

**MEDIDAS DE TENDÊNCIA E DISPERSÃO DE DADOS CLIMÁTICOS
AGRUPADOS CONFORME PERÍODOS ESTACIONAIS OFICIAL E MODIFICADO
DO ANO**

OLIVEIRA C.T.¹; SOUZA J.L.M.²; JERSZURKI D.³; OLIVEIRA S.R.³; PIEKARSKI K.R.¹;
GURSKI B.C.³

¹Mestrado em Ciência do Solo, UFPR, e-mail: cibelleoly@gmail.com; ²Professor da UFPR;
³Doutorado em Ciência do Solo, UFPR.

RESUMO

Teve-se por objetivo no presente trabalho, comparar as medidas de tendência e dispersão de séries de dados climáticos medidos e agrupados em “estações do ano com períodos modificados (EM)” (início: 2/fevereiro – outono, 6/maio – inverno; 7/agosto – primavera, 5/novembro – verão), com as obtidas nas “estações oficiais do ano (EO)”, para Curitiba-PR, Goiás-GO, Lavras-MG e Recife-PE. Os dados climáticos diários (Janeiro 2004 a Dezembro 2013) de evaporação, insolação acumulada, precipitação pluviométrica, temperatura máxima, mínima e média do ar, umidade relativa média e velocidade do vento a dez metros de altura foram obtidos junto ao INMET. Para comparação dos resultados foram empregadas medidas de tendência, dispersão e análises de regressão linear para os agrupamentos “EO” vs “EM”. O agrupamento em “EM” apresentou melhor desempenho em relação às “EO” para as estações do outono e inverno em todas as localidades analisadas. Não foi possível estabelecer o melhor agrupamento para a estação da primavera, dada à aleatoriedade dos resultados. Os resultados obtidos são promissores para as localidades analisadas, justificando a realização de análises e validação da metodologia para um maior número de localidades e tipos climáticos.

Palavras-chave: estações do ano, variáveis climáticas, periodicidade.

INTRODUÇÃO

As diferenças climáticas durante o ano são ocasionadas devido ao efeito combinado do movimento de translação da Terra (MONTALVÃO, 2005) e, principalmente, pela inclinação do eixo de rotação terrestre em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol (MARTINS, 2003). A mudança da posição da Terra em relação ao Sol divide o ano em quatro períodos, denominados estações, estabelecidas e iniciadas nos solstícios e equinócios, sendo: outono – 20 de março; inverno – 21 de junho; primavera – 22 de setembro; e, verão – 21 de dezembro (INPE, 2014). Como resultado, tem-se períodos do ano em que os raios solares incidem mais perpendicularmente na superfície de um dos hemisférios. Em contrapartida, em outros períodos a posição da Terra em relação ao Sol faz com que os raios solares se distribuam igualmente entre os dois hemisférios. Portanto, à medida que os raios solares se afastam do equador, as estações ficam melhor caracterizadas, sendo que a diferenciação entre elas torna-se máxima nos polos (FILHO & SARAIVA, 2012).

A agricultura é uma das atividades que mais dependem das condições edafoclimáticas para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Portanto, as adversidades meteorológicas e a falta de planejamento agroclimático podem levar a perdas consideráveis nesse segmento. Nesse sentido, o conhecimento das características climáticas de cada estação do ano e as possíveis adversidades que podem ocorrer, são essenciais para o planejamento da atividade agrícola (COLTRI *et al.*, 2008).

Normalmente, os estudos desenvolvidos na área são estruturados, analisados e apresentados baseando-se nas estações oficiais do ano (PACIULLO *et al.*; 2005; BRONDANI *et al.*, 2010; JERSZURKI & SOUZA, 2010; JERSZURKI & SOUZA, 2013). Porém, o estabelecimento e utilização indevida dos períodos estacionais, ou seja, em momentos não favoráveis à produção, podem prejudicar ou mascarar resultados de muitas pesquisas científicas, dificultando ou modificando suas conclusões. É importante considerar que sempre haverá a influência do término de uma estação sobre o início da outra, pois a quantidade de radiação solar que chega ao topo da atmosfera é função da posição da Terra em relação ao Sol, que por sua vez depende do período estabelecido. O estudo e identificação de alternativas para caracterização agrícola das estações do ano em condições climáticas contrastantes poderão auxiliar pesquisas agrônômicas que as utilizem, contribuindo para resultados mais satisfatórios e conclusivos.

