

**Aproximação de Modelo
Determinístico para Estimação
Diária de Umidade Relativa do Ar,
na Região do Apiaú, Roraima**

República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues

Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa

Conselho de Administração

Luis Carlos Guedes Pinto

Presidente

Sílvio Crestana

Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires

Ernesto Paterniani

Hélio Tollini

Marcelo Barbosa Saintive

Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Sílvio Crestana

Diretor-Presidente

José Geraldo Eugênio de França

Kepler Euclides Filho

Tatiana Deane de Abreu Sá

Diretores-Executivos

Embrapa Roraima

Antonio Carlos Centeno Cordeiro

Chefe Geral

Roberto Dantas de Medeiros

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Miguel Amador de Moura Neto

Chefe Adjunto de Administração



ISSN 0101 – 9805
Dezembro, 2006

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 07

Aproximação de Modelo Determinístico para Estimação Diária de Umidade Relativa do Ar, na Região do Apiaú, Roraima

Moisés Mourão jr.
Amaury Burlamaqui Bendahan
Maristela Ramalho Xaud
Haron Abraham Magalhães Xaud
G. F. N. Silva

Boa Vista, RR
2006

Embrapa Roraima, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento,
Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Roraima

Rodovia BR-174, km 8 - Distrito Industrial

Cx. Postal 133 –CEP. 69.301-970

Boa Vista- Roraima-Brasil

Telefax: (95) 3626.7125

Home page: www.cpafr.embrapa.br

E-mail: sac@cpafr.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Roberto Dantas de Medeiros

Secretário-Executivo: Alberto Luiz Marsaro Júnior

Membros: Aloísio Alcântara Vilarinho

Gilvan Barbosa Ferreira

Kátia de Lima Nchet

Liane Marise Moreira Ferreira

Moisés Cordeiro Mourão de Oliveira Júnior

Normalização Bibliográfica: Maria José Borges Padilha

Editoração Eletrônica: Vera Lúcia Alvarenga Rosendo

1^a edição

1^a impressão (2006): 300

MOURÃO JUNIOR, M; BENDAHAN, A. B.; XAUD, M. R., G. F. N. Aproximação de modelo determinístico para estimação diária de unidade relativa do ar, na região do Apiaú, Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2006. ...p. (Embrapa Roraima. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 7).

1. Agrometeorologia. 2. Séries temporais. 3. Roraima. I. Título. II. Série.

CDD: 551.5098114

SUMÁRIO

Resumo.....	4
Abstract.....	5
Introdução.....	6
Material e Métodos.....	7
Resultados e Discussão.....	8
Conclusões.....	15
Referências Bibliográficas.....	15

Aproximação de Modelo Determinístico para Estimação Diária de Umidade Relativa do Ar, na Região do Apiaú, Roraima

Moisés Mourão jr.¹
Amaury Burlamaqui Bendahan²
Maristela Ramalho Xaud³
Haron Ibrahim Magalhães Xaud⁴
G. F. N. Silva????????????⁵

RESUMO

Tomando-se uma série em painel de umidade relativa do ar, em diferentes períodos circadianos, tomados na região do Apiaú, Mucajaí – Roraima, foi aplicada a metodologia de séries temporais para redução da variação entre as observações. Todos os comprimento de intervalo (lag) até o limite máximo estabelecido apresentaram autocorrelação significativa. A partir de médias móveis, com o comprimento de intervalo máximo estabelecido, foi ajustado um modelo senoidal. Todos os períodos circadianos apresentaram ajuste considerável ao modelo adotado. Foi observada sazonalidade, sendo que nos períodos circadianos com menor umidade relativa do ar a periodicidade é maior. Os parâmetros do modelo, bem como sua implementação por meio de planilha eletrônica são fornecidos, buscado fornecer informações ao planejamento agrícola e aos estudos dos agroecossistemas da região.

Palavras-chave: agrometeorologia, Mucajaí, séries temporais

¹ Biólogo, M.Sc., Métodos Quantitativos em P&D, Br 174, km 08, Distrito Industrial, CEP 69.301-970, Boa Vista-RR. e-mail: mmourao@cpafr.embrapa.br

² **Amaury Burlamaqui Bendahan** Engenheiro Agrônomo, Mestre, pesquisador da Embrapa Roraima , Rod. BR 174, km 8, Distrito Industrial, caixa postal 133, CEP 69301-970, Boa Vista – RR amaury@cpafr.embrapa.br

³ **Eng. Agrônomo, M.Sc.** Sensoriamento Remoto. Embrapa Roraima BR 174, km 08, Distrito Industrial, CEP 69.301-970, Boa Vista-RR.

