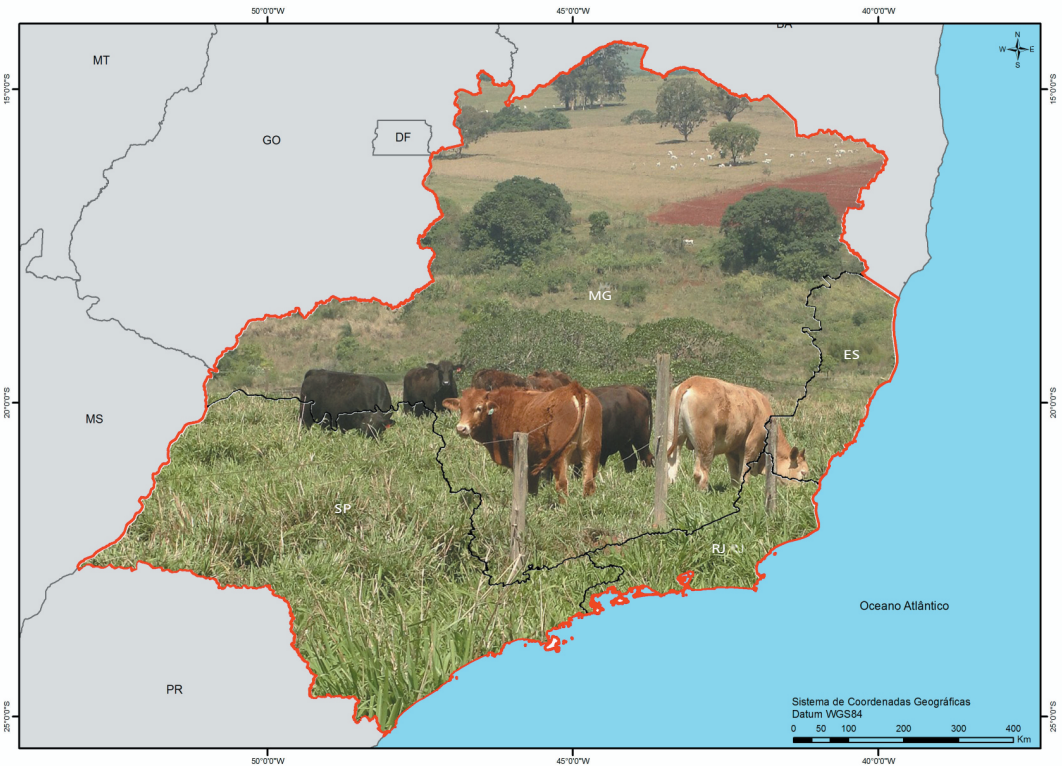


Zoneamento de aptidão climática para os capins marandu e tanzânia na região sudeste do Brasil



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Pecuária Sudeste
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 108

Zoneamento de aptidão climática para os capins marandu e tanzânia na região sudeste do Brasil

José Ricardo Macedo Pezzopane
Patrícia Menezes Santos
Giovana Maranhão Bettiol
Cristiam Bosi
Isadora Bagnariolli Petinari

Embrapa Pecuária Sudeste
São Carlos, SP
2012

Embrapa Pecuária Sudeste

Rod. Washington Luiz, km 234
13560 970, São Carlos, SP
Caixa Postal 339
Fone: (16) 3411- 5600
Fax: (16): 3361-5754
Home page: www.cppse.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Ana Rita de Araujo Nogueira
Secretária-Executiva: Simone Cristina Méo Niciura
Membros: Ane Lisy F.G. Silvestre, Maria Cristina Campanelli Brito,
Milena Ambrosio Telles, Sônia Borges de Alencar

Normalização bibliográfica: Sônia Borges de Alencar
Editoração eletrônica: Maria Cristina Campanelli Brito
Foto Capa: José Ricardo Macedo Pezzopane

1ª edição

1ª edição on-line (2012)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Pecuária Sudeste

Zoneamento de aptidão climática para os capins Marandu e Tanzânia na região Sudeste do Brasil. — [Recurso eletrônico] / José Ricardo Pezzopane... [et. al.]. — Dados eletrônicos. — São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2012.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: Word Wide Web: <<http://www.cppse.embrapa.br/sites/default/files/principal/publicacao/Documentos108.pdf>>

Título da página na Web (acesso em 30 dezembro de 2012).

27 p. (Documentos / Embrapa Pecuária Sudeste, 108; ISSN: 1980-6841).

1. Agrometeorologia- Aptidão climática. 2. Forragicultura – Capim Marandu Capim Tanzânia. I. Pezzopane, José Ricardo Macedo. II. Santos, Patrícia Menezes. III. Bettiol, Giovana Maranhão. IV. Bosi, Cristiam. V. Petinari, Isadora Bagnariolli. VI Título. VII. Série.

CDD: 630.25

© Embrapa 2012

Autores

José Ricardo Macedo Pezzopane

Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP,
jose.pezzopane@embrapa.br

Patricia Menezes Santos

Engenheira Agrônoma, Dra., Pesquisadora da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP,
patricia.santos@embrapa.br

Giovana Maranhão Bettiol

Geógrafa, Especialista em Geoprocessamento, Analista da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP,
giovana.bettiol@embrapa.br

Cristiam Bosi

Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Engenharia de Sistema Agrícolas, ESALQ/USP, Estagiário da Embrapa Pecuária Sudeste
cristiambosi@yahoo.com.br

Isadora Bagnariolli Petinari

Graduanda em Gestão Ambiental, UFSCAR, Estagiária da Embrapa Pecuária Sudeste
iza.peti@gmail.com

Sumário

1. Introdução	7
2. Metodologia	8
2.1 Efeito térmico.....	9
2.2 Efeito hídrico	11
2.3 Procedimentos para geração dos mapas de zoneamento de aptidão das espécies forrageiras	11
3. Aptidão climática e estacionalidade dos capins marandu e tanzânia na região sudeste do Brasil	14
3.1 Definição dos parâmetros de aptidão.....	14
3.2 Mapas climáticos básicos	15
3.3 Mapas de aptidão climática	18
3.4 Uso da irrigação para diminuir a estacionalidade de produção	23
4. Considerações finais	24
5. Referências	24

Zoneamento de aptidão climática para os capins marandu e tanzânia na região sudeste do Brasil

José Ricardo Macedo Pezzopane

Patrícia Menezes Santos

Giovana Maranhão Bettiol

Cristiam Bosi

Isadora Bagnariolli Petinari

1. Introdução

A expressão dos potenciais genéticos de crescimento e desenvolvimento das plantas é fortemente influenciada por condições edáficas e climáticas, de cujos componentes destacam-se a fertilidade do solo, a temperatura, a disponibilidade hídrica, a luminosidade e as múltiplas combinações desses fatores (VILLA NOVA et al., 2004; PEDREIRA et al., 2009).