Nesse contexto, teve-se por objetivo no presente trabalho comparar as medidas de tendência e dispersão de séries de dados climáticos medidos e agrupados em “estações do ano com períodos modificados (EM)”, em relação às obtidas nas “estações oficiais do ano (EO)”, para Curitiba-PR, Lavras-MG, Goiânia-GO e Recife-PE.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados históricos diários (Janeiro de 2004 a Dezembro de 2013) disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2014), provenientes de estações climatológicas localizadas nas cidades de Curitiba-PR, Lavras-MG, Goiânia-GO e

Recife-PR, contemplando quatro dos tipos climáticos mais representativos do país (ÁLVARES *et al.*, 2013), conforme a classificação climática de Köppen (1936) (TABELA 1). As localidades foram convenientemente escolhidas para possibilitar a obtenção de resultados e análises em diferentes condições climáticas.

TABELA 1 – Coordenadas geográficas, altitude e classificação climática das localidades analisadas.

----- Localidade -----	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Classificação Climática
Curitiba - PR (MAACK, 2002)	25°25'48"	49°16'15"	923	Cfb ⁽¹⁾
Lavras - MG (BRASIL, 1992)	21°14'43"	44°59'59"	919	Cwa ⁽²⁾
Goiânia - GO (GUEDES FILHO <i>et al.</i> , 2011)	15°25'4"	50°16'15"	496	Aw ⁽³⁾
Recife - PE (GUIA DO RECIFE, 2014)	8°03'14"	34° 52' 52"	4	As ⁽⁴⁾

⁽¹⁾Subtropical úmido com verões temperados; ⁽²⁾Subtropical úmido com invernos secos e verões quentes; ⁽³⁾Tropical com verões secos; ⁽⁴⁾Tropical com invernos secos.

Os dados disponibilizados e utilizados foram: evaporação (mm dia^{-1}), insolação acumulada (h), precipitação pluviométrica (mm), temperatura máxima, mínima e média do ar ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa média (%) e velocidade do vento a dez metros de altura (m s^{-1}). A estimativa da *ET_o* diária foi realizada com o método de Penman-Monteith, parametrizado pela *American Society of Civil Engineers (ASCE)* (ASCE-EWRI, 2005).

Os dados foram tabulados e, posteriormente, agrupados nas estações do ano, sendo que os procedimentos necessários foram realizados com o auxílio de uma planilha eletrônica, contendo rotinas desenvolvidas especialmente para essa finalidade.

Para tanto, foram selecionadas as datas de começo e término referentes a cada estação do ano (TABELA 2 e FIGURA 1), denominadas de “Estações Oficiais” (EO), a fim de obter as medidas de tendência (maior e menor valor, média e moda) e dispersão dos dados analisados (amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação), para o período de nove anos (INPE, 2014).

Procedeu-se também a análise dos dados referentes às novas estações do ano, denominadas “Estações Modificadas” (EM). Para tanto, a partir da duração de cada estação oficial (EO) (TABELA 2 e FIGURA 1) dividiu-se a mesma pela metade, subtraindo este resultado da data de início da estação oficial, obtendo-se a data de início da estação modificada. A única diferença entre “EM” e “EO” está no começo e término da estação (TABELA 2 e FIGURA 1). Logo, espera-se obter menor variabilidade entre as médias das variáveis climáticas analisadas, pois com esse procedimento ocorrerá melhor setorização da radiação solar e energia disponível no ambiente em cada “estação” do ano.

Para verificar o ajuste entre as variáveis analisadas (evaporação, insolação, precipitação, temperatura máxima, média e mínima do ar, umidade relativa, velocidade do vento e evapotranspiração de referência) foram realizadas análises de regressão linear correlacionando as respectivas variáveis agrupadas em “EM” vs “EO”.

TABELA 2 – Início, término e duração em dias das Estações Oficiais (EO) e Estações Modificadas (EM) do ano.