⁴ Eng. Agrônomo. M.Sc.Pesquisador, Embrapa Roraima. BR-174, km 08, Cx. P. 133, Boa Vista, Roraima, Brasil - haron@cpafr.embrapa.br

⁵ Qualificação profissional, grau acadêmico, endereço institucional completo e endereço de e-mail.

Approach to a deterministic model to estimate daily relative air humidity in Apiaú, Roraima

ABSTRACT

Taken a panel series of relative air humidity, in different circadian periods, taking in the area of Apiaú, Mucajaí – Roraima, was applied the time series methodology to reduct the variation among the observations. All lags, until established maximum limit presented significativally autocorrelation. Based in moving averages, with the maximum lag estableshid, a senoidal model was adjusted. Sazonality was observed, since in the circadian periods with lower relative air humidity, the peridiocity is larger. The parameters of the model, as well their implementaion in electronic spreadsheet is supplied, to give information to the agricultural planning and agroecosystem studies in the area.

Keywords: grometeorology, Mucajaí, time series

Introdução

Os indicadores climatológicos, são muito importantes para definição do potencial agrícola. Na região amazônica, o regime de chuvas e os indicadores correlatos, especialmente a umidade relativa do ar, são reconhecidamente como os mais importante para a região, sendo que a irregularidade na distribuição seqüencial deste regime de chuvas tem sido um dos fatores limitantes ao maior desenvolvimento e à estabilização da produção agrícola na região amazônica.

Aliado a isto, tem-se que nas áreas marginais as florestas encontram-se sobre pressão ampla e direta da agricultura de pequena escala ou de semi-subsistência, provenientes da política expansionista do governo federal, nas décadas anteriores (Vosti, Witcover e Carpentier, 2002; Barreto et al., 2006). Um dos grandes efeitos da política de expansão e consequentemente das mudanças de uso da terra, sejam para a ampliação de cultivo ou pastagem nas fronteiras agrícolas é a ocorrência da ameaça aos serviços ambientais globais, sejam estes, p. e., o seqüestro de carbono e a biodiversidade, especialmente quando aliado a uma freqüência recorrente de fogo, tanto intencional, quanto acidental (Nepstad et al., 1999). Assim, considerando-se o uso tradicional do fogo, por agricultores de semi-subsistência, a região de estudo apresenta riscos recorrentes de ocorrência de fogo em períodos sazonais, já que a região de Mucajaí é uma das mais antigas regiões de colonização agrícola do estado de Roraima, assim a presença de agricultores de base familiar é característica na região.

O presente trabalho tem como objetivo a obtenção de um modelo determinístico, com base em uma série em painel de umidade relativa do ar, de diferentes períodos circadianos, que defuisse a umidade relativa do ar em cada dia juliano, podendo ser utilizada, deste modo, tanto no planejamento agrícola, quanto em estudos dos agroecossistemas a região.

Material e Métodos

A partir de uma série em painel (2000-2004), compreendendo avaliações climatológicas diárias com 08 medições circadianas nos períodos: 02h00, 05h00, 08h00, 11h00, 14h00, 17h00, 20h00 e 23h00 tomada em uma estação meteorológica localizada pertencente ao CPTEC.

Os valores médios julianos de umidade relativa do ar em cada período circadiano foram obtidos, a partir destes valores foi empregada uma análise de autocorrelação a fim de definir o comprimento do intervalo (*lag*) em que a série juliana média possa ter os seus valores de médias móveis obtidos (Bussab e Morettin, 1998).

A partir da definição do comprimento do intervalo (*lag*), tomando-se como base a significância da autocorrelação, expressa pela estatística Q de Box-Ljung, foram obtidos os valores de médias móveis com o referido intervalo. Sendo utilizado como intervalo máximo o de 30 dias de comprimento de intervalo de influência de uma observação sobre as subseqüentes (Diggle, 1991).