Estudos relacionados ao potencial de uso das forrageiras tropicais no centro-sul do Brasil levam em consideração parâmetros climáticos, edáficos ou de manejo (RIO GRANDE do SUL, 1975; PEDRO JR. et al., 1990). Nas condições de cultivo da região Sudeste do Brasil, o crescimento vigoroso das forrageiras tropicais, comumente verificado no período de primavera-verão, alterna com crescimento nulo ou pouco significativo do período de outono-inverno, o que determina estacionalidade da produção de forragem, fato que resulta em marcante influência sobre a produção, especialmente, pecuária. Amplas evidências experimentais documentam os efeitos marcantes de características térmicas e hídricas regionais sobre tal estacionalidade.

Como critério da disponibilidade térmica, estudos sobre zoneamentos climáticos de forrageiras tropicais têm considerado a duração do período do ano no qual a temperatura mínima do ar atinge valores determinantes da paralisação do crescimento vegetativo da espécie avaliada (JONES, 1974; RIO GRANDE DO SUL, 1975). Da mesma forma, no que tange à disponibilidade hídrica, níveis totais de chuva anual ou de deficiência hídrica anual, também limitantes à produção, são considerados (FERREIRA e ANTUNES, 1980; PEDRO JR., 1990).

A caracterização de regiões com condições climáticas semelhantes também pode contribuir para a indicação de espécies forrageiras mais adaptadas às condições ambientais específicas. Portanto, os zoneamentos agroclimáticos para plantas forrageiras podem servir de subsídio no planejamento de atividades agrícolas e de projetos agropecuários bem como ao estabelecimento de políticas agrícolas e de financiamentos.

Este trabalho teve como objetivo identificar, na região Sudeste, zonas que atendem aos requisitos agroclimáticos dos capins Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) e Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia).

2. Metodologia

A identificação de áreas na região Sudeste do Brasil com condições climáticas semelhantes para o desenvolvimento das forrageiras *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* cv. Tanzânia foi baseada na caracterização das disponibilidades térmicas e hídricas que condicionam a duração do período de crescimento vegetativo das forrageiras e, conseqüentemente, a disponibilidade de forragem.

2.1 Efeito térmico

Para critério de análise do efeito térmico foi considerado o número de meses com média das temperaturas mínimas superior ao limite estabelecido para o desenvolvimento dos capins-marandu e tanzânia, tendo por base estudos já realizado nos Estados do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 1975) e de São Paulo (PEDRO JR. et al., 1990) para diversas forrageiras tropicais. A utilização da temperatura mínima também é corroborado pelas constatações de Tonato et al. (2010), que obtiveram as melhores regressões lineares entre esse parâmetro e a taxa de acúmulo de forrageiras tropicais dentre os parâmetro agrometeorológicos testados.

Primeiramente foi realizada uma busca na literatura das correlações entre a temperatura mínima do ciclo de desenvolvimento, caracterizado pelo período de descanso em condições de pastejo ou pelos intervalos de cortes em condição de parcelas experimentais, e a produção de matéria seca de forragem. Isso visou identificar a temperatura mínima do período em que a taxa de acúmulo aproxima-se do nulo para as cultivares em questão.

Para *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, nas condições de cultivo de Piracicaba - SP e São Carlos - SP, na projeção das equações de regressão linear entre a temperatura mínima (T_{min}) e a taxa nula de acúmulo, foram obtidos os seguintes valores: 11,2°C (MENDONÇA e RASSINI, 2005), 10,5°C (TONATO, 2009), 11,6° (TONATO et al., 2010) e 11,3°C (CRUZ et al., 2011), cujo valor médio dessas temperaturas é 11,2 °C.

Realizando a mesma projeção para experimentos conduzidos em São Carlos -SP para *Panicum maximum* cv. Tanzânia, os valores obtidos foram de 9,8°C no trabalho de Mendonça e Rassini (2005) e 12,0°C no trabalho de Pezzopane (2010), valores que resultam em média de 10,9°C.

Considerando a proximidade dos valores médios entre as duas espécies, foi considerado o valor de 11,0°C como sendo a temperatura mínima de produção das duas espécies forrageiras.

Para fins de mapeamento, devido à pequena densidade de postos meteorológicos com dados mensais de temperatura mínima, foram realizadas correlações para fins de obtenção do limite térmico com base na temperatura anual, assim como feito por Pedro Jr. et al. (1990).

Numa primeira etapa, utilizando-se a correlação entre a temperatura média mensal (T_{MED}) e a temperatura mínima mensal (T_{MIN}), proposta por Pedro Jr. et al. (1990), verificou-se que a média mensal de 17,0°C corresponde à temperatura mínima média mensal de 11,0°C definida como limitante à produção de forragem.

Posteriormente, como último passo para a definição da aptidão térmica e espacialização do efeito térmico, o número de meses com $T_{MED} \leq 17,0^\circ\text{C}$ foram correlacionados com a temperatura média anual de 44 estações meteorológicas da Região Sudeste de acordo com as normais climatológicas do INMET.