Estação do Ano	Início	Término	Duração (dias)
----- Estação oficial (EO) -----			
Outono	20/mar	20/jun	93
Inverno	21/jun	21/set	93
Primavera	22/set	20/dez	90
Verão	21/dez	19/mar	89
----- Estação modificada (EM) -----			
"Outono"	02/fev	05/mai	93
"Inverno"	06/mai	06/ago	93
"Primavera"	07/ago	04/nov	90
"Verão"	05/Nov	01/fev	89

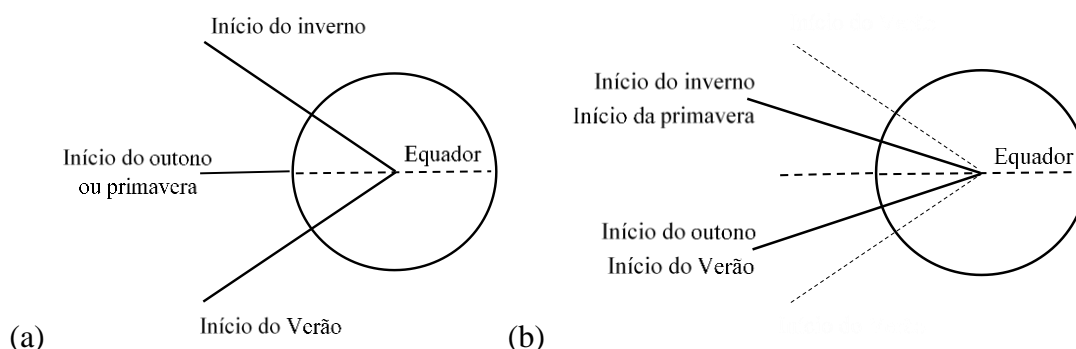


FIGURA 1 – Representação esquemática do movimento relativo Terra-Sol: (a) Estações Oficiais “EO”; e; (b) Estações Modificadas “EM”.

As contabilizações dos resultados foram realizadas em planilhas contendo as variáveis climáticas com as quatro estações do ano, bem como as medidas de tendência e dispersão. Os resultados foram contabilizados de acordo com a posição dos pontos em relação à reta de 45 graus (FIGURA 2): pontos acima da linha receberam sinal positivo (+); pontos abaixo da linha receberam sinal negativo (-); e os pontos que ficaram em cima ou muito próximos da linha não foram contabilizados e, portanto, não receberam nenhum sinal. A operação permitiu comparar os parâmetros estatísticos (medidas de tendência e dispersão) obtidos para as variáveis climáticas das localidades. Assim, foi possível verificar se os mesmos foram iguais, subestimados ou superestimados, conforme agrupamentos dos dados climáticos em estações “EO” (oficial) e “EM” (modificada). Após a contabilização, os dados foram transformados em porcentagem e, posteriormente, dispostos em gráficos, para facilitar a compreensão dos resultados.

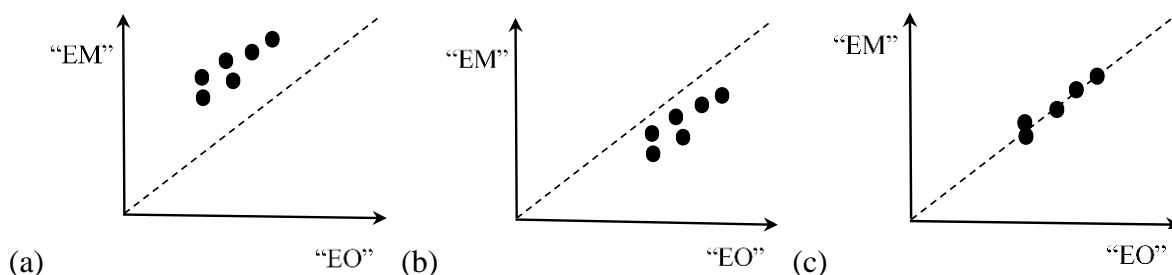


FIGURA 2 – Análise de regressão em que: (a) média da variável “EM” superestimou a média “EO”, sinal “+”; (b) média da variável “EM” subestimou a média “EO”, sinal “-”; (c) média da variável “EM” foi aproximadamente igual a “EO”, não contabilizado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A forma de agrupamento dos dados conforme as periodicidades “EM” e “EO” promoveram alterações e resultados diferentes nas medidas de tendência e dispersão (FIGURAS 3 e 4).