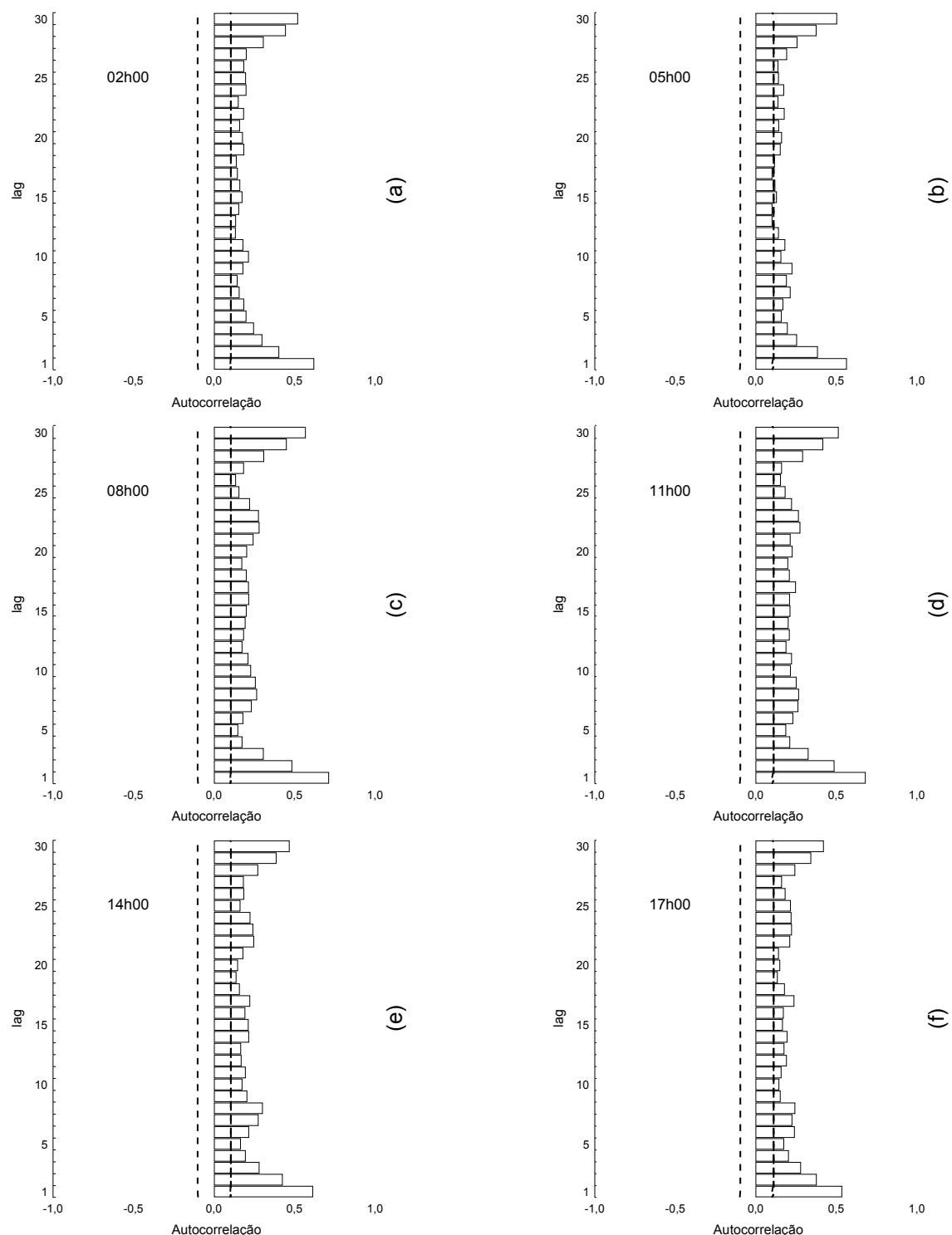
Os valores ajustados, por meio de médias móveis, foram ajustados segundo a aplicação de modelos periódicos de natureza trigonométrica, como definido em France e Thornley (1984). No caso da umidade relativa do ar foi ajustado o modelo senoidal (1).

$$y = y_0 + \alpha \operatorname{sen} \left(\frac{2\pi t}{\beta} + \gamma \right) \quad (1)$$

Onde: y_0 , α , β , γ – parâmetros do modelo senoidal; t – dia juliano

As análises foram conduzidas com auxílio da planilha eletrônica Excel e dos pacotes estatísticos SAS System[©], STATISTICA 5.5[®] e SigmaPlot[®].

Todos os períodos circadianos apresentaram autocorrelação altamente significativa ($p<0,01$) até o comprimento de intervalo (lag) máximo definido, sendo este 30 dias (Fig 1.a-h).