O uso do valor mensal de 17,0°C de temperatura média como limitante ao crescimento das forrageiras, mesmo que obtido de maneira indireta a partir da relação proposta por Pedro Jr. et al. (1990), é próximo dos valores limítrofes inferiores da T_{MED} encontrados na literatura nas condições de cultivo de São Paulo para a produção das duas espécies. Para a *B. brizantha* cv. Marandu os valores encontrados foram de 17,7°C (MENDONCA & RASSINI, 2005), 16,4°C (LARA, 2007), 17,7°C (TONATO et al., 2010) e 17,5°C (CRUZ et al., 2011), com média de 17,3°C entre os trabalhos. Já para *P. maximum* cv. Tanzânia, os valores foram de 17,0°C (MORENO, 2004), 16,5°C (MENDONCA & RASSINI, 2005) e 17,5°C (PEZZOPANE et al., 2010), com média de 17,0°C entre os trabalhos.

2.2 Efeito hídrico

Para a caracterização do efeito hídrico no período de crescimento das forrageiras durante o ano foram considerados parâmetros do balanço hídrico climatológico proposto por Thornthwaite e Mather (1955) para uma capacidade máxima de armazenamento de 100 mm. Adotando-se o critério proposto por Pedro Jr. et. al. (1990), a duração do período de seca (número de meses com deficiência hídrica - DH - ≥ 5 mm) foi o parâmetro hídrico utilizado na delimitação das áreas.

Para estabelecimento dos valores a serem espacializados, o número de meses com $DH \geq 5$ mm foram correlacionados com a deficiência hídrica anual de 80 estações meteorológicas da Região Sudeste de acordo com as normais climatológicas do INMET.

2.3 Procedimentos para geração dos mapas de zoneamento de aptidão das espécies forrageiras

O trabalho foi baseado na sobreposição de mapas que caracterizam os efeitos térmicos e hídricos condicionantes da duração do período de crescimento vegetativo da forrageira e consequente disponibilidade de forragem.

Com a definição dos valores que caracterizam os efeitos térmico e hídrico, utilizou-se o *software SPRING versão 5.1.7* para realizar os cruzamentos dos mapas e gerar todos os mapas digitais. O *software ArcGIS / ArcMap versão 9.3* foi utilizado para geração e reclassificação dos mapas de deficiência hídrica anual, aptidão hídrica e elaboração de *layouts*.

Em uma primeira etapa foi realizado o mosaico das imagens SRTM gerando imagens "*raster*" da altitude para os estados da Região Sudeste. Essas imagens foram importadas para o *software SPRING*, gerando uma grade regular com resolução de 90 x 90 m. Grades

regulares com pontos de latitude e longitude foram geradas e importadas para esse *software* com a mesma resolução da grade SRTM.

Diante das grades de altitude, latitude e longitude, foi utilizado o módulo de programação LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) disponível no SPRING. Aplicaram-se os coeficientes obtidos por meio das equações de regressão ajustadas ao modelo linear os estados da Região de acordo com os trabalhos de Pinto e Alfonsi (1974); Feitosa et al. (1980); Sediayama & Melo Junior (1998) e Alfonsi et al. (2010), obtendo-se o mapa digital da espacialização da T_{MED} .

De posse do mapa da TMED, utilizando a opção “Fatiamento” disponível no menu “MNT” do SPRING, procedeu-se sua reclassificação considerando os período de estacionalidade conforme os índices de efeito térmico estabelecidos, o que gerou os mapas de temperatura média anual do ar e aptidão térmica.

De acordo com os dados de deficiência hídrica do solo, obtidos através do balanço hídrico climatológico (THORNTHWAITE e MATHER 1955), realizou-se a espacialização desses valores, estipulando as áreas com deficiência hídrica para a região de estudo. Para isso, procedeu-se a interpolação dos dados, através do método da *krigagem* ordinária utilizando-se rotinas específicas de um SIG implementado através do software ArcGis 9.2 / ArcMap pelo módulo “*ArcToolbox - Spatial Analyst Tools - Interpolation*”, o qual deu origem ao mapa temático que representa as condições de deficiência hídrica do estado.

Foi utilizado o módulo “*ArcToolbox - Spatial Analyst Tools - Reclass*” para a reclassificação da deficiência hídrica considerando os períodos de estacionalidade conforme os índices de efeito hídrico estabelecidos, gerando os mapas de deficiência hídrica anual e aptidão hídrica.

Finalmente, os mapas de zoneamento de aptidão agroclimática para as forrageiras *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* cv. Tanzânia, com a definição dos períodos de estacionalidade, foram obtidos através do cruzamento dos mapas de aptidão térmica e aptidão hídrica importado para o *software* SPRING, já reclassificados, utilizando o módulo de programação LEGAL disponível no *software*.

Na região do estudo a estação seca ocorre durante o período de inverno. Nesse caso o efeito das variáveis térmica e hídrica na duração do número de meses do ano onde não ocorre crescimento e produção significativa é complementar, predominando no zoneamento final o de maior duração.

A Figura 1, adaptada de Castro et al. (2010), apresenta o cronograma das operações.

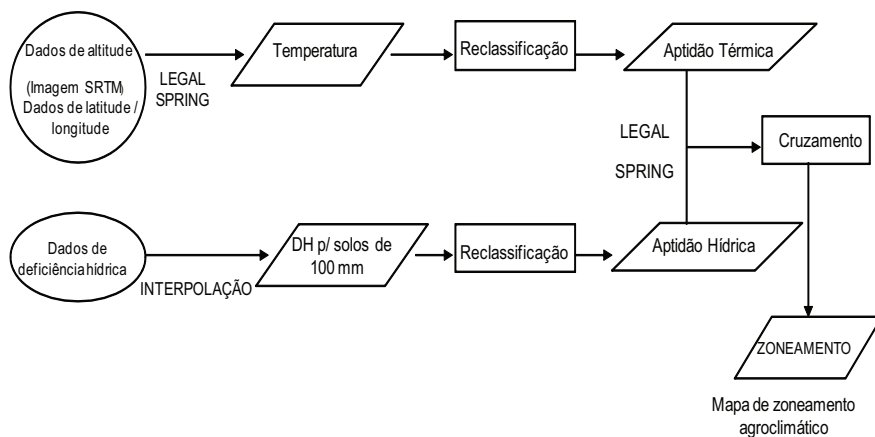


Figura 1. Fluxograma das etapas necessárias para obtenção dos mapas de zoneamento agroclimático das espécies forrageiras para a Região Sudeste do Brasil. DH: deficiência hídrica anual.