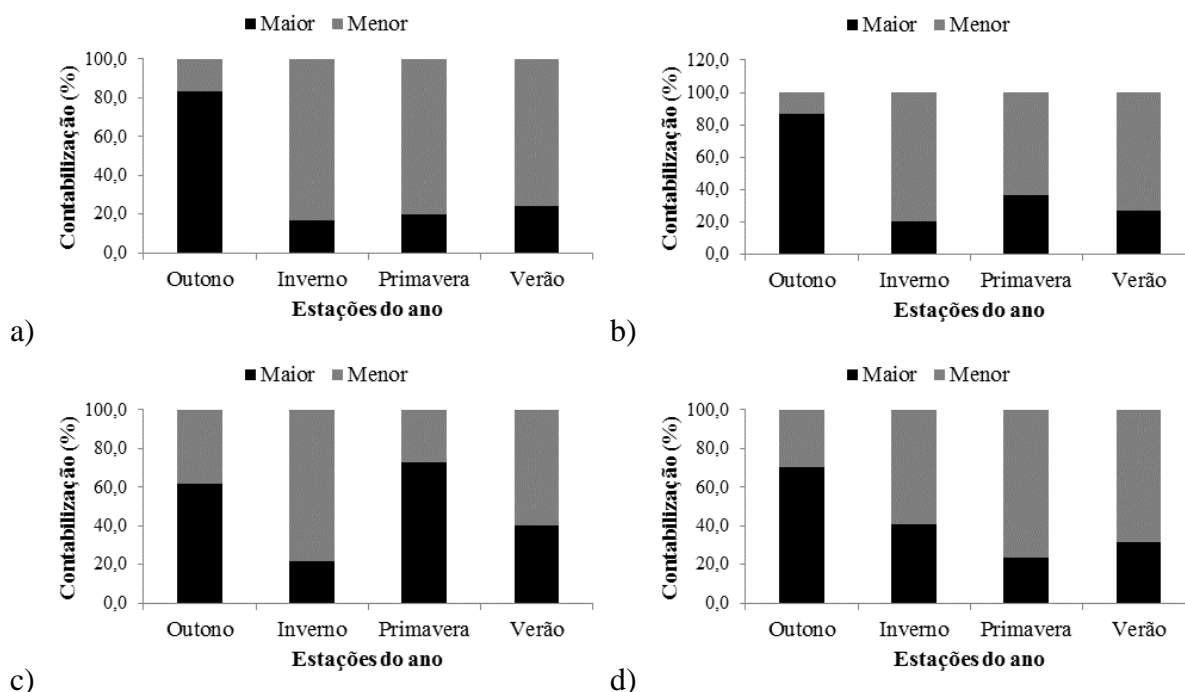


FIGURA 3 – Contabilização percentual das medidas de tendência (maior e menor valor, média e moda) dos resultados obtidos a partir da posição dos pontos em relação à reta 1:1, correlacionando “EM” com “EO” para os municípios: (a) Curitiba, (b) Lavras, (c) Goiânia e (d) Recife, entre 2004 e 2013.

Para as medidas de tendência, os valores agrupados conforme “EM” foram menores que os valores agrupados em “EO” no inverno, primavera e verão, e maiores no outono para os municípios de Curitiba, Lavras e Recife (FIGURA 3). No município de Goiânia, os valores

agrupados conforme “EM” foram maiores que os valores agrupados em “EO” no outono, primavera e verão, e menor no inverno. As medidas de tendência foram maiores no outono para todas as localidades analisadas, principalmente para o município de Lavras.

Para todas as localidades analisadas, verificou-se que a variação dos dados climáticos agrupados conforme “EM” foi menor em relação ao agrupamento “EO” no outono e no inverno (FIGURA 4), demonstrando que as estações foram melhor caracterizadas quando as datas de início e término das estações foram modificadas.

No entanto, a estação do verão para Curitiba, Lavras e Goiânia teve maior variação dos dados climáticos para os agrupamentos conforme “EM” em relação a “EO”, não caracterizando tão bem a estação. Tal tendência deve-se talvez à maneira como as estações modificadas foram estabelecidas, em que o verão iniciou 45 dias antes (na primavera). Para a mesma estação em Recife, os valores de “EM” foram subestimados para dispersão em relação a “EO”. Dada a menor sazonalidade do clima “As” ao longo do ano, não foi possível identificar variáveis climáticas associadas à tendência das estações do ano, resultando em pior agrupamento dos dados.