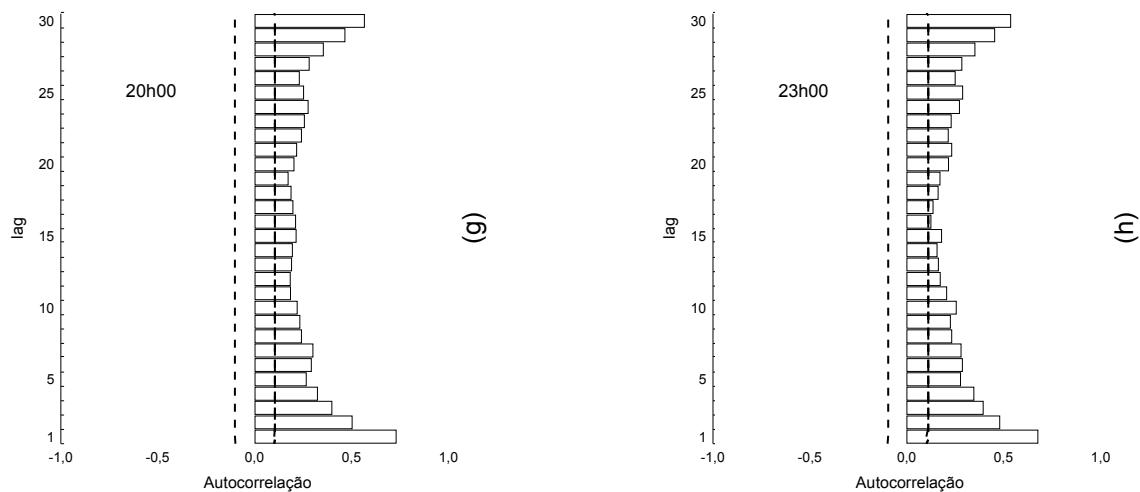


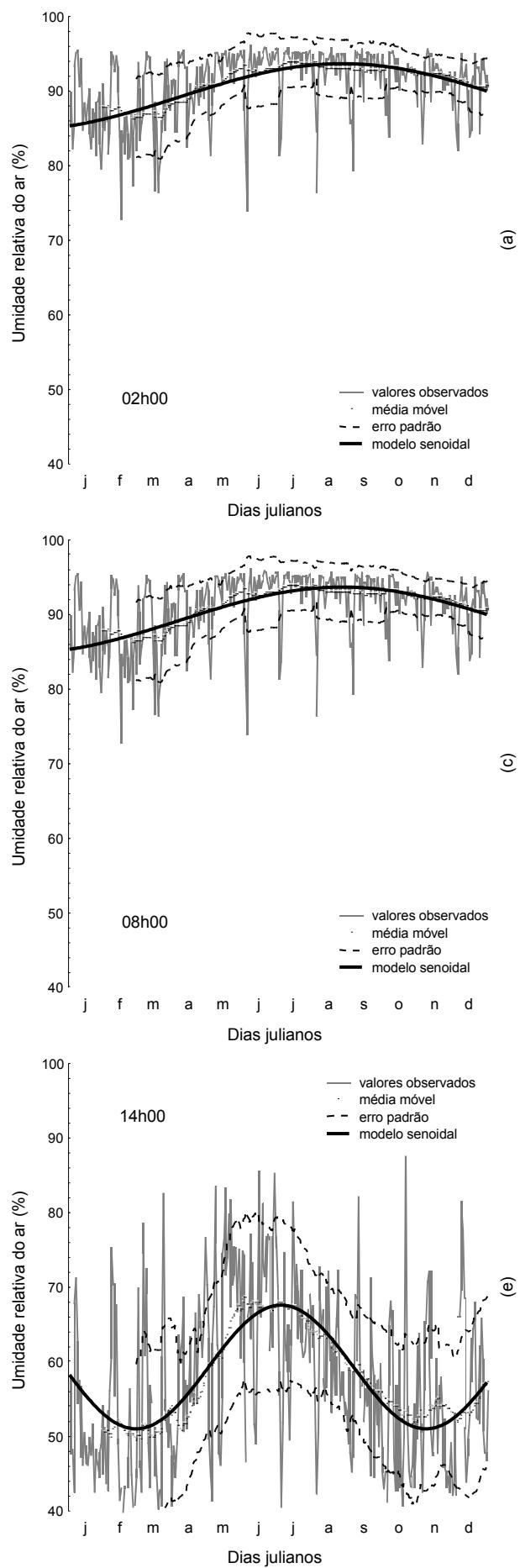
Fig 1 Valores de autocorrelação entre os comprimentos de intervalo temporal (lag) para a umidade relativa do ar nos períodos circadianos de avaliação

A partir desta definição os valores de médias móveis, bem como os respectivos valores de erro padrão, com intervalo de 30 dias foram obtidos, foram obtidos, tal como representado em Fig 2.a-h.

