina	96.51	92.82	89.41	85.88	85.93	81.99	100.00	100.00	0.00	4.47
2009	Londrina	96.51	92.82	89.41	85.88	85.93	81.99	100.00	100.00	0.00	0.00
2009	Londrina	92.82	89.41	85.88	85.93	81.99	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
2009	Londrina	96.51	92.82	89.41	85.88	85.93	81.99	100.00	100.00	0.00	0.00
2009	Londrina	96.51	92.82	89.41	85.88	85.93	81.99	100.00	100.00	0.00	0.00
2009	Uberaba	100.00	100.00	98.02	95.32	100.00	100.00	100.00	100.00	3.13	3.19
2009	Ilha Solteira	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2.93	3.10
1997	Nova Odessa	100.00	100.00	100.00	97.13	100.00	100.00	100.00	100.00	4.01	4.10
1998	Nova Odessa	100.00	100.00	100.00	97.13	100.00	100.00	100.00	100.00	4.01	4.10
1998	Nova Odessa	100.00	100.00	100.00	97.13	100.00	100.00	100.00	100.00	4.25	4.18

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AXXXIII

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) experimento	Local	ETR3	ETR4	ETR5	ETR6	ETR7	ETR8	ETR9	ETR10	ETR11	ETR12
2009	Jaboticabal	1.93	2.19	2.24	2.51	2.60	2.83	2.70	2.76	2.85	2.80
2010	Uberaba	3.15	2.93	2.58	2.40	2.68	2.70	3.23	3.18	3.18	3.01
2009	Jaboticabal	1.93	2.19	2.24	2.51	2.60	2.83	2.70	2.76	2.85	2.80
2010	Uberaba	3.15	2.93	2.58	2.40	2.68	2.70	3.23	3.18	3.15	3.01
2009	Jaboticabal	1.93	2.19	2.24	2.51	2.60	2.83	2.70	2.76	2.85	2.80
2010	Ilha Solteira	2.84	2.76	2.16	2.21	2.37	2.56	2.49	2.79	2.79	2.85
2009	Jaboticabal	2.18	2.19	2.24	2.51	2.60	2.83	2.70	2.76	2.85	2.80
2009	Londrina	4.32	4.33	3.99	3.69	3.41	3.52	4.35	3.94	4.41	4.28
2009	Londrina	4.32	4.33	3.99	3.69	3.41	3.52	4.35	3.94	4.41	4.28
2009	Londrina	4.32	4.33	3.99	3.69	3.41	3.52	4.35	3.94	4.41	4.28
2009	Londrina	4.32	4.33	3.99	3.69	3.41	3.52	4.35	3.94	4.41	4.28
2009	Londrina	0.00	0.00	3.99	3.69	3.41	3.52	4.35	3.94	4.41	4.28
2009	Londrina	0.00	3.99	3.69	3.41	3.52	4.35	3.94	4.41	4.28	0.00
2009	Londrina	0.00	0.00	3.99	3.69	3.41	3.52	4.35	3.94	4.41	4.28
2009	Londrina	0.00	0.00	3.99	3.69	3.41	3.52	4.35	3.94	4.41	4.28
2009	Uberaba	3.15	2.93	2.58	2.40	2.68	2.70	3.23	3.18	3.18	3.01
2009	Ilha Solteira	3.03	2.76	2.57	2.21	2.41	2.52	2.75	2.83	3.01	2.92
1997	Nova Odessa	3.85	3.60	3.17	2.92	3.19	3.37	3.89	3.90	3.89	4.04
1998	Nova Odessa	3.85	3.60	3.17	2.92	3.19	3.37	3.89	3.90	4.12	4.14
1998	Nova Odessa	4.15	3.60	3.17	2.92	3.19	3.37	3.89	3.90	4.12	4.14

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AXXXIV

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) experimento	Local	DEF1	DEF2	DEF3	DEF4	DEF5	DEF6	DEF7	DEF8	DEF9	DEF10
2009	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Uberaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.09	0.00	0.00
2009	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Uberaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.09	0.00	0.00
2009	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	Ilha Solteira	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Jaboticabal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Londrina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.21	0.33	0.50	0.00	0.75
2009	Londrina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.21	0.33	0.50	0.00	0.75
2009	Londrina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.21	0.33	0.50	0.00	0.75
2009	Londrina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.21	0.33	0.50	0.00	0.75
2009	Londrina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.21	0.33	0.50	0.00	0.75
2009	Londrina	0.00	0.00	0.00	0.06	0.21	0.33	0.50	0.00	0.75	0.00
2009	Londrina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.21	0.33	0.50	0.00	0.75
2009	Londrina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.21	0.33	0.50	0.00	0.75
2009	Uberaba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.09	0.00	0.00
2009	Ilha Solteira	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.11	0.00	0.00
1997	Nova Odessa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
1998	Nova Odessa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
1998	Nova Odessa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE AXXXV