A variabilidade dos dados na primavera foi aleatória, dependendo da localidade e variável climática estudada, não sendo possível identificar uma variável de maior importância sobre os agrupamentos.

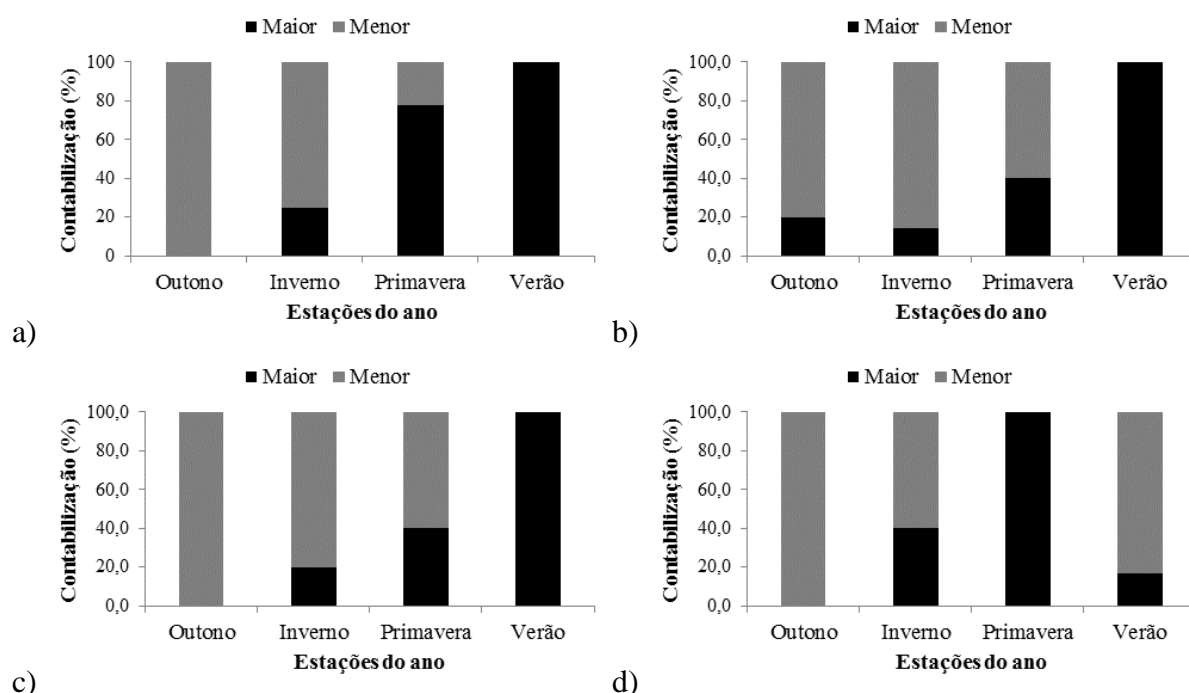


FIGURA 4 – Contabilização percentual das medidas de dispersão (amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação) dos resultados obtidos a partir da posição dos pontos em relação à reta 1:1, correlacionando “EM” com “EO” para os municípios: (a) Curitiba, (b) Lavras, (c) Goiânia e (d) Recife, entre 2004 e 2013.

De modo geral, o agrupamento dos dados em estações do ano proporcionaram inúmeras inconsistências nos resultados, as quais foram agravadas entre as condições climáticas contrastantes, impossibilitando a definição de uma periodicidade padrão.

A escassez de estudos envolvendo a análise da periodicidade das estações do ano impossibilitou maiores discussões sobre os resultados apresentados. Entretanto, mesmo com essa limitação, acredita-se que o presente trabalho traz resultados promissores, contribuindo para a obtenção de parâmetros de comparação e melhoria das análises em estudos que utilizem as estações do ano para o agrupamento dos dados.

Os resultados apresentados são preliminares, os quais servirão para posterior adaptação dos períodos de início, término e duração das estações do ano. Para tanto, recomenda-se a avaliação da tendência e dispersão dos resultados e validação da metodologia alternativa para um maior número de localidades, contemplando os tipos climáticos mais representativos do país.