Em todos os casos o ajuste do modelo senoidal foi adequado, tendo os coeficientes de determinação ajustados variado de 0,83 a 0,96 (Tabela 1). A interpretação dos parâmetros indica os limite superior (y_0) mais elevado nos períodos circadianos de 23:02-05h00 e menores entre os períodos circadianos de 11-17h00, tendo as 14h00 o menor limite superior. Valores intermediários foram assinalados nos períodos circadianos de 08h00 e 20h00 (Tabela 1).

As menores amplitudes da série senoidal (β) foram assinaladas no períodos circadianos de 08-17h00, ou seja estes períodos circadianos apresentam uma maior periodicidade do que o restante dos períodos circadianos (Tabela 1 e Fig 3).

10 Aproximação de Modelo Determinístico para Estimação Diária de Umidade Relativa do Ar, na Região do Apiaú, Roraima



11 Aproximação de Modelo Determinístico para Estimação Diária de Umidade Relativa do Ar, na Região do Apiaú, Roraima

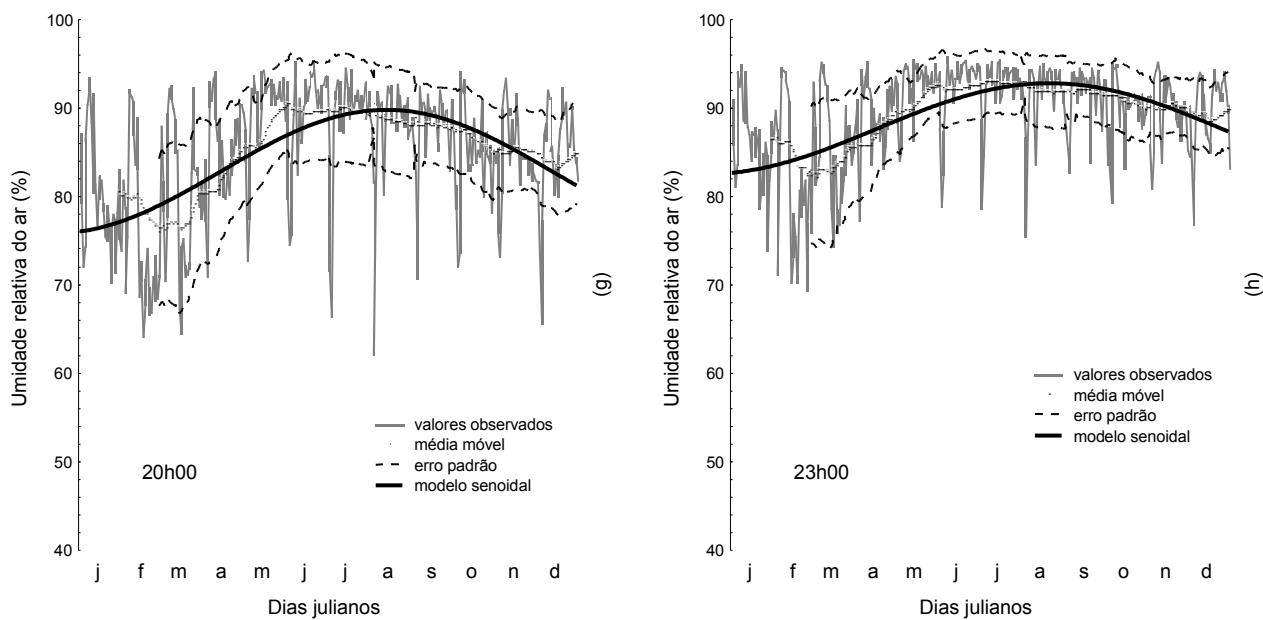


Fig 2 Valores julianos médios de umidade relativa do ar, seus respectivos valores de erro padrão; médias móveis com comprimentos de intervalo temporal (lag) de 30 dias e ajuste do modelo senoidal nos períodos circadianos de avaliação

A Tabela 1 sintetiza os parâmetros obtidos para cada um dos períodos circadianos, podendo ser utilizada na obtenção de valores diários na região estudada.