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) experimento	Local	DEF11	DEF12	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4	EXC5	EXC6	EXC7	EXC8
2009	Jaboticabal	0.00	0.00	68.40	24.33	49.97	23.31	130.86	129.89	99.30	160.47
2010	Uberaba	0.00	0.00	408.07	166.31	208.65	93.07	15.72	7.10	0.00	0.00
2009	Jaboticabal	0.00	0.00	92.96	24.33	49.97	23.31	130.86	129.89	99.30	160.47
2010	Uberaba	0.00	0.00	408.07	166.31	208.65	93.07	15.72	7.10	0.00	0.00
2009	Jaboticabal	0.00	0.00	92.96	8.33	49.97	23.31	130.86	129.89	99.30	160.47
2010	Ilha Solteira	0.00	0.00	184.17	241.27	243.76	2.54	145.27	76.84	1.59	0.00
2009	Jaboticabal	0.00	0.00	92.96	8.33	5.62	23.31	130.86	129.89	99.30	160.47
2009	Londrina	0.00	0.00	215.60	35.43	167.68	179.37	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Londrina	0.00	0.00	215.60	35.43	167.68	179.37	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Londrina	0.00	0.00	215.60	35.43	167.68	179.37	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Londrina	0.00	0.00	215.60	24.80	83.20	70.90	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Londrina	0.00	215.60	24.80	83.20	70.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Londrina	0.00	0.00	215.60	24.80	83.20	70.90	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Londrina	0.00	0.00	215.60	24.80	83.20	70.90	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	Uberaba	0.00	0.00	408.07	166.31	208.65	93.07	15.72	7.10	0.00	0.00
2009	Ilha Solteira	0.00	0.00	225.17	170.60	203.47	2.54	24.63	23.19	25.29	89.48
1997	Nova Odessa	0.00	0.00	255.39	286.90	54.95	51.20	102.23	210.28	22.909	0
1998	Nova Odessa	0.00	0.00	255.39	286.90	54.95	51.20	102.23	210.28	22.909	0
1998	Nova Odessa	0.00	0.00	272.15	219.22	67.35	51.20	102.23	210.28	22.909	0

Fonte: metadados da pesquisa.



### APÊNDICE AXXXVI

Quadro 1. Metadados de produtividade de *B. brizantha* e variáveis de clima e balanços hídricos regionais continuação...

Ano(s) experimento	Local	EXC9	EXC10	EXC11	EXC12
2009	Jaboticabal	381.00	237.94	147.85	180.20
2010	Uberaba	64.19	173.22	150.32	336.29
2009	Jaboticabal	381.00	237.94	147.85	180.20
2010	Uberaba	64.19	173.22	363.75	336.29
2009	Jaboticabal	381.00	237.94	147.85	180.20
2010	Ilha Solteira	8.77	5.61	101.61	100.61
2009	Jaboticabal	381.00	237.94	147.85	180.20
2009	Londrina	0.00	0.00	81.98	189.62
2009	Londrina	0.00	0.00	81.98	189.62
2009	Londrina	0.00	0.00	81.98	189.62
2009	Londrina	0.00	0.00	81.98	189.62
2009	Londrina	0.00	0.00	81.98	189.62
2009	Londrina	0.00	81.98	189.62	
2009	Londrina	0.00	0.00	81.98	189.62
2009	Londrina	0.00	0.00	81.98	189.62
2009	Uberaba	64.19	173.22	150.32	336.29
2009	Ilha Solteira	180.15	207.97	203.29	226.48
1997	Nova Odessa	65.05	95.601	186.91	289.96
1998	Nova Odessa	65.05	95.601	307.08	146.16
1998	Nova Odessa	65.05	95.601	307.08	146.16

Fonte: metadados da pesquisa.

### APÊNDICE B

Quadro 2. Metodologia utilizada nos experimentos utilizados nas análises (dados agregados).