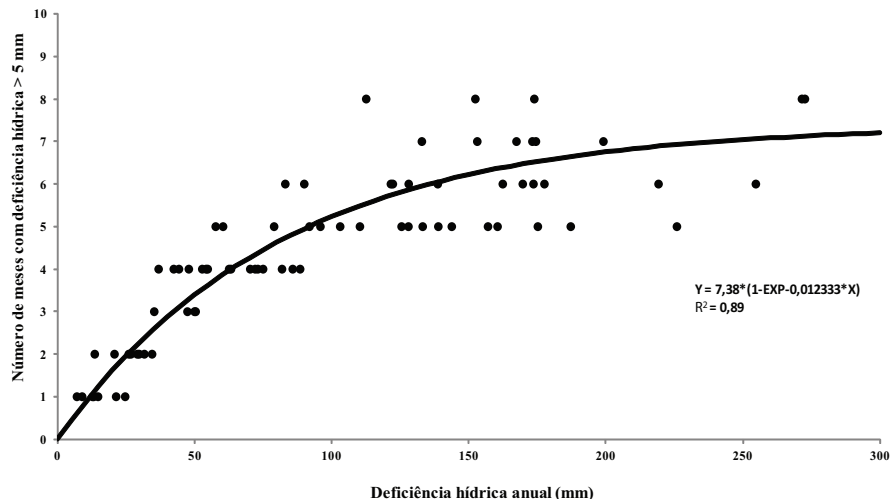


Figura 3. Relação entre o número de meses com deficiência hídrica ≥ 5 mm e a deficiência hídrica anual na Região Sudeste do Brasil.

3.2 Mapas climáticos básicos

Na Figura 4 é apresentado o modelo digital de elevação para a Região Sudeste do Brasil, obtido a partir de uma imagem de radar SRTM, que possibilitou a caracterização da temperatura média do ar para cada célula (*pixel*) e a obtenção da carta digital da temperatura média anual da Região (Figura 5).

Predominam na Região zonas de baixa altitude, na faixa de 0 a 150 metros nas áreas situadas no sul do Estado de São Paulo, norte do Rio de Janeiro, grande parte do Espírito Santo e leste de Minas Gerais, e altitudes elevadas, ou seja, acima de 1200 metros, que ocorrem predominantemente no Estado de Minas Gerais. Nas regiões oeste de São Paulo e Minas Gerais, divisas com Mato Grosso do Sul e sul de Goiás ocorrem áreas situadas na faixa de 300 metros.

O padrão topográfico regional e sua utilização nas equações de estimativas de temperatura juntamente com as coordenadas geográficas indicam a ocorrência de temperaturas médias anuais que variam de 8°C (escarpas da serra da Mantiqueira) a 24 °C (litoral norte do Rio de Janeiro e vale do Rio São Francisco no extremo norte de Minas Gerais). No geral, entretanto, verifica-se predominância na Região Sudeste do País de temperaturas médias situadas na faixa 20° - 24°C.

Na Figura 6 é apresentada a deficiência hídrica anual (DH) da Região Sudeste. A DH varia de 0 - 50 mm no sul de São Paulo e Minas Gerais, além do leste do Rio de Janeiro, a até pouco mais de 400 mm anuais no extremo norte de Minas Gerais, refletindo a combinação de elevada demanda hídrica e baixo regime pluviométrico nessa região. Na maior parte do Estado de Minas Gerais, além do norte de São Paulo e quase a totalidade do Espírito Santo, a DH é maior que 100 mm anuais.

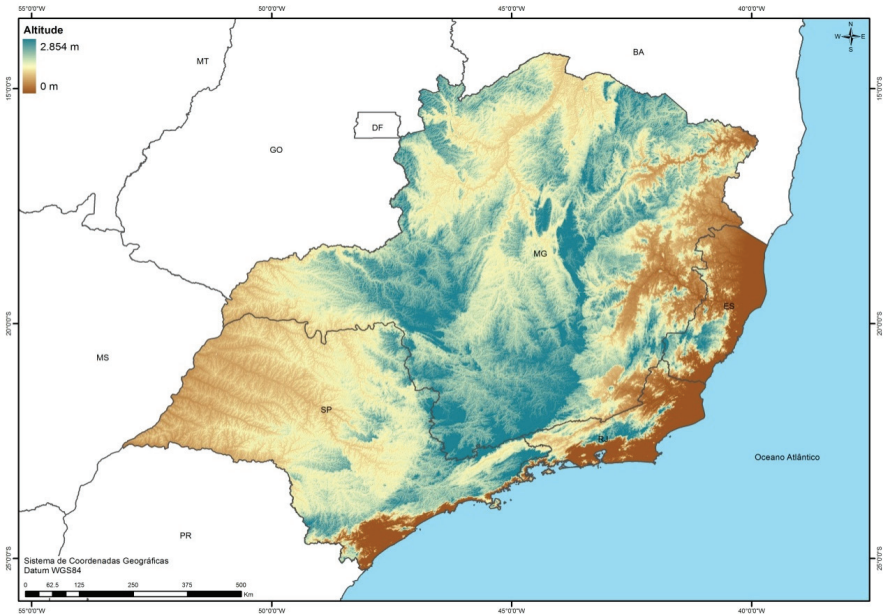


Figura 4. Modelo digital de elevação (MDE) da Região Sudeste do Brasil gerado a partir de dados de radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*).