Tabela 1 Parâmetros do modelo senoidal em cada um dos períodos circadianos de avaliação e valores dos coeficientes de determinação

Parâmetros	Períodos circadianos							
	02h00	05h00	08h00	11h00	14h00	17h00	20h00	23h00
y_0	89,237	90,289	81,736	64,758	59,324	63,189	82,824	87,669
α	4,449	3,956	5,854	7,191	8,291	8,083	6,980	5,147
β	566,365	521,695	271,835	254,825	252,541	262,620	485,985	504,667
γ	5,205	5,012	3,362	3,294	3,245	3,315	4,940	4,947
R^2	0,91	0,86	0,96	0,93	0,94	0,93	0,84	0,83
$R^2_{aj.}$	0,91	0,86	0,96	0,93	0,94	0,93	0,83	0,83

Onde: R^2 – coeficiente de determinação; $R^2_{aj.}$ – coeficiente de determinação ajustado

Conforme classificação adotada por Mourão Jr. (2006), os períodos circadianos foram definidos como: (i) menor umidade relativa do ar – englobando os horários de 11-17h00, com valores médios de umidade, durante a época de seca: 53,7-57,7%, na transição seca-chuvas: 56,0-62,0%, nas chuvas 65,2-69,9% e na transição chuvas-seca: 63,8-68,6%; (ii) umidade relativa do ar intermediária – englobando os horários de 08-

20h00, com valores médios de umidade, durante a época de seca: 77,9-82,9%, na transição seca-chuvas: 79,0-82,9%, nas chuvas 85,5-87,5% e na transição chuvas-seca: 86,1-89,8%; (iii) maior umidade relativa do ar – englobando os horários de 23:02-05h00, com valores médios de umidade, durante a época de seca: 88,0-90,7%, na transição seca-chuvas: 87,5-90,3%, nas chuvas 90,9-92,8% e na transição chuvas-seca: 92,8-94,2% (Fig 3).

Deste modo, tem-se que nos períodos circadianos de menor umidade relativa do ar, a ordem crescente de umidade relativa dos períodos de precipitação pluvial é dada por: seca < transição seca-chuvas < transição chuvas-seca < chuvas. Enquanto que tanto nos períodos circadianos com valores intermediários de umidade relativa do ar, quanto os de maior umidade relativa do ar a ordem crescente de umidade relativa do ar dos períodos de precipitação pluvial é ordenado como: seca < transição seca-chuvas < chuvas < transição chuvas-seca (Fig 3).