Autores	Experimento	Irrigado	Adubação	Manejo	Idade
Barbosa <i>et al.</i> , 2013	Cultivo exclusivo	Não	NPK	Pastejo	14 e 28 dias
Costa <i>et al.</i> 2014	Cultivo com milho	Sim	N, P, K	Corte	40 dias. MS 65° C
Gazola <i>et al.</i> (2014)	Cultivo do milho, semeado em 15/05	Sim	N, P, K	Corte	Não descreve
Cruz (2010)	Exclusivo	Sim	N, P, K	Corte	35 dias. MS 65° C
Rodrigues, (2004)	Exclusivo	Sim	N, P, K	Corte	28, 42, 56, 70, 84 dias MS 65° C
Dantas (2015)	Exclusivo	Sim	N, P, K	Corte Outono/inverno	30 dias. MS 65° C
Gerdes <i>et al.</i> (2000)	Exclusivo	Não	N,P, K	Corte, estações	35 dias descanso, águas MS 55 °C, 105 °C
Soares Filho (2001)	Exclusivo	Não	N, P, K	Corte, todo ano Águas: 35 dias Seca: 49 dias	MS 65° C
Januskiewicz (2008)	Exclusivo	Não	N, P. K	Pastejo, 21 dias, <i>mobgrazing</i> nas águas	Contínuo amostragem a cada 21 dias. MS 55 °C, 105 °C
Fernandes <i>et al</i> (2015)	Exclusivo	Não	N, P,K	Pastejo nas águas	30 dias descanso, águas MS 55 °C, 105 °C
Vieira (2011)	Exclusivo	Não	N	Pastejo	Contínuo amostragem a cada 28 dias. MS 55 °C, 105 °C

### APÊNDICE C

Quadro 3. Metadados de experimentos de pastejo contínuo não irrigados por bovinos em *Brachiaria brizantha* na UNESP em Jaboticabal.

Autores	ano experimento	mês da produção	Irrigad o	Manejo	métodos	TL	sup/prot/ ener	sup/prot/ ener	GMD
			não	pastejo direto	55°	UA/há	kg/UA dia	%PC	kg/dia
Barbero	novembro/12 a janeiro/13	abr/13	não	pastejo direto	55°	7,11	1,35	0,30	9,00
			não	pastejo direto	55°	5,09	1,35	0,30	1,15
Jaboticabal		águas	não	pastejo direto	55°	3,91	1,35	0,30	1,20
	novembro/12 a janeiro/13		não	pastejo direto	55°	7,06	2,70	0,60	1,11
			não	pastejo direto	55°	5,09	1,35	0,30	1,15
			não	pastejo direto	55°	3,96	0,00	0,00	1,13
				pastejo direto	55°				
Casagrande	dez2007 a maio2008	maio	não	pastejo direto	55°	5,80	0,50	0,23	0,51
				pastejo direto	55°	4,50	0,55	0,26	0,61
				pastejo direto	55°	3,40	0,51	0,24	0,71
jaboticabal				pastejo direto	55°	5,60	0,65	0,30	0,53
				pastejo direto	55°	4,30	0,65	0,30	0,57
				pastejo direto	55°	3,70	0,65	0,30	0,64
				pastejo direto	55°				

Fonte: metadados do trabalho.

Quadro 3. Metadados de experimentos de pastejo contínuo não irrigados por bovinos em *Brachiaria brizantha* na UNESP em Jaboticabal.. Continuação

Djalma		19/06 a 20/11 2002	não	pastejo direto	55°	2,85	1,52	0,60	0,80
	1aseca	19/06 a 20/11 2003		pastejo direto	55°	3,85	1,52	1,60	0,73
		19/06 a 20/11 2004		pastejo direto	55°	4,85	1,52	2,60	0,60
		20/12/2002		pastejo direto	55°	5,51	0,60	0,20	0,68
		01/02/2003		pastejo direto	55°	5,79	0,60	0,20	0,68
		11/03/2003		pastejo direto	55°	5,91	0,60	0,20	0,68
		21/04/2003		pastejo direto	55°	3,20	0,60	0,20	0,68
jaboticabal		20/12/2002		pastejo direto	55°	5,51	1,90	0,60	0,82
	águas	01/02/2003		pastejo direto	55°	5,79	1,90	0,60	0,82
		11/03/2003		pastejo direto	55°	5,91	1,90	0,60	0,82
		21/04/2003		pastejo direto	55°	3,20	1,90	0,60	0,82
		20/12/2002		pastejo direto	55°	5,51	3,10	1,00	0,92
		01/02/2003		pastejo direto	55°	5,79	3,10	1,00	0,92
		11/03/2003		pastejo direto	55°	5,91	3,10	1,00	0,92
		21/04/2003		pastejo direto	55°	3,20	3,10	1,00	0,92
		18/05/2003		pastejo direto	55°	2,20	1,70	0,40	0,64

Fonte: metadados do trabalho

Quadro 3. Quadro 3. Metadados de experimentos de pastejo contínuo não irrigados por bovinos em *Brachiaria brizantha* na UNESP em Jaboticabal. Continuação...