CONCLUSÃO

- O agrupamento em “EM” apresentou melhor desempenho em relação às “EO” para as estações do outono e inverno em todas as localidades analisadas;
- Não foi possível estabelecer o melhor agrupamento para a estação da primavera, dada à aleatoriedade dos resultados;
- Os resultados obtidos são promissores para as localidades analisadas, justificando a realização de análises e validação da metodologia para um maior número de localidades e tipos climáticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.J.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVECK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, p.711-728, 2013.

ASCE-EWRI. **The ASCE standardized reference evapotranspiration equation**. In: Allen RG, Walter IA, Elliott RL, Howell TA, Itenfisu D, Jensen ME, Snyder RL. (Eds.). Report 0-7844-0805-X. American Society of Civil Engineers, Environmental Water Resources Institute, 69p, 2005.

BRASIL. Ministério da agricultura e reforma agrária. **Normas Climatológicas (1961 – 1990)**. Brasília: Embrapa/SPI, p.84, 1992.

BRONDANI, G. E.; WENDLING, I.; GROSSI, F.; DUTRA, L. F.; ARAUJO, M. A. Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii* × *Eucalyptus dunnii*: (II) Sobrevivência e enraizamento de miniestacas em função das coletas e estações do ano. *Ciência Florestal*, v.20, n.3, p.453-465, 2010.

COLTRI, P. P.; MACEDO JUNIOR, C.; SOARES, S. C.; MOURA, C. R. W. **Estações do ano e agricultura**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Meteorologia para a agricultura. 2008. Disponível em: <http://www7.cptec.inpe.br/noticias/noticia/8530>. Acesso em 25 de março de 2015.

FILHO, K. S. O.; SARAIVA, M. F. O. **Constelações**. Astronomia e Astrofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/const.htm>. Acesso em 28 de março de 2015.

GUEDES FILHO, D. H.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; DA COSTA FILHO, J. F.; FRANCISCO, P. R. M.; CAMPOS, V. B. **Estimativa da evapotranspiração de referência para a cidade de Areia, Paraíba**. Revista brasileira agricultura irrigada, v.5, n.1, p.37-47, 2011.

GUIA DO RECIFE. Disponível em <<http://www.recifeguide.com/brasil/informacoes/climarecife-olinda.html>>. Acesso em 11 de agosto de 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP). Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>. Acesso em: 05 de março de 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). CPTEC. **Data de horário e início das estações do ano**. 2014. <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=estacoesDoAno>. Acesso em 20 de junho de 2014.

JERSZURKI, D.; SOUZA, J. L. M. Estimativa da temperatura média diária do ar em distintas regiões brasileiras empregando métodos alternativos. **Scientia Agraria**, v.11, n.5, p. 407-416, 2010.

JERSZURKI, D.; SOUZA, J. L. M. Parametrização das equações de Hargreaves & Samani e Angström-Prezcott para estimativa da radiação solar na região de Telêmaco Borba, Estado do Paraná. **Ciência Rural**, v.43, n.3, p.383 – 389, 2013.

KOPPEN, W. Das geographische System der Klimate. Koppen W, Gieger R. (Eds.): Handbuch der Klimatologie. **Gebruder Borntraeger**, Berlin, v.1, p.1–44, 1936.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 3ª Ed. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná, Universidade Federal do Paraná, Instituto de Biologia e Pesquisa Tecnológica. 438p, 2002.

MARTINS, R. A. **A análise geométrica da duração dos dias no tratado sobre a esfera de sacrobosco**. Universidade de Campinas, 2003. Disponível em: <http://www.ghtc.usp.br/server/PDF/RAM-SBHMAt.PDF>. Acesso em 08 de março de 2015.

MONTALVÃO, E. **O setor elétrico e o horário de verão**. Consultoria Legislativa do Senado Federal. Brasília, 2005. Textos para discussão. Disponível em: <http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/102/texto19%20-%20edmund.pdf?sequence=4>. Acesso em 11 de março de 2015.

PACIULLO, D. S. C.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; HEINEMANN, A. B. Morfogenese, características estruturais e acúmulo de forragem em pastagem de *Cynodon dactylon*, em diferentes estações do ano. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, n.4, p.233-241, 2005.