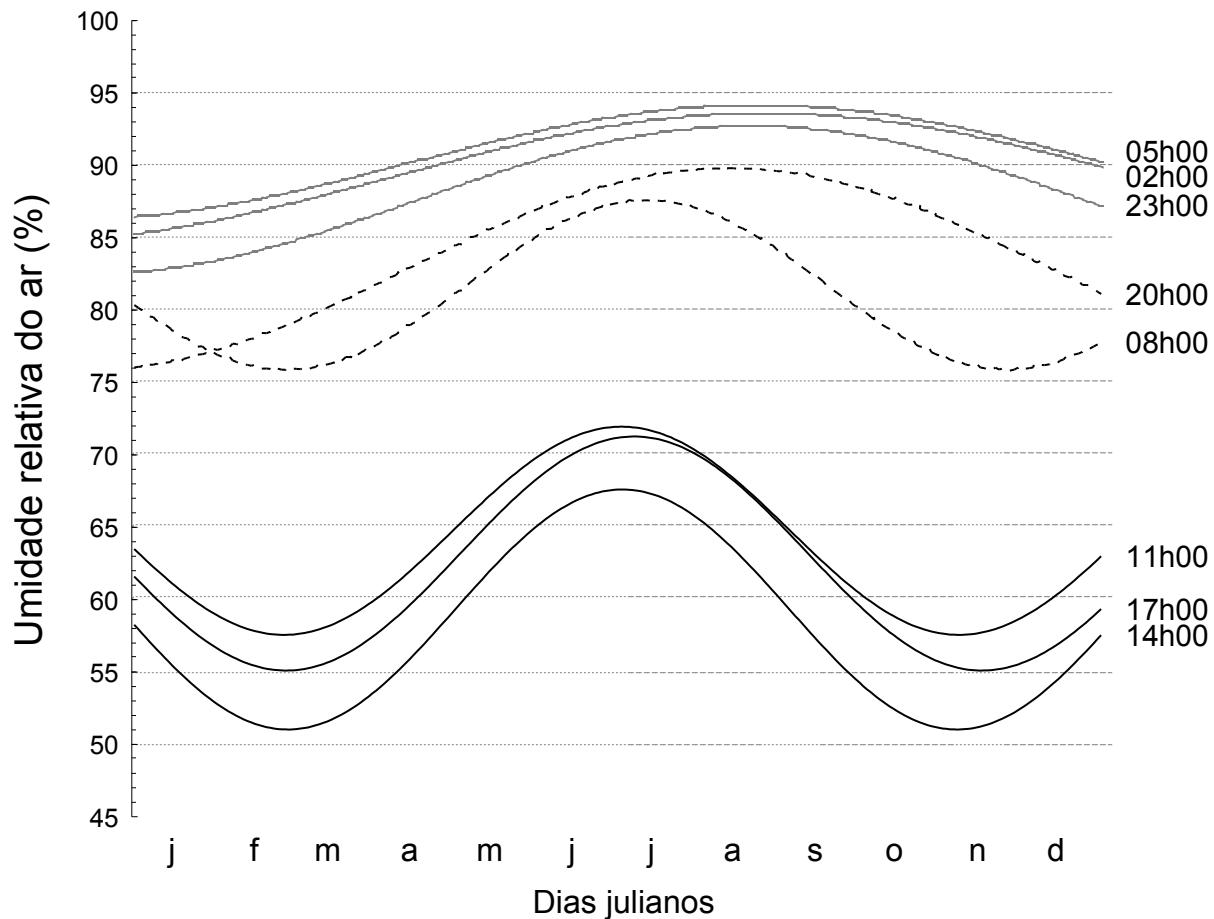


Fig 3. Valores julianos de umidade relativa do ar estimados, segundo o modelo senoidal, em cada um dos períodos circadianos

Aplicação do modelo determinístico

Com o objetivo de aplicar o uso do modelo senoidal são fornecidas instruções para implantação do modelo em uma planilha eletrônica, tomando como referência a sintaxe a do Microsoft Excel®.

O dia juliano, definido como a escala ordinal atribuída a cada dia de um ano, ou seja dia 01/01 equivale ao dia juliano 1 e o dia 31/12 equivale ao dia juliano 365. A obtenção do dia juliano, no Microsoft Excel é dada pela função **DIAS360**, que retorna o número de dias entre duas datas com base em um ano de 360 dias (doze meses de 30 dias).

Sua sintaxe é definida por `=DIAS360(data_inicial;data_final;método)`

Tanto a **data_inicial**, quanto **data_final** são expressas pelo formato dd/mm/aa, por exemplo 30/12/2001. Com relação ao **método** refere-se a um valor lógico que especifica que método deve ser utilizado no cálculo, se o americano ou o europeu. Recomendando-se o uso do sistema europeu.

FALSO ou omitido	US (NASD). Se a data inicial for o dia 31 de um mês, ela se torna igual ao dia 30 do mesmo mês. Se a data final for o dia 31 de um mês e a data inicial for inferior ao trigésimo dia de um mês, a data final torna-se igual ao dia primeiro do próximo mês. Por outro lado, a data final torna-se igual ao trigésimo dia do mesmo mês.
VERDADEIRO	Método europeu. A data inicial ou final que ocorre no dia 31 de um mês torna-se igual ao trigésimo dia do mesmo mês.

Na Fig.4 uma representação da aplicação da função **DIAS360**. Ressalta-se que para obtenção de uma série juliana pode ser utilizada a “amarração” da célula com da **data_inicial**, no exemplo fornecido seria igual a \$C\$2.

C5		=	=DIAS360(C2;C3;1)
A	B	C	D
1			
2	Data inicial	01/01/06	
3	Data final	15/09/06	
4			
5	Dias julianos	254	
6			

Fig.4. função **DIAS360**

A aplicação da função senoidal (Fig. 5.a), tem como aplicações de ferramentas padrão do Microsoft Excel® (Fig. 5.b), tendo como exemplo a aplicação abaixo para a obtenção dos valores de umidade relativa do ar, no dia 15 de setembro, nos períodos circadianos de 02h00 e 14h00, correspondendo respectivamente a 93,62 e 58,17%.