Djalma		19/06 a 20/11 2002	não	pastejo direto	55°	2,85	1,52	0,60	0,80
	1aseca	19/06 a 20/11 2003		pastejo direto	55°	3,85	1,52	1,60	0,73
		19/06 a 20/11 2004		pastejo direto	55°	4,85	1,52	2,60	0,60
		20/12/2002		pastejo direto	55°	5,51	0,60	0,20	0,68
		01/02/2003		pastejo direto	55°	5,79	0,60	0,20	0,68
		11/03/2003		pastejo direto	55°	5,91	0,60	0,20	0,68
		21/04/2003		pastejo direto	55°	3,20	0,60	0,20	0,68
jaboticabal		20/12/2002		pastejo direto	55°	5,51	1,90	0,60	0,82
	águas	01/02/2003		pastejo direto	55°	5,79	1,90	0,60	0,82
		11/03/2003		pastejo direto	55°	5,91	1,90	0,60	0,82
		21/04/2003		pastejo direto	55°	3,20	1,90	0,60	0,82
		20/12/2002		pastejo direto	55°	5,51	3,10	1,00	0,92
		01/02/2003		pastejo direto	55°	5,79	3,10	1,00	0,92
		11/03/2003		pastejo direto	55°	5,91	3,10	1,00	0,92
		21/04/2003		pastejo direto	55°	3,20	3,10	1,00	0,92
		18/05/2003		pastejo direto	55°	2,20	1,70	0,40	0,64

Fonte: Metadados do trabalho.

Quadro 3. Quadro 3. Metadados de experimentos de pastejo contínuo não irrigados por bovinos em *Brachiaria brizantha* na UNESP em Jaboticabal. Continuação...

		30/06/2003		pastejo direto	55°	2,10	1,70	0,40	0,64
		05/07/2003		pastejo direto	55°	1,90	1,70	0,40	0,64
		10/08/2003		pastejo direto	55°	1,40	1,70	0,40	0,64
		18/05/2003		pastejo direto	55°	2,20	3,40	0,80	0,82
	2ª seca	30/06/2003		pastejo direto	55°	2,10	3,40	0,80	0,82
		05/07/2003		pastejo direto	55°	1,90	3,40	0,80	0,82
		10/08/2003		pastejo direto	55°	1,40	3,40	0,80	0,82
		18/05/2003		pastejo direto	55°	2,20	5,20	1,20	0,92
		30/06/2003		pastejo direto	55°	2,10	5,20	1,20	0,92
		05/07/2003		pastejo direto	55°	1,90	5,20	1,20	0,92
		10/08/2003		pastejo direto	55°	1,40	5,20	1,20	0,92
				pastejo direto	55°				
Moretti et al 2011		dez/06	não	pastejo direto	55°	5,70	0,90	0,30	0,56
		dez/06		pastejo direto	55°	5,70	0,00	0,00	0,50
		jan/07		pastejo direto	55°	5,70	0,90	0,30	1,10
		jan/07		pastejo direto	55°	5,70	0,00	0,00	0,75

Fonte: metadados do trabalho.

Quadro 3. Quadro 3. Metadados de experimentos de pastejo contínuo não irrigados por bovinos em *Brachiaria brizantha* na UNESP em Jaboticabal. Continuação...

CMS <sub>total</sub>	CMS <sub>f</sub>	MS total	MS <sub>verde</sub>	massa morta	Massa folhas	N <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	idade	%folhas
kg/dia	kg/dia	kg/há	kg/há	kg/há	kg/há	kg/há	kg/há	kg/há	dias	%
8,81	7,57	5994,00	4964,00	1030,00	2595,00	79,20	25,20	14,40	28,00	0,43
9,92	8,65	7735,00	6501,00	1234,00	3166,00	79,20	25,20	14,40	28,00	0,41
10,50	9,23	11016,00	9499,00	1517,00	4237,00	79,20	25,20	14,40	28,00	0,38
10,60	7,98	5928,00	4923,00	1005,00	2554,00	79,20	25,20	14,40	28,00	0,43
9,92	8,65	7735,00	6501,00	1234,00	3166,00	79,20	25,20	14,40	28,00	0,41
9,74	9,74	108789,00	107333,00	1456,00	7197,00	79,20	25,20	14,40	28,00	0,07
5,12	4,62	6606,00	3100,00	3506,00	6292,22	210,00	12,50	50,00	28,00	0,95
6,10	5,55	9741,00	5054,00	4687,00	7257,05	210,00	12,50	50,00	28,00	0,75
6,26	5,75	10868,00	6250,00	4618,00	7689,11	210,00	12,50	50,00	28,00	0,71
		7399,00	4525,00	2878,00	7029,05	210,00	12,50	50,00	28,00	0,95
		8028,00	5094,00	2944,00	7225,20	210,00	12,50	50,00	28,00	0,90
		8285,00	5588,00	2647,00	7870,75	210,00	12,50	50,00	28,00	0,95