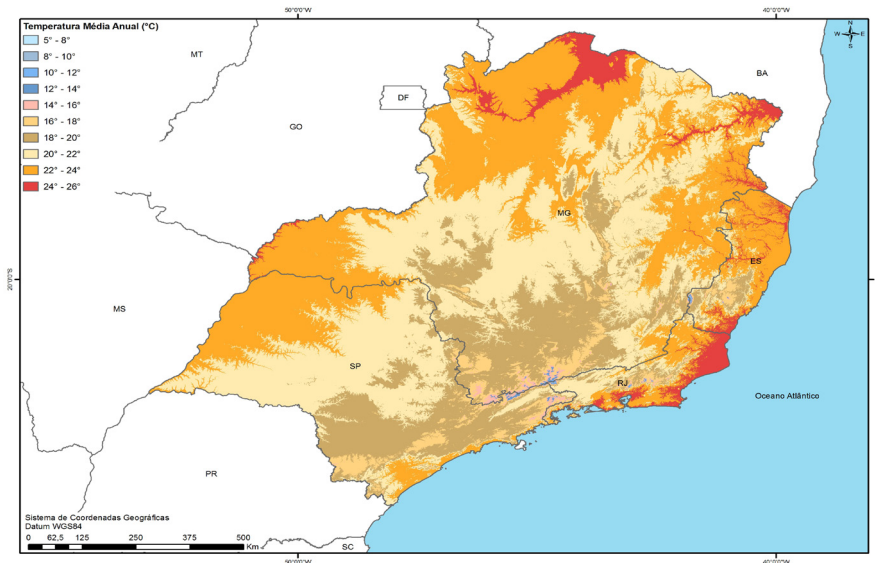


Figura 5. Espacialização das estimativas dos valores da temperatura média anual do ar para a Região Sudeste do Brasil a partir de equações de regressão múltipla e modelo digital de elevação (SRTM).

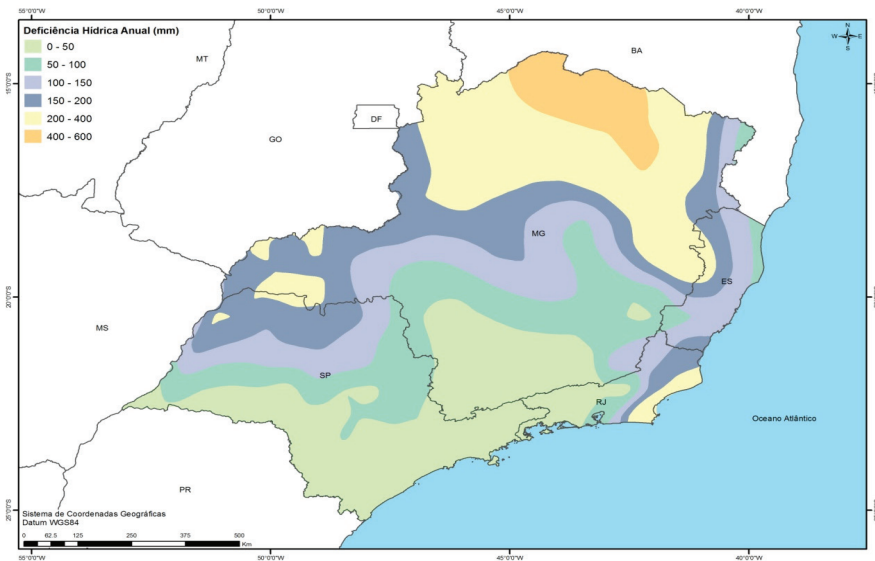


Figura 6. Espacialização da deficiência hídrica anual (mm) para a Região Sudeste do Brasil obtida pelo balanço hídrico climatológico de Thornthwaite e Mather (1955) para armazenamento máximo de 100 mm.

3.3 Mapas da aptidão climática

A aptidão térmica, expressa na duração de meses em que a temperatura do ar é limitante ao crescimento vegetativo das forrageiras, é apresentada na Figura 7. A maior parte da região (42%), localizada principalmente no norte de São Paulo, no norte e oeste de Minas Gerais, no norte do Rio de Janeiro e quase totalidade do Espírito Santo, com temperatura média anual $> 21,9^{\circ}\text{C}$ não apresenta restrição térmica ao crescimento.

A área com restrição térmica de até 2 meses ($20,1$ a $21,9^{\circ}\text{C}$) compreende cerca de 34% da região Sudeste, ocorrendo predominantemente nas regiões centrais de São Paulo e de Minas Gerais. A área com restrição térmica de 2 a 5 meses ($17,3$ a $20,1^{\circ}\text{C}$) ocupa cerca de 22% da Região com predomínio no sul de São Paulo e na serra da Mantiqueira (divisa de São Paulo e Minas Gerais) e no centro-sul de Minas Gerais. As regiões com temperaturas abaixo de $17,3^{\circ}\text{C}$ se limitam as áreas com elevada altitude no sul de São Paulo e na serra da Mantiqueira, onde a restrição térmica é maior que 5 meses com elevado risco de geadas.

A restrição hídrica, expressa na duração de meses em que a deficiência hídrica é limitante ao crescimento vegetativo das forrageiras, é apresentada na Figura 8. A região Sudeste se apresenta como uma região de transição no regime hídrico. No sul do Estado de São Paulo ocorre pouca restrição hídrica ao crescimento das forrageiras (até 25 mm anuais) condicionando até 2 meses de estacionalidade (cerca de 6% da área). A área com 2 a 5 meses de restrição hídrica, compreendendo as regiões centrais de São Paulo, do centro-sul de Minas Gerais e do oeste do Rio de Janeiro representam cerca de 30% da área.