B	C	D	E	F	G	H	I	J
Parâmetros	02h00	05h00	08h00	11h00	14h00	17h00	20h00	23h00
y0	89,237	90,289	81,736	64,758	59,324	63,189	82,824	87,669
alfa	4,449	3,956	5,854	7,191	8,291	8,083	6,98	5,147
beta	566,365	521,695	271,835	254,825	252,541	262,62	485,985	504,667
gama	5,205	5,012	3,362	3,294	3,245	3,315	4,94	4,947
Data_inicial	1/1/2006				1/1/2006			
Data_final	15/9/2006				15/9/2006			
t	254				254			
Pi (π)	3,1416				3,1416			
2*Pi*t/beta	1595,9291				1595,9291			
(2*Pi*t/beta)+gama	2,8178				6,3195			
seno((2*Pi*t/beta)+gama)	0,9858				9,5645			
alfa*seno((2*Pi*t/beta)+gama)	4,3857				-0,1393			
y0+alfa*seno((2*Pi*t/beta)+gama)	93,6227				-1,1545			
UR	93,62				58,1695			

B	C	D	E	F	G	H	I	J
Parâmetros	02h00	05h00	08h00	11h00	14h00	17h00	20h00	23h00
y0	89,237	90,289	81,736	64,758	59,324	63,189	82,824	87,669
alfa	4,449	3,956	5,854	7,191	8,291	8,083	6,98	5,147
beta	566,365	521,695	271,835	254,825	252,541	262,62	485,985	504,667
gama	5,205	5,012	3,362	3,294	3,245	3,315	4,94	4,947
(b)	Data_inicial	38718			38718			
	Data_final	38975			38975			
	t	=DIAS360(C8;C9)			=DIAS360(G8;G9)			
	Pi (π)	=PI()			=PI()			
	2*Pi*t	=2*C11*C10			=2*G11*G10			
	2*Pi*t/beta	=C12/C5			=G12/G5			
	(2*Pi*t/beta)+gama	=C13+C6			=G13+G6			
	seno((2*Pi*t/beta)+gama)	=SEN(C14)			=SEN(G14)			
	alfa*seno((2*Pi*t/beta)+gama)	=C4*C15			=G4*G15			
	y0+alfa*seno((2*Pi*t/beta)+gama)	=C3+C16			=G3+G16			
	UR	93,622718955195			58,1694530432771			

Fig. 5.(a) Aplicação da função senoidal e seus respectivos valroes e **(b)** fórmulas para a obtenção dos valores, com base na sintaxe do Microsoft Excel®

Conclusões

O uso de médias móveis, apresentou-se adequado, num comprimento elevado igual a 30 dias, o que indica que valores mensais são representativos das tendências na série.

A função senoidal aplicada apresentou estimativas acuradas, podendo ser utilizada para a obtenção de valores diários de umidade relativa do ar, nos diferentes períodos circadianos, na região do Apiaú.

A umidade relativa do ar apresenta sazonalidade ao longo do ano, sendo que nos horários de menor umidade relativa do ar a periodicidade é maior. Enquanto que nos períodos com umidade relativa do ar mais elevada a amplitude da série é maior.

Referências bibliográficas

BARRETO, P.; SOUZA JR. C.; NOGUERÓN, R.; ANDERSON, A.; SALOMÃO, R. **Human Pressure on the Brazilian Amazon Forests**. WRI: Washington DC, Imazon: Belém 84p. 2006. Disponível em <<http://www.imazon.org.br>>. Acessado em 07/12/2006.

DIGGLE, P. J. **Time series: A biostatistical approach**. New York: Oxford University Press, 1991. 257p. (Oxford Statistical Science Series, 5).

FRANCE, J.; THORNLEY, J. H. M. **Mathematical Models in Agriculture**: a quantitative approach to problems in agriculture and related sciences. Butterworths. London. 1984. 335p.

MOURÃO JR., M.; SILVA, G. F. N.; XAUD, M. R.; XAUD, H. A. M.; BENDAHAH, A. B. **Caracterização do regime anual de umidade relativa do ar e temperatura na região do Apiaú, Roraima**. Embrapa Roraima. 2006 (Boletim de pesquisa). Disponível em <<http://www.cpafr.embrapa.br>>. Acesso em: 09.03.2007

NEPSTAD, D. C.; VERÍSSIMO, A.; ALENCAR, A.; NOBRE, C.; LIMA, E.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P.; POTTER, C.; MOUTINHO, P.; MENDOZA, E.; COCHRANE, M.; Brooks, V. Large-scale impoverishment of amazonian forests by logging and fire. **Nature**. v.8: n.398, 1999.

VOSTI, S. A.; WITCOVER, J.; CARPENTIER, C. L. **Agricultural intensification by smallholders in the western Brazilian Amazon**: from deforestation to sustainable land use. Washington, D. C.:International Food Policy Research Institute [IFPRI]..2002, Research Report n.130.



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