Fonte: metadados do trabalho

Quadro 3. Quadro 3. Metadados de experimentos de pastejo contínuo não irrigados por bovinos em *Brachiaria brizantha* na UNESP em Jaboticabal. Continuação...

		5146,00			3251,20	90,00	22,50	90,00	14,00	0,63
		5146,00			3251,20	90,00	22,50	91,00	14,00	0,63
		5146,00			3251,20	90,00	22,50	92,00	14,00	0,63
		7335,00			2993,66	90,00	22,50	93,00	14,00	0,41
		6025,00			2993,66	90,00	22,50	94,00	14,00	0,50
		6484,00			2993,66	90,00	22,50	95,00	14,00	0,46
		5911,00			2993,66	90,00	22,50	96,00	14,00	0,51
		7335,00			2993,66	90,00	22,50	97,00	14,00	0,41
		6025,00			2993,66	90,00	22,50	98,00	14,00	0,50
		6484,00			2993,66	90,00	22,50	99,00	14,00	0,46
		5911,00			2993,66	90,00	22,50	100,00	14,00	0,51
		7335,00		sem	2993,66	90,00	22,50	101,00	14,00	0,41
		6025,00			2993,66	90,00	22,50	102,00	14,00	0,50
		6484,00			2993,66	90,00	22,50	103,00	14,00	0,46
		5911,00			2993,66	90,00	22,50	104,00	14,00	0,51
		6581,00			2993,66	90,00	22,50	104,00	14,00	0,45

Fonte: metadados do trabalho.



Quadro 3. Quadro 3. Metadados de experimentos de pastejo contínuo não irrigados por bovinos em *Brachiaria brizantha* na UNESP em Jaboticabal. Continuação...

		5495,00			2993,66	90,00	22,50	104,00	14,00	0,54
		4180,00			2993,66	90,00	22,50	104,00	14,00	0,72
		3300,00			2993,66	90,00	22,50	104,00	14,00	0,91
		6581,00			2993,66	90,00	22,50	104,00	14,00	0,45
		5495,00			2993,66	90,00	22,50	104,00	14,00	0,54
		4180,00			2993,66	90,00	22,50	104,00	14,00	0,72
		3300,00			2993,66	90,00	22,50	104,00	14,00	0,91
		6581,00			2993,66	90,00	22,50	104,00	14,00	0,45
		5495,00			2993,66	90,00	22,50	104,00	14,00	0,54
		4180,00			2993,66	90,00	22,50	104,00	14,00	0,72
		3300,00			2993,66	90,00	22,50	104,00	14,00	0,91
		7483,00			7483,00	100,00	0,00	0,00	30,00	1,00
		7483,00			7483,00	100,00	0,00	0,00	30,00	1,00
		7868,00			9441,60	100,00	0,00	0,00	30,00	1,20
		7868,00			9441,60	100,00	0,00	0,00	30,00	1,20

Fonte: Metadados do trabalho

Quadro 3. Quadro 3. Metadados de experimentos de pastejo contínuo não irrigados por bovinos em *Brachiaria brizantha* na UNESP em Jaboticabal. Continuação...

		11208,00			8966,40	100,00	0,00	0,00	30,00	0,80
		11208,00			8966,40	100,00	0,00	0,00	30,00	0,80
5,65	3,25	6740,50			6369,77	127,00	42,00	24,00	14,00	0,95
4,84	3,25	6740,50			6369,77	127,00	42,00	24,00	14,00	0,95
5,65	3,25	9032,50			7880,86	127,00	42,00	24,00	14,00	0,87
4,84	3,25	9032,50			7880,86	127,00	42,00	24,00	14,00	0,87
5,65	3,25	11207,00			8489,30	127,00	42,00	24,00	14,00	0,76
4,84	3,25	11207,00			8489,30	127,00	42,00	24,00	14,00	0,76

Fonte: metadados da pesquisa.