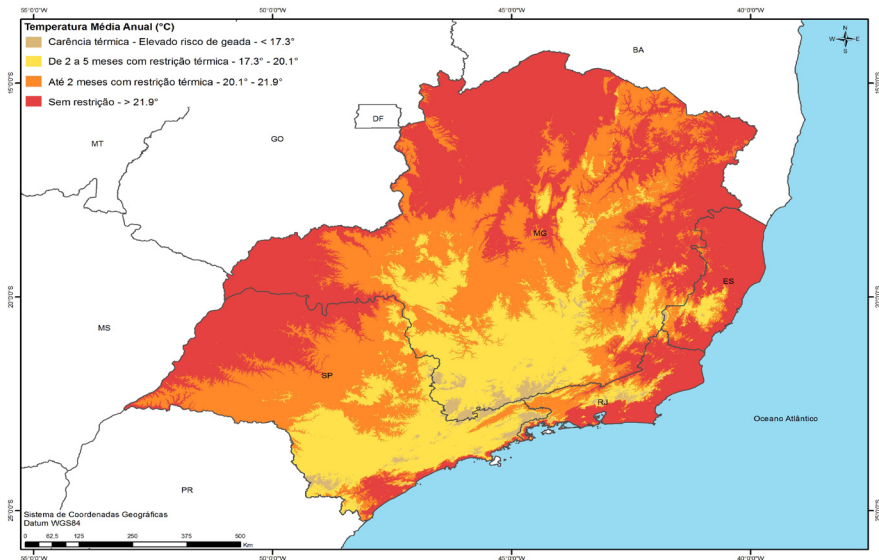


Figura 7. Mapa de aptidão térmica para as espécies *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* para a Região Sudeste do Brasil, apresentando o número de meses onde o crescimento é limitado pela temperatura do ar.

A maior parte (39%) da Região Sudeste apresenta restrição hídrica de 5 a 6 meses determinando a estacionalidade da produção. É o caso da região norte de São Paulo, da região central de Minas Gerais, de grande parte do Rio de Janeiro e da quase a totalidade do Espírito Santo. Parte do norte de Minas Gerais e pequena porção do oeste do mesmo estado apresentam elevada deficiência hídrica anual (acima de 200 mm), caracterizando regiões com um pouco mais de seis meses de período seco com maior rigor climático.

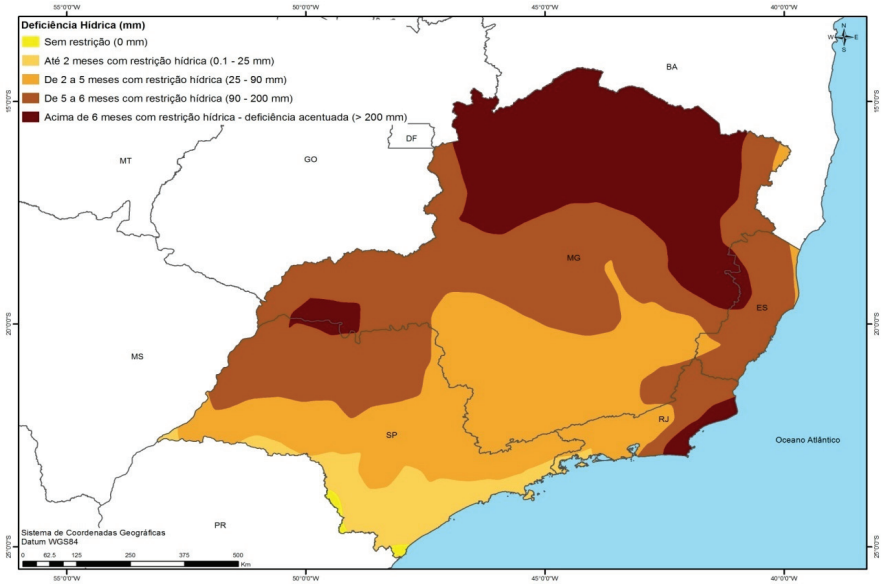


Figura 8. Mapa de aptidão hídrica para as espécies *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* para a Região Sudeste do Brasil, apresentando o número de meses onde o crescimento é limitado pela restrição hídrica.

Na Figura 9 é apresentado o zoneamento de aptidão climática considerando os efeitos térmicos e hídricos associados, sendo que as regiões foram classificadas de acordo com o efeito climático predominante em termo de duração ao longo do ano.

Este procedimento foi adotado, pois de acordo com a classificação climática de Köppen, a maior parte da região Sudeste é composta pelos climas Aw e Cwa, denominados respectivamente de Tropical com inverno seco e Tropical de altitude. Ambos apresentam verão quente e inverno seco com baixa precipitação. Dessa maneira os efeitos térmico e hídrico (Figuras 7 e 8) que condicionam a limitação ao crescimento das forrageiras tropical estão associados e ocorrem na mesma época do ano.

Maior parte da região Sudeste (38,3%) apresenta estacionalidade de 5 a 6 meses, proporcionada principalmente pelo fator hídrico (exemplos dos municípios de Votuporanga - SP e Sete Lagoas - MG, Figura 9), seguida por áreas que apresentam de 2 a 5 meses de estacionalidade (31,8%), condicionada por fatores térmico e hídricos (exemplos dos municípios de São Carlos - SP e Juiz de Fora - MG, Figura 9). Vinte e cinco % da Região Sudeste, principalmente no norte de Minas Gerais e em porções do oeste e leste do mesmo estado, apresentam elevada deficiência hídrica caracterizando pouco mais de 6 meses de estacionalidade com elevadas deficiências hídricas (exemplos dos municípios de Montes Claros - MG e Aimorés - MG, Figura 9). A região Sudeste ainda apresenta pequena porção com carência térmica (2,1%), estacionalidade de até 2 meses (2,1%).

A duração do período de estacionalidade não está diretamente relacionado ao potencial produtivo (produção anual total) de uma região. Em regiões onde o clima determina maiores períodos sem crescimento significativo a produção poderá ser compensada no período de verão, que apresenta geralmente condições de elevada temperatura e altos teores de chuva. Nesse caso é preciso lançar mão de modelos que estimam a produção para se identificar o potencial produtivo da região.

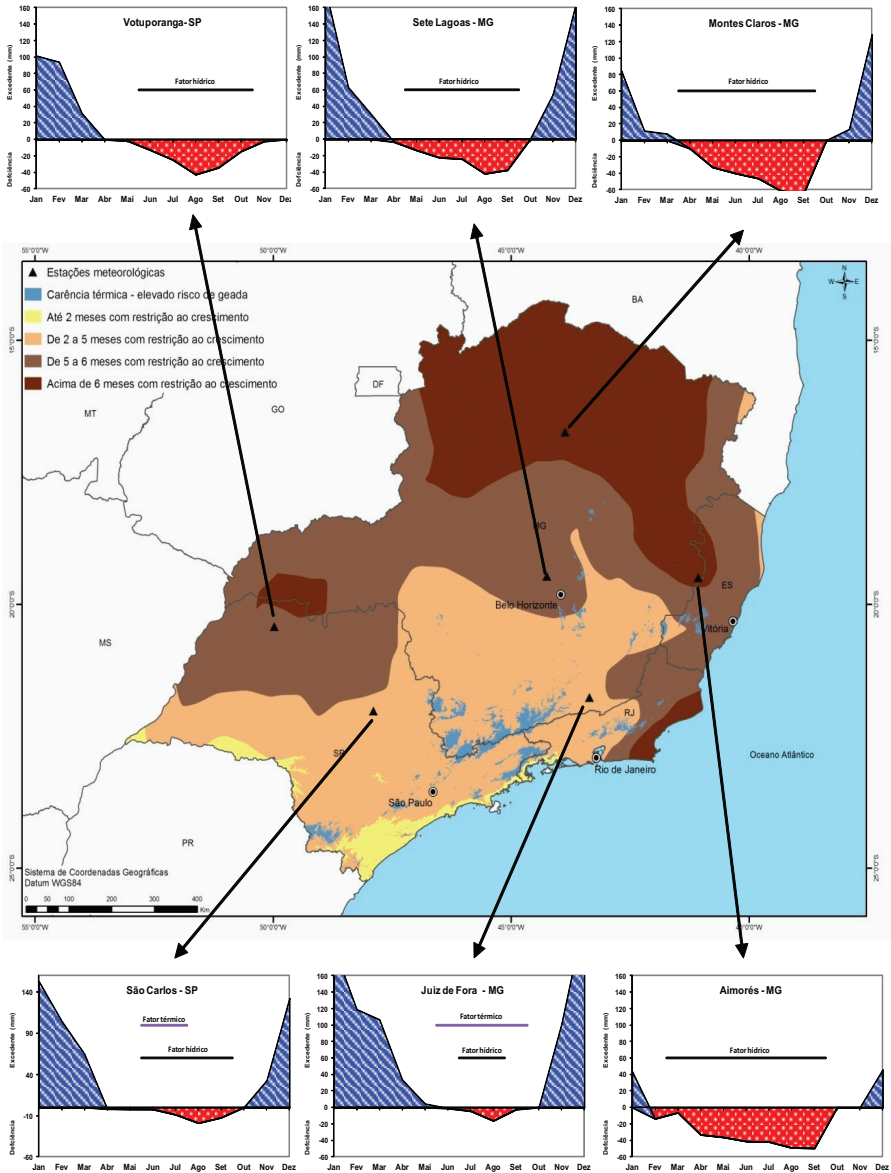


Figura 9. Mapa de aptidão climática para as espécies *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* cv. Tanzânia para a Região Sudeste do Brasil, apresentando o número de meses onde o crescimento é limitado pelas condições climáticas.

3.4 Uso da irrigação para diminuir a estacionalidade de produção

A utilização da irrigação, principalmente onde a deficiência hídrica impõe restrição ao crescimento pelo período de 5 a 6 meses no ano, pode diminuir a estacionalidade da produção das forrageiras tropicais. Essa situação é característica das regiões norte do Estado de São Paulo e no oeste, centro e norte de Minas Gerais, além de praticamente todo o Estado do Espírito Santo.

Na Figura 10 pode ser verificado que em grande parte da área onde o déficit hídrico atuava predominantemente na duração da estacionalidade, o período sem crescimento pode ser reduzido para até 2 meses ou mesmo não ocorrer a restrição. Nesse caso apenas o efeito térmico condiciona a estacionalidade de produção. No restante da área de estudo (marcado com listas) o uso da irrigação não diminui a estacionalidade, pois predomina o efeito térmico sobre o hídrico, principalmente no sul dos Estados de São Paulo e de Minas Gerais.

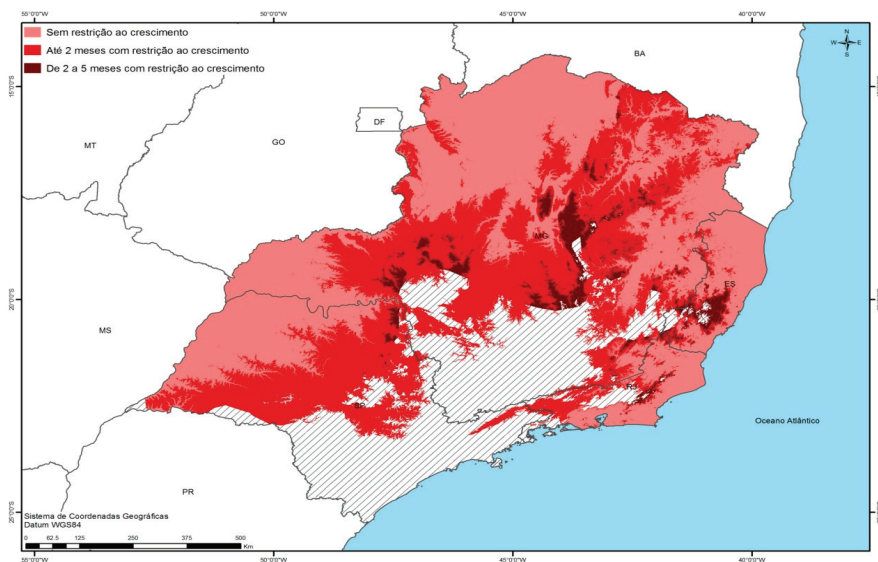


Figura 10. Mapa de aptidão climática para as espécies *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* cv. Tanzânia para a Região Sudeste do Brasil, apresentando o número de meses onde o crescimento é limitado pelas condições climáticas (temperatura), considerando o uso da irrigação.

4. Considerações finais

O zoneamento agroclimático e a definição de períodos de estacionalidade de produção auxiliam o planejamento da produção de forragem em propriedades agropecuárias. O ajuste entre a demanda e a oferta de alimentos na propriedade pode ser alcançado tanto por meio da redução da demanda (ex: venda de animais) quanto pelo aumento da oferta de alimentos nos períodos mais críticos (ex: diferimento do uso de pastagens, produção de forrageiras de inverno ou de cana-de-açúcar, conservação de forragem, suplementação da alimentação com uso de concentrados).

Na região Sudeste do Brasil, o período em que as condições para o crescimento de *Panicum maximum* e *Brachiaria brizantha* são restritas variam de 2 a mais de 6 meses. A identificação das melhores alternativas tecnológicas para reduzir os impactos da estacionalidade depende de aspectos técnicos e gerenciais do sistema de produção.

5. Referências

ALFONSI, R. R.; PINTO, H. S.; ZULLO JUNIOR, J.; CORAL, G.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A.; LOPES, T. S. de S.; MARRA, E.; BEZERRA, H. S.; HISSA, H. R.; FIGUEIREDO, A. F. de; SILVA, G. G. da; SUCHAROV, E. C.; ALVES, J.; MARTORANO, L. C.; ANDRÉ, R. G. B.; BASTOS, W. E. de. **Zoneamento climático da cultura do café (*Coffea arabica*) no estado do Rio de Janeiro**. 2002 Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/cafe/index.shtml-relat_RJ.html>. Acesso em: 25 de jun. de 2011.

CASTRO, F. S.; PEZZOPANE, J. E. M.; PEZZOPANE, J. R. M.; CECILIO, R. A.; XAVIER, A.C. Zoneamento agroclimático para espécies do gênero *Pinus* no estado do Espírito Santo. **Floresta**, v. 40, p. 235-240, 2010.

CRUZ, P. G.; SANTOS, P. M.; PEZZOPANE, J. R. M.; OLIVEIRA, P. P. A.; ARAUJO, L. C. Modelos empíricos para estimar o acúmulo de matéria seca de capim-marandu com variáveis agrometeorológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 675-681, 2011.

FEITOSA, M.; SCÁRDUA, J. A.; SEDIYAMA, G.; VALLE, S. S. Estimativa das médias das temperaturas mínimas mensais e anais do estado do Espírito Santo. **Revista do Centro Ciências Rurais**, v.10, n.1, p.15-24, 1980.

FERREIRA, M. B.; ANTUNES, Z. Fatores ecológicos de importância para as pastagens de Minas Gerais: solo, clima e vegetação. **Informe Agropecuário**, v. 6, n. 70, p. 3-5, 1980.

JONES, R. J. Proposta de zoneamento de plantas forrageiras para o Estado de São Paulo. **Zootecnia**, São Paulo, v. 12, n.3, p. 177-190, 1974.

LARA, M. A. S. **Respostas morfofisiológicas de cinco cultivares de *Brachiaria* spp. às variações estacionais da temperatura do ar e do fotoperíodo.** 2007. 110f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Ciências Animais e Pastagens, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MENDONÇA, F. C.; RASSINI, J. B. **Temperatura-base inferior e estacionalidade de produção de gramíneas forrageiras tropicais.** São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. 9 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Circular Técnica, 45).

MORENO, L. S. de B. Produção de forragem de capins do gênero *Panicum* e modelagem de repostas produtivas e morfofisiológicas em função de variáveis. 2004. 86 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Ciências Animais e Pastagens, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PEDREIRA, C. G. S., TONATO, F., LARA, M. A. S. Forrageiras: Brachiaria, Panicum e Cynodon. In: José Eduardo Boffino de Almeida Monteiro. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia, 2009. p. 426-447.

PEDRO Jr., M. J.; ALCANTARA, P. B.; ROCHA, G. L.; ALFONSI R. R.; Donzeli, P. L. **Aptidão climática pra plantas forrageiras no estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1990. 27 p. (Boletim técnico, 139).

PEZZOPANE, J. R. M.; SANTOS, P. M.; ARAUJO, L. C.; CRUZ, P. G.; MENDONCA, F. C. Estimativa da Produção de matéria seca de Panicum maximum cv. Tanzania utilizando parâmetros agrometeorológicos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010.

PINTO, H. S.; ALFONSI, R. R. Estimativa das temperaturas médias, máximas e mínimas mensais no Estado do Paraná, em função de altitude e latitude. **Caderno de Ciências da Terra**, v. 52, p. 1-28, 1974.

RIO GRANDE DO SUL. Programa de investimentos integrados para o setor agropecuário. Zoneamento climático por cultura: forrageiras de clima tropical e subtropical. In: ----, **Zoneamento Agrícola**. Porto Alegre: Pallotti, 1975. cap. 2, p. 177-183.

SEDIYAMA, G. C.; MELO JÚNIOR, J. C. F. Modelos para estimativa das temperaturas normais mensais médias, máximas, mínimas e anual no estado de Minas Gerais. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 57-61, 1998.

THORNTON, C. W.; MATHER J. R. **The water balance**. Publications in Climatology. New Jersey, USA: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p.

TONATO, F. **Desenvolvimento e avaliação de modelos preditores de acúmulo de forragem em pastagens tropicais para apoio à tomada de decisão.** 2009. 110f. Tese (Doutorado) – Curso de Pós-Graduação em Ciências Animais e Pastagens, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba.

TONATO, F.; BARIONI, L. G. ; PEDREIRA, C. G. S.; DANTAS, O. D.; MALAQUIAS, J. V. Desenvolvimento de modelos preditores de acúmulo de forragem em pastagens tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 522-529, 2010.

VILLA NOVA, N. A.; DETOMINI, E. R.; DOURADO NETO, D.; MANFRON, P. A.; PEDREIRA, C. G. S. Modelo de estimativa da produtividade de fitomassa seca de parte de *Cynodon nlemfuënsis* Vanderyst var. nlemfuënsis cv. Florico em função da radiação solar. **Pasturas Tropicais**, v. 26, n. 3, p. 56-61, 2